



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“EVALUACIÓN DEL DILUYENTE BTS
(MINITUB) PARA CONSERVAR SEMEN
PORCINO Y SU INFLUENCIA EN EL ASPECTO
REPRODUCTIVO EN MARRANAS EN LA
CIUDAD DE IQUITOS”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR

KARLITA ISABEL TRAVERSO VELA

BACHILLER EN CIENCIAS AGRONÓMICAS

IQUITOS - PERÚ

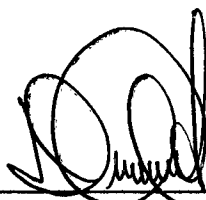
2006

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

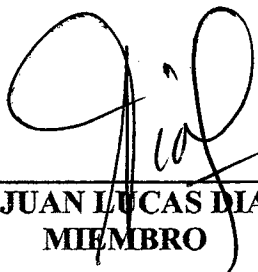
TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL DÍA 07 DE
NOVIEMBRE DEL 2005, POR EL JURADO NOMBRADO POR LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA, PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO


JURADOS:



**ING. M.Sc. DARVIN NAVARRO TORRES
PRESIDENTE**



**MED.VET. JUAN LUCAS DIAZ BURGA
MIEMBRO**



**ING. EYMER MORI PINEDO
MIEMBRO**



**ING. M.Sc. FIBEL ASPAÑO VARELA
ASESOR**



**ING. RONALD YALTA VEGA
DECANO**



DEDICATORIA

A mis razones de existir, mis inspiraciones, mis hijos: Danna Carolina, que ama a los animales, y hace un millón de preguntas antes de dormir. Y Paulo Manuel, que es muy obstinado y no sabe hacer caso.

A mi mejor amiga-hermana, Vana, que con su paciencia y perseverancia me enseña un camino para triunfar.

A mi mami, Dora, que a sus 51 años, acaba de graduarse y es un ejemplo a seguir por su tenacidad.

Al Divino Niño Jesús que me guía por el buen camino y me levanta 100 veces las 100 veces que caigo.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento perdurable y sincero:

A Dios Padre Todopoderoso, el cual me protege y me da fuerzas para seguir adelante.

A la empresa Agrovvetmarket, por creer en mí y darme la oportunidad de realizar mi tesis, en especial al Doctor Fernando Tang Ploog.

Al Ingeniero Fidel Aspajo Varela por su amistad, paciencia y asesoramiento.

A Ingeniero Carlos Vela Díaz por poner a mi disposición su piara y por su gentil atención.

Al Ingeniero Enrique Alvarado Malca, Decano de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por instruirme en la práctica de la Inseminación Artificial en cerdos, a los señores trabajadores, en especial al señor Jaime Cancho Bautista.

A la Ingeniera Victoria Reátegui Quispe por brindarme su apoyo con los materiales de laboratorio.

Al Dr. Álvaro Tresierra Ayala por darme las facilidades en la utilización del laboratorio.

A mi gran amigo Omar Salhuana Lozano, por su estoicismo, lealtad y su invaluable apoyo en el análisis estadístico.

Al Doctor Marlon Torres, Docente de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor San Marcos, por su asesoramiento permanente.

A José Reátegui Ríos por su amistad, sus palabras de aliento e interminable colaboración.

A mi amiga Rosa Manrique Landauro, que incondicionalmente me apoyo en la redacción del trabajo.

Al Ingeniero Juan Carlos Vilca Tello, por colaborar en la obtención de datos geográficos.

A Dino Domínguez Donayre, por ayudarme con las fotos e imágenes del trabajo.

A Manolo Jerí Falconí, que desde lejos se preocupa porque siga adelante y me anima ser mejor cada día.

A mi Madre por su amor, consejos e incalculable apoyo antes, durante y después de la realización de mi tesis.

A Vana por recordarme cada día que debo finalizar la tesis.

A mi Padre que colabora permanentemente en lo que le necesite.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 Problema, Hipótesis y Variables	16
1.1.1. El Problema	16
1.1.2. Hipótesis General	17
1.1.3. Identificación de las Variables	17
1.2 Objetivos de la Investigación	19
1.2.1 Objetivos General	19
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.3 Justificación e Importancia	19
CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA	21
2.1 Materiales	21
2.1.1 Lugar de Ejecución del Experimento	21
2.1.2 Clima	21
2.1.3 Material Experimental	22
2.2 Métodos	23
2.2.1 Diseño Experimental	23
2.2.2 Característica del Experimento	26
2.2.3 Conducción del Experimento	26

CAPÍTULO III

REVISIÓN DE LITERATURA 37

3.1 Marco Teórico 37

3.1.1 Generalidades 37

3.1.2 Sobre la Reproducción 41

3.1.3 Sobre la Colección de Semen 54

3.1.4 Sobre los Diluctores de Semen 57

3.1.5 Sobre la Temperatura de Conservación del Semen 66

3.1.6 Sobre la Técnica de Inseminación Artificial 69

3.2 Marco Conceptual 78

3.2.1 Sobre a Inseminación Artificial 78

3.2.2 Sobre el Diluyente BTS (MINITUB) 78

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS, DISCUSIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS 80

4.1 Porcentaje de Preñez 80

4.2 Porcentaje de Parición 82

4.3 Tamaño de Camada 83

4.4 Peso total de la Camada 85

4.5 Peso Promedio de los Lechones/Marrana 86

4.6 Porcentaje de Natalidad 87

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 89

5.1 Conclusiones 89

5.2 Recomendaciones	90
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	92
ANEXOS	96

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO N° 1: Tratamientos en Estudio	23
CUADRO N° 2: Análisis de Variancia	25
CUADRO N° 3: Número de inseminaciones por celo y porcentaje de preñez	54
CUADRO N° 4: Diluyentes agrupados por la duración	61
CUADRO N° 5: Composición (en g/L) de los diluyentes de inseminación artificial porcina más utilizados.	62
CUADRO N° 6: Fertilidad y prolificidad tras inseminación con semen conservado en BTS.	67
CUADRO N° 7: Número y Porcentaje de Preñez tras Monta Natural (MN), Inseminación Artificial con semen puro (IAsp), e Insemi- nación Artificial con semen diluido (IASd) en diferentes proporciones (50:50, 60:40 y 70: 30).	80
CUADRO N° 8: Análisis de Variancia (ANVA) del Porcentaje de Preñez	81
CUADRO N° 9: Prueba de Tukey para el Porcentaje de Preñez	81
CUADRO N° 10: Número y Porcentaje de Parición tras Monta Natural (MN), Inseminación Artificial con semen puro (IAsp), e Inseminación Artificial con semen diluido (IASd) en diferentes proporciones (50:50, 60:40 y 70: 30).	82
CUADRO N° 11: Análisis de Variancia (ANVA) del Porcentaje de Parición.	82

CUADRO N° 12: Prueba de Tukey para el Porcentaje de Parición	82
CUADRO N° 13: Tamaño de Camada y Promedio de lechones nacidos tras Monta Natural (MN), Inseminación Artificial con semen puro (IAsp), e Inseminación Artificial con semen diluido (IASd) en diferentes proporciones (50:50, 60:40 y 70:30).	83
CUADRO N° 14: Análisis de Variancia (ANVA) del Tamaño de Camada	83
CUADRO N° 15: Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el Tamaño de Camada.	84
CUADRO N° 16: Pesos Totales y Promedios de los pesos de las camadas tras Monta Natural (MN), Inseminación Artificial con semen puro (IAsp), e Inseminación Artificial con semen diluido (IASd) en diferentes proporciones (50:50, 60:40 y 70: 30).	85
CUADRO N° 17: Análisis de Variancia (ANVA) del Peso Total de la Camada.	85
CUADRO N° 18: Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el Peso Total de la Camada.	85
CUADRO N° 19: Pesos Promedio de los Lechones/Marrana y Promedios de los pesos promedios de los lechones tras Monta Natural (MN), Inseminación Artificial con semen puro (IAsp), e Inseminación Artificial con semen diluido (IASd) en diferentes proporciones (50:50, 60:40 y 70: 30).	86

CUADRO N° 20: Análisis de Variancia (ANVA) del Peso Promedio de los Lechones/Marrana.	86
CUADRO N° 21: Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el Peso Promedio de los Lechones/Marrana.	86
CUADRO N° 22: Promedio de lechones nacidos por camada, lechones nacidos vivos, nacidos muertos, momificados, y eliminados al nacimiento tras monta natural (MN), inseminación artificial con semen puro (IAsp) e inseminación artificial con semen diluido (IASd) en diferentes proporciones (50:50,60:40 y 70:30).	87

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO N° 1: Mapa de la Zona de Estudio	97
ANEXO N° 2: Datos Climatológicos	98
ANEXO N° 3: Fechas de Servicios, de Repetición de Celo, de Parto y Horas de Servicios de las Marranas Inseminadas Artificialmente.	99
ANEXO N° 4: Cantidad de Semen Eyaculado	100
ANEXO N° 5: Colección de Semen	101
ANEXO N° 6: Inseminación Artificial	102
ANEXO N° 7: Fases de la Inseminación Artificial	103

ABREVIATURAS UTILIZADAS

ANVA. Análisis de Variancia

°C. Grados Centígrados

DCA. Diseño Completamente al Azar

IA. Inseminación Artificial

IAsd. Inseminación Artificial semen diluido

IAsp. Inseminación Artificial con semen puro

LNT. Lechones Nacidos Totales

LNV. Lechones Nacidos Vivos

MN. Monta Natural

OM. Orden de Mérito

RTM. Reflejo de Tolerancia a la Monta.

INTRODUCCIÓN

El ganado porcino debido a su alta eficiencia en la transformación de alimentos en carne, a su precocidad, velocidad de crecimiento, prolificidad y corto periodo de gestación, sigue siendo una alternativa económica para la producción de alimentos proteicos para la población humana a pesar de que requiere de insumos alimenticios de alto valor biológico y costos relativamente altos.

La rentabilidad de la producción porcina depende en gran parte de la orientación de la explotación, para lo cual es necesario aplicar programas de selección genética y/o cruzamiento que potencialicen la capacidad productiva.

El uso de la inseminación artificial permite incrementar la presión de selección, así como la realización de pruebas de progenie y el uso intenso de machos probados como efecto mejorador en las características productivas de su descendencia.

De todos los factores que intervienen en el proceso de inseminación artificial porcina nos centraremos en esta investigación en el análisis de la importancia económica y productiva de los diluyentes de inseminación artificial porcina. A pesar de la importancia de este factor, no hay en la literatura científica un gran número de revisiones que analicen este punto (**WEITZE**, 1990; **REED**, 1990; **ALTHOUSE**, 1997; **JOHNSON**, 2000; **LEVIS**, 2000), por ello es importante una buena elección del diluyente.

En el presente estudio sobre la Evaluación del diluyente BTS (MINITUB) para conservar semen porcino y su influencia en el aspecto reproductivo en marranas en la ciudad de Iquitos, trata de determinar el porcentaje adecuado de semen/diluyente en el uso del semen fresco refrigerado, en la inseminación de marranas, con la finalidad de poner al alcance del sector productor porcino la técnica de inseminación con semen fresco refrigerado para el uso de los programas de reproducción.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En nuestra región la crianza porcina es una opción de desarrollo económico, la escasa tecnología utilizada en su producción hace que exista un gran retraso en cuanto a manejo y técnicas de reproducción.

El tener un ambiente tropical húmedo agrava esta problemática, pues los resultados obtenidos en el manejo del semen en estas condiciones son más complicados.

El presente trabajo de investigación busca evaluar el diluyente BTS (MINITUB) usado en Inseminación Artificial como diluyente y conservador de semen fresco en condiciones de trópico para su uso en la explotación porcina, como una opción de mejora económica ya que con ella se logra el ahorro en la crianza y alimentación del verraco (se necesita tener menos verracos), por el efecto multiplicador que esta técnica ejerce sobre el semen de alta calidad genética, además de prevenir la difusión de enfermedades infectocontagiosas por vía venérea.

1.1.2. HIPÓTESIS GENERAL

- La utilización del diluyente BTS (MINITUB) para conservar semen fresco porcino influye en el aspecto reproductivo de las marranas.

1.1.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

a) Variable Independiente:

- Métodos de servicio

Indicadores:

Monta natural

Inseminación artificial (semen puro, 50:50, 60:40, 70:30)

- Niveles del diluyente

Indicadores:

Proporción de 50:50

Proporción de 60:40

Proporción de 70:30

b) Variables Dependientes:

- Porcentaje de preñez

- Porcentaje de parición
- Tamaño de camada
- Peso Total de la camada
- Peso Promedio de los lechones/marrana
- Porcentaje de Natalidad

Indicadores:

Número de marranas preñadas

Número de marranas que parieron

Número de crías/camada

Peso total de los lechones/marrana (Kg.)

Peso promedio de los lechones/camada (Kg.)

Número de lechones nacidos vivos y nacidos muertos

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. OBJETIVOS GENERALES:

1. Evaluar el diluyente BTS (MINITUB) para conservar semen porcino y su influencia en el aspecto reproductivo de las marranas en la ciudad de Iquitos.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Evaluar el diluyente para conservar semen porcino en la mejora del porcentaje de preñez, parición y natalidad
2. Evaluar el diluyente para conservar semen porcino en la mejora del tamaño de camada.
4. Evaluar el diluyente para conservar semen porcino en la mejora del peso total de camada y del peso promedio de los lechones/marrana.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad mantener las características reproductivas en marranas inseminadas artificialmente utilizando un diluyente para conservar semen porcino en estado fresco.

La importancia de este trabajo de investigación radica en que se logra mantener el porcentaje de preñez y las características de camada en

marranas, por lo que dicho diluyente es una alternativa económica a utilizar para los porcicultores en nuestra ciudad.

La necesidad de incrementar el porcentaje de preñez en las marranas inseminadas artificialmente y abaratar costos de la técnica, se considera importante el uso de diluyentes que permitan la preservación del semen en condiciones adecuadas. Por lo que el presente estudio pretende demostrar la eficacia y la economía del uso del diluyente BTS (MINITUB) para la preservación del semen fresco en trópico húmedo.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES

2.1.1 LUGAR DE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente estudio se llevo a cabo en la Granja Carabao, ubicada en el Caserío Santo Tomas, entre Abril y Noviembre del 2004.

a) Ubicación Geográfica:

El Caserío de Santo Tomas pertenece al distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto. Esta situado a una altitud de 123 metros sobre el nivel el mar, en las coordenadas de $4^{\circ} 30' W$; $03^{\circ} 44' 59'' S$ y longitud: $73^{\circ} 14' 39'' W$.

La ubicación y límites actuales pueden ser apreciados en el mapa adjunto en el ANEXO N° 1.

2.1.1 CLIMA

La región presenta un clima tropical húmedo, con una precipitación aproximada de 3,000 mm. anuales. En el ANEXO N° 2 se dan los datos climatológicos de mayor importancia para nuestra investigación.

2.1.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Instrumentos:

Equipo de Inseminación:

- Catéteres de inseminación desechables (Spirette)
- Diluyentes BTS (Minitub)
- Guantes
- Botellas para semen

Materiales y equipos para la colección de semen:

- Guantes de colección
- Bolsa de colección de semen
- Marranas en celo
- Filtro para semen
- Jarro de colección

Evaluación del Semen:

- Lámina portaobjeto
- Lámina cubreobjeto
- Pipeta de Pasteur
- Microscopio
- Cámara de Neubauer

- Probeta graduada en ml.

- Papel indicador (pH)

2.2 MÉTODOS

2.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

a) Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron en un número de cinco: siendo el testigo por monta natural, y cuatro tratamientos con inseminación artificial, siendo un tratamiento inseminado con semen puro y tres diferentes dosis de semen/diluyente.

CUADRO N° 1: TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

N°	Clave	Tratamientos	Descripción
1	T ₀	Monta Natural (MN)	2 servicios
2	T ₁	Semen puro (IAsp)	IA dosis 100 ml. 100% semen
3	T ₂	Semen diluido(IAsd)	IA dosis 100 ml. 50:50 semen/diluyente
4	T ₃	Semen diluido(IAsd)	IA dosis 100 ml. 60:40 semen/diluyente.
5	T ₄	Semen diluido(IAsd)	IA dosis 100 ml. 70:30 semen/diluyente

b) Diseño Experimental

Para el análisis estadístico del presente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental irrestrictamente al azar o completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos incluyendo el testigo, con 5 repeticiones y 5 unidades experimentales por tratamiento, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Observación de una característica

μ : Media Poblacional

A_i : Efecto del Método

a_0 = Monta Natural

a_1 = Semen Puro

a_2 = Semen Diluido 50:50

a_3 = Semen Diluido 60:40

a_4 = Semen Diluido 70:30

e_{ij} : Error Experimental

El Análisis de Varianza esta formado por las siguientes fuentes de variabilidad:

CUADRO N° 2: ANÁLISIS DE VARIANCIA (ANVA)

Fuentes de Variabilidad	G:L
Tratamientos	$(k-1)=$
Error Experimental	$k(n-1)=$
Total	$kn-1$

Se efectuó el análisis de variancia para cada uno de los parámetros evaluados con el objeto de analizar la variabilidad total de los resultados experimentales. Por otro lado para efectuar la comparación de las medias de los tratamientos se realizaron las siguientes pruebas estadísticas:

- Prueba de Tukey para el porcentaje de preñez y porcentaje de parición.
- Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para las características de la camada (Tamaño de Camada, Peso Total de la Camada, Peso promedio de los Lechones/marrana)

Debido a que el presente estudio tiene por objeto evaluar el efecto de los tratamientos en el aspecto reproductivo de las marranas, no se determinó la influencia del verraco sobre los parámetros analizados ya que se utilizó semen de un sólo verraco en inseminación artificial.

2.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO:

Tratamientos: 5

Repeticiones: 5

Nº de unidades experimental: 25

Unidad experimental: 1 marrana

2.2.3 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO:

DE LOS TRATAMIENTOS:

- a) **Testigo: Monta Natural.** Se eligieron al azar animales que parieron de monta natural. El servicio consistía en 2 montas naturales, si el celo era detectado en la mañana la primera monta era en la tarde y la segunda en la mañana, y viceversa.
- b) **Tratamiento 1:** Se eligió al azar del grupo de marranas disponibles para entrar en servicio en las fechas de ejecución del trabajo y estas fueron inseminadas con semen puro. El servicio consistía en 2 inseminaciones, si el celo era detectado en la mañana la primera monta era en la tarde y la segunda en la mañana, y viceversa (ANEXO N° 3).
- c) **Tratamiento 2:** Se eligió al azar del grupo de marranas disponibles para entrar en servicio en las fechas de ejecución del trabajo y estas fueron inseminadas con semen diluido en proporción de 50:50 semen/ diluyente. El servicio consistía en 2 inseminaciones, si el celo era detectado en la mañana la primera

monta era en la tarde y la segunda en la mañana, y viceversa (ANEXO N° 3).

d) **Tratamiento 3:** Se eligió al azar del grupo de marranas disponibles para entrar en servicio en las fechas de ejecución del trabajo y estas fueron inseminadas con semen diluido en proporción de 60:40 semen/diluyente para la primera dosis y 40:60 semen/diluyente para la segunda dosis. El servicio consistía en 2 inseminaciones, si el celo era detectado en la mañana la primera monta era en la tarde y la segunda en la mañana, y viceversa (ANEXO N° 3).

e) **Tratamiento 4:** Se eligió al azar del grupo de marranas disponibles para entrar en servicio en las fechas de ejecución del trabajo y estas fueron inseminadas con semen diluido en proporción de 70:30 semen/diluyente para la primera dosis y 30:70 semen/diluyente para la segunda dosis. El servicio consistía en 2 inseminaciones, si el celo era detectado en la mañana la primera monta era en la tarde y la segunda en la mañana, y viceversa (ANEXO N° 3).

DE LOS DATOS A REGISTRAR:

Se tomaron los siguientes datos:

- a) Fecha de servicios (ANEXO N° 3)
- b) Fecha de repetición de celo (ANEXO N° 3)

- c) Fecha de parto (ANEXO N° 3)
- d) Tamaño de Camada
- e) Peso Total de camada
- f) Peso promedio de lechones/marrana
- g) Número de lechones nacidos vivos, muertos, momificados y eliminados

DE LOS ANIMALES:

- a) Se trabajó con hembras mestizas Landrace, Duroc, Yorkshire, Hampshire.
- b) Se trabajó con un macho de raza Landrace de 1 año aproximadamente para la colección de semen y machos cruzados entre Duroc y Hampshire como línea paterna y Landrace y Yorkshire como líneas maternas para la evaluación de la monta natural.

DE LAS INSTALACIONES:

- a) Los verracos estuvieron alojados en corrales individuales de 3x5 mts; disponiendo de bebederos automáticos y comederos de cemento. Con piso de tierra y algunos de cemento. Techo de irapay.
- b) Las marranas fueron agrupadas en corrales de 10x8 mts disponiendo de bebederos automáticos y comederos de cemento. Con piso de cemento y techo de calamina.

DE LA ALIMENTACION:

- a) De las marranas: Las marranas consumieron 3 Kg./día de concentrado, con un aporte de 16% de proteína y 3,200 Kcal. de ED/Kg.
- b) De los verracos: Los verracos consumieron 3 Kg./día de concentrado con un aporte de 14% de proteína y 3, 200 Kcal. de ED/Kg.

DE LA SANIDAD:

Se siguió el programa sanitario establecido dentro de la granja:

En cuanto a la Bioseguridad. Se controla la entrada de personas ajenas a la granja, como medida de prevención para evitar la introducción de enfermedades y su diseminación.

Existe el recojo de los residuos fecales, los cuales son llevados a un área lejana a la granja.

El agua es controlada de tal forma que no se contamine y pueda usarse en todo tipo de requerimiento.

Se controla los roedores y moscas periódicamente.

Para animales traídos de otras granjas existe un periodo de cuarentena.

Continuamente se limpia y desinfecta las instalaciones.

En cuanto a Vacunas solo se aplica a los 45 días Cólera Porcino y en verracos y marranas cada 6 meses.

Se desparasita a los lechones a los 2 meses con Rank (1ml/30Kg), subcutáneo; y a los cerdos adultos cada 6 meses.

DEL SEMEN:

a) **Colección del Semen.** Se utilizó el método de colección denominado "Gloved Hand" o "Mano Enguantada"; usándose una marrana en celo para colectar el semen. Una vez que el verraco se montaba sobre la marrana en celo y extendía el pene; este era sujetado y presionado firmemente con la mano en la zona del glande con la finalidad de estimular la eyaculación; colectándose únicamente la fase rica en espermatozoides. El líquido espermático se recogió en un termo de colección provisto de una gasa en la boca para evitar que pase la fracción grumosa del semen u otros elementos contaminantes (ANEXO N° 5). Las colecciones se efectuaron dos a tres veces por semana.

b) **Evaluación del Semen.** Una vez realizada la colección el semen fue llevado al laboratorio donde se evaluó macroscópicamente y microscópicamente, con la finalidad de determinar su aptitud fecundante.

Se evaluó las características macroscópicas (volumen y pH) y microscópicas (motilidad, concentración espermática y número total de espermatozoides).

La determinación del aspecto y color se efectuó a simple vista.

- **Volúmen.** Para su medición fue necesario traspasar la eyaculación del termo de colección a una probeta graduada en ml. Se obtuvo 100 ml.
- **pH.** El semen fue homogenizado con una baqueta, seguidamente se extrajo una gota la que se colocó sobre un segmento de papel indicador; el cual adquirió un color determinado pasados 30 segundos, el segmento de papel era luego comparado en una escala cromática que tenía un color determinado para cada valor de pH (0-14). Se obtuvo el valor de 7.
- **Motilidad.** Se colocó una gota de semen fresco puro (sin diluir) sobre una lámina portaobjeto, la cual se observó en un microscopio (100x), determinándose de esta forma el porcentaje de motilidad progresiva. La medición es de tipo subjetiva y se expresa en porcentaje (%), requiriendo entrenamiento previo.
- **Concentración espermática.** El recuento se realizó utilizando el Método del Hemocitómetro. La cantidad se

expresa en miles de espermatozoides/mm³. El procedimiento a seguir para preparar muestra para conteo es el siguiente:

- Absorber con la pipeta semen hasta la marca 1.0,
- Completar con agua hasta la marca 101,
- Agitar la pipeta para uniformizar la mezcla, eliminar las primeras gotas de la pipeta ya que en la parte mas delgada de la pipeta es probable que no se haya dado una mezcla homogénea,
- Dejar que por capilaridad baje el semen hacia la cámara colocando una muestra de semen diluido en ambos lados de la cámara. Dejar reposar,
- Proceder al conteo de ambos lados de la cámara,
- Sacar el promedio de ambos conteos y el resultado se multiplicara por el factor 5000 obteniendo de la siguiente multiplicación:

Dilución 1:100(100)

Cuadrados contados 5 de 25 (5)

Espesor de la lamina 0.1mm (10)

Con el cual se obtendrá el número de espermatozoides /mm³

Número Total de Espermatozoides/Eyaculado. Se determinó multiplicando: Número de Espermatozoides/unidad de volumen x

volúmen eyaculado. Se obtuvo 7×10^9 espermatozoides/eyaculado (100 ml.)

c) Preparación del Diluyente BTS (MINITUB). Una vez elegido éste, los pasos a seguir para su preparación deberán ser seguidos al pie de la letra, pues cada fabricante tiene sus propias recomendaciones para el uso óptimo de sus productos.

Recordemos en todo momento que estamos trabajando con células espermáticas vivas muy delicadas y que de ellas depende nuestra producción a futuro en la granja.

Llenar 1 litro de agua destilada en el Erlenmeyer de 1 litro de capacidad.

Calentarla en Baño María hasta una temperatura de 38 grados Centígrados. No pasar de los 40 °C, pues los componentes del diluyente se pueden alterar.

Introducir el contenido completo del sobre del Dilutor BTS (MINITUB) y remover en forma de circunferencia, sin hacer espuma hasta que todo el polvo del dilutor se haya disuelto.

d) Dilución del Semen. Para realizar la dilución, el semen y el dilutor deben estar a la misma temperatura, la que sería de 37 °C si esta la temperatura del dilutor a la misma temperatura a la que se encuentre el semen, debiendo de estar éstas preferentemente entre los 34 y 37 °C. Tener mucho cuidado en este paso, pues

temperaturas mayores a 1° C de diferencia entre ambos, pueden ocasionar stress térmico y causar la muerte de los espermatozoides.

Realizar la mezcla o dilución durante los primeros 30 minutos luego de la recogida.

Las dosis del semen a usarse con respecto a la cantidad de diluctor son variables, dependiendo de la cantidad de dosis que se desea obtener y la cantidad de semen colectado. En este caso se diluye según los tratamientos (50:50, 60:40, 70:30)

Distribuir las dosis en los frascos de 100 ml. Y conservarlos a 15-18 °C de temperatura. La temperatura de las dosis para inseminación debe de ser de 35-36°C.

DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL:

- a) **Detección del celo.** El inicio del celo de las marranas se determinó mediante la observación de los síntomas característicos que presentan esta especie durante el celo. Las observaciones se realizaron dos veces por día (8 y 3 p.m.). Se consideraba como inicio del celo, al momento en que la marrana se quedaba quieta al ser montada por el verraco, adoptando una posición característica.
- b) **Preparación de la marrana.** Previamente a la inseminación se procedió al lavado y secado de la zona perineal, estimulando a la

marrana antes de la inseminación con la presencia del verraco y masajeándole la ubre y el clítoris.

c) Inseminación de la marrana. Pasos a seguir:

- Se uso una toalla de papel para limpiar la vulva antes de proceder a la inseminación.
- Se lubricó el extremo de la pipeta o del catéter con gotas de semen.
- Se introdujo cuidadosamente el catéter, con la punta hacia arriba, ingresando por la vulva luego por la vagina hasta el cervix. La botella con el semen diluido no se conectó todavía con el catéter.
- Se giró el catéter en el sentido contrario a las agujas del reloj para penetrar en el cervix. En ese momento se puede sentir cierta resistencia al jalar el catéter hacia atrás.
- Se movió cuidadosamente dos o tres veces la botella que contiene el semen diluido para mezclarlo. Se sujeto la botella en el extremo de la pipeta y se presiono lentamente para facilitar el pasaje del líquido al útero de la marrana, pero después se debe dejar que el semen sea absorbido por las contracciones del útero. Generalmente, este proceso dura por lo menos tres minutos.

- Finalizado el proceso, se extrajo el catéter haciéndolo girar en el sentido de las agujas del reloj mientras se jala suavemente. Y durante 3 a 5 minutos se continuó con los estímulos.

En cada inseminación se debe usar un catéter nuevo para eliminar la posibilidad de transmitir infecciones de una hembra a otra. Como provocar metritis o secreciones post servicio, retornos a celo regulares o irregulares con o sin secreción y en casos más severos la infertilidad de la cerda.

CAPÍTULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 MARCO TEÓRICO:

3.1.1 GENERALIDADES:

a) Breve Reseña Histórica de la Inseminación Artificial Porcina.

La inseminación artificial porcina (IA) fue iniciada por IVANOW en Rusia en los primeros años del siglo XX (IVANOW, 1907). Posteriormente, se desarrolló su uso en la década de los 30 en las granjas estatales rusas (RODIN y LIPATOV, 1935; MILOVANOW, 1938) y en los años siguientes se fue extendiendo a otros países (en USA MCKENZIE, 1931; en Japón, ITO et al., 1948). Esta técnica fue reintroducida en el sector porcino en el Reino Unido gracias a los trabajos desarrollados por Chris POLGE (1956), ya que la gran ventaja que aportaba esta tecnología era el aprovechamiento del potencial genético de los mejores verracos en un amplio número de reproductoras, facilitando la mejora genética. En la actualidad, la inseminación artificial porcina es una técnica reproductiva de amplia aplicación en todo el mundo desarrollado, aunque el grado de utilización en los diversos países es muy variable. En los países europeos en general la aplicación de la inseminación artificial es muy elevada, llegando a tasas superiores

al 80% en algunos países (Holanda, Francia, Alemania, España, Noruega, Finlandia, etc.), mientras que, por el contrario, en los Estados Unidos el porcentaje de utilización de la inseminación artificial es aún reducido (del orden del 50%), aunque en los últimos años se ha producido un incremento muy destacable. Según las últimas estimaciones en el mundo se realizan unas 19 millones de inseminaciones, de las cuales la práctica totalidad (99%) se realiza con semen refrigerado a 15–20°C (JOHNSON et al., 2000). De estas inseminaciones más del 85% se realiza en el mismo día de recogida o en el día siguiente. Entre los factores que han favorecido el desarrollo de esta técnica se encuentran las ventajas en la diseminación del material genético mejorante del verraco, unido a que los resultados obtenidos con esta técnica igualan incluso mejoran los obtenidos en sistemas con monta natural.

b) Ventajas y Desventajas de la Inseminación Artificial Porcina.

La mayor ventaja que ofrece la inseminación es que le permite mayor uso de nueva genética superior, a un costo potencialmente menor, que algunos de los sistemas de monta natural y con menos riesgo de transmisión de enfermedades. Esto se puede lograr sin el gasto de comprar y mantener un verraco superior. Además, los buenos verracos pueden usarse más extensivamente que los que se

utilizan para monta natural porque con la IA se aumenta el número de inseminaciones por eyaculado. (HOFMO, 1991).

Según **BUNDY** (1992) las ventajas de la inseminación artificial en cerdos son:

- Permite preñar a gran número de hembras con sementales sobresalientes.
- Permite a los granjeros modestos el empleo de sementales probados o superiores.
- Contribuye a detener la propagación de enfermedades porcinas.
- Reduce la inversión de capital en verracos y equipo para su manejo, necesaria a cada criador de cerdos.
- Permiten superar las dificultades que surgen cuando los verracos y las hembras jóvenes son de corpulencias muy diferentes.
- Permite llevar registros de apareamiento más exactos.
- Resuelve los problemas debido a verracos estériles, reacios o inactivos.
- En un periodo de tiempo más corto pueden fecundarse con semen procedente de un solo semental un mayor número de hembras.

Y las desventajas que surgen empleando la inseminación artificial son:

- Para conseguir el empleo efectivo de la inseminación artificial muchos productores de cerdos dejan que sea el verraco el que

detecte el calor de la hembra. Muchos criadores no se preocupan en descubrir a tiempo el inicio del periodo de calores, con el consiguiente resultado de una disminución en la concepción.

- El promedio de los productores comerciales no dedican tanto tiempo al apareamiento en la pira como es necesario, cuando se emplea la inseminación artificial.
- Se necesita mano de obra adicional cuando cada hembra se cubre y maneja individualmente.
- Solo un pequeño porcentaje de porcinocultores conocen y pueden aplicar la inseminación artificial. Las técnicas se aprenden sin dificultad. Este problema se supera fácilmente.
- Para que resulte económico el tiempo empleado por los técnicos, conviene que varias cerdas estén al mismo tiempo en celo y dispuestas para su cubrición. Para la solución de este problema se han hecho progresos mediante la sincronización de la ovulación.

c) Taxonomía del Ganado Porcino.

- **Taxonomía:**

Según **ENSMINGER** (1980). La posición básica del cerdo domesticado en la escala zoológica es:

- **Reino:** Animal
- **Tipo:** Cordados
- **Clase:** Mamíferos

- **Orden:** Artiodáctilos
- **Familia:** Suidos
- **Género:** Sus
- **Especies:** Sus scrofa y Sus vittatus

3.1.2 SOBRE LA REPRODUCCIÓN:

La meta a alcanzar en la reproducción del cerdo es reunir y acoplar animales que puedan engendrar lechigadas numerosas, resistentes, sanas, de lechones que se desarrollan rápidamente con el mínimo alimento posible, y que produzcan pies de crías óptimas o buenas canales.

a) El Sistema Reprodutor del Verraco.

ALMOND (1996) señala, que el verraco debe producir esperma fértil que sea suficiente para inseminar 10-40 primerizas o cerdas por semana. Para realizar esto, la anatomía del aparato reproductor del verraco y su actividad sexual (líbido) deben ser normales.

Según **ALMOND** (1996), el sistema reproductor el macho esta compuesto de 5 partes:

- El cerebro;
- La glándula pituitaria;
- Los testículos;
- El tracto urogenital y
- Las glándulas accesorias.

Estas cinco partes deben funcionar juntas para que el verraco pueda producir espermatozoides fértiles. Muchas de estas funciones están controladas por el balance preciso de las hormonas de la reproducción. El stress y la malnutrición pueden afectar este balance e interferir con la fertilidad.

Según **BUNDY** (1992) el aparato reproductor del macho consta de:

1) los testículos, 2) los conductos espermáticos, 3) las vesículas seminales, 4) la próstata, 5) las glándulas de Cowper, 6) la uretra y, 7) el pene.

ALMOND (1996) señala que los espermatozoides, son células especializadas cuya única función es la de fertilizar al óvulo, son diseñados para este propósito. El espermatozoide normal tiene una cola y una cabeza.

En el extremo de la cabeza hay una región especializada llamada acrosoma. El acrosoma contiene enzimas que ayudan al espermatozoide a penetrar las membranas externas del óvulo, lo cual es necesario durante el proceso de fertilización. Si el acrosoma es dañado, el espermatozoide no será capaz de fertilizar al óvulo. Evite que el espermatozoide sea expuesto al calor o sufra un choque de frío, sea sometido a cambios abruptos de pH o de presión osmótica, por que todos estos daños pueden causar daño al acrosoma.

La cabeza del espermatozoide además contiene la información genética (ADN en cromosomas) del macho que es transportada

dentro del óvulo en el momento de la fertilización. Durante la fertilización, el ADN del macho se une al ADN de la hembra para formar el genotipo de los lechones. Si la forma o el tamaño de la cabeza del espermatozoide son anormales, este no podrá fertilizar al óvulo. La mayor parte de estas anomalías son genéticas y si un verraco produce más de 10% de espermatozoides con cabezas anormales debe ser eliminado.

La cola le da movilidad al espermatozoide. La movilidad no se refiere a como el espermatozoide llega desde el cervix (adonde es depositado) al oviducto (adonde fertiliza el óvulo), pero si se refiere a como el espermatozoide empuja la cabeza adentro del huevo durante la fertilización. De modo tal que verracos con espermatozoides que no se mueven son infértiles.

Problemas de motilidad pueden ser el resultado de defectos genéticos; estos se manifiestan como colas arrolladas, dobles, o filiformes. Espermatozoides inmóviles pueden ser el resultado de un manejo inadecuado del semen o técnicas de almacenaje. Colas dobladas indican usualmente que el esperma ha sido estresado por calor, un golpe de frío, o un cambio abrupto en el pH. Las colas pueden ser arrancadas de las cabezas de los espermatozoides son expuestos a stress mecánico o cambios severos de la presión osmótica.

b) El Sistema Reproductor de Hembra:

Según **ALMOND** (1996) los usuarios de la IA deben familiarizarse con el aparato reproductor de la hembra y debe también entender los cambios hormonales que ocurren durante el ciclo del estro.

Para **BUNDY** (1992) el aparato reproductor de la cerda consta de ovarios, oviductos, útero, vagina y vulva.

- Ovarios
- Oviductos
- Útero
- Cervix o cuello del útero
- Vagina
- Vulva

c) El Ciclo del Estro Normal:

ALMOND (1996) señala que el promedio de un ciclo del estro en el cerdo es de 21 días, pero este puede variar de individuo a individuo, por lo tanto un ciclo de 17-25 días es "normal". El proestro dura alrededor de dos días, el estro dos a tres días y el metaestro uno a dos días. El resto del ciclo está en diestro. Los cuerpos lúteos son funcionales durante alrededor de 16 días después de la ovulación. La ovulación ocurre espontáneamente, 36 a 44 horas después del inicio del estro o un poco después de la mitad del estro.

El primer día del estro reconocido como tal se denomina "día 0". Este día es cuando la hembra esta sexualmente receptiva. Sin embargo, varios cambios físicos hormonales han ido ocurriendo previo al estro en preparación para la fertilización. El ciclo del estro se divide en tres fases distintas:

- Proestro (fase folicular): 16 a 21 días;
- Estro (receptividad sexual): 0 a 2 días; y
- Diestro (fase lútea): 3 a 15 días.

PECHISA SA (2002), indica que:

El proestro, es la fase inicial del celo y dura entre 1 y 2 días en marranas adultas y de 1 a 5 días en marranas jóvenes. Dentro de las observaciones que nos pueden indicar el inicio del celo tenemos: la hembra esta muy inquieta, salta sobre otras pero no se deja montar, baja el consumo de alimento, la vulva esta hinchada y de color rosa.

El estro o verdadero celo, es la fase decisiva en la que debe realizarse la IA debiéndose hacer las siguientes observaciones: la vulva esta menos rosada y ligeramente menos hinchada, la membrana mucosa esta hinchada y húmeda, se presenta el Reflejo de Tolerancia a la Monta (RTM).

El diestro, es la conclusión del celo cuando el RTM desaparece y la inflamación y color de la vulva se toman imperceptibles. Tiene una duración de 1 a 3 días.

HAFEZ (2002) indica que el inicio del estro se caracteriza por cambios graduales en los patrones e comportamientos (inquietud, monta de otros animales, lordosis), reacciones de la vulva (hinchazón, enrojecimiento intenso) y ocasionalmente secreción mucosa. La receptividad sexual es en promedio de 40 a 60 h. el estro puberal suele ser más breve (47h) que los posteriores (56h) y las cerdas jóvenes normalmente presentan un periodo de estro más corto que las adultas. La raza, variación estacional (estro más prolongado en verano y más breve en invierno) y las anomalías endocrinas influyen en la duración del celo.

Los óvulos son liberados 38 a 42 h después de iniciado el estro y la duración de este proceso ovulatorio es de 3.8 h. Las ovulaciones ocurren unas 4 h antes en las hembras que se han apareado. La duración del ciclo estral es de 21 días, aproximadamente (intervalo de 19 a 23 días).

d) Características Seminales:

- **Volúmen.** El verraco se caracteriza por tener una eyaculación de gran volúmen de 150 a 500 cc (**LEWIS**, 1911) e incluso puede llegar hasta 900 cc (**WHITE**, 1993).

Según **MORETTI** (1981) el volúmen fue analizado en primer lugar por **MCKENZIE** (1931) quien admitió variaciones de 125 a 500 cc como volúmen normal eyaculado, luego

MILOVANOW (1938) reportó: 200 a 900 cc e **ITO** et al (1948): 65 a 680 cc.

- **pH.** Según **MARTINEZ** (1986), esta característica que constituye un aspecto bioquímico, varía ampliamente después de la colección y en orden al grado de desintegración del propio eyaculado. El pH del eyaculado depende de la resultante del valor pH de cada una de las fracciones líquidas que integran el volumen total colectado. **MORETTI** (1981), sostiene que la acidez del semen o disminución del valor de hidrogeniones del medio, puede averiguarse con gran exactitud con los peachimetros y de modo más simple y con fines prácticos con los métodos colorimétricos, usando indicadores.

El pH del semen del verraco según reportes varía de 6.5 hasta 8.0 (**DERIVAUX**, 1982; **SORENSEN**, 1982; **HAFEZ**, 2002).

Sin embargo, **MORETTI** (1981) reporta valores inferiores en los trabajos de **MCKENZIE** (1931): 6.4-7.4; **ITO** et al (1948): 6.2-6.8.

- **Motilidad.** El rasgo más sobresaliente en los espermatozoides, es la motilidad y según **MARTINEZ** (1986), es uno de los parámetros más ampliamente usados para evaluar la calidad de semen y se le considera un buen indicador de la viabilidad de los espermatozoides en general.

SORENSEN (1982), sostiene que las células pueden ir en cualquier dirección y no importa la velocidad con que lo hagan. **HOFMO** (1991), afirma que el paso de las células espermáticas hasta el aparato reproductor de la hembra es una función de la motilidad del espermatozoide y constituye uno de los factores principales de la fertilidad, **ALEXOPOULOS** et al (1996), indican que la fertilidad esta altamente correlacionada con el número de espermatozoides motiles depositados en el tracto reproductivo de la hembra. Por otro lado **DERIVAUX** (1982) sostiene que el estado dinámico de por si no basta para asegurar que también se haya conservado el poder fecundante y **HAFEZ** (2002), menciona que los espermatozoides muertos del verraco, inseminados en marranas, se transportaron con menor eficacia al oviducto que los espermatozoides vivos; de allí se puede afirmar que la motilidad del esperma facilita la penetración, pero no es absolutamente necesaria.

e) Factores que Influyen en las Características Seminales:

Hablando de manera general, las características seminales pueden variar según: edad, raza, método de colección, factores alimenticios, etc. (**DERIVAUX**, 1982).

- **Edad.** Trabajando con verracos de 8-20 meses de edad **MORETTI** (1981), reportó que la edad tuvo solo un ligero efecto sobre el volumen del eyaculado. Por otro lado

ALTHOUSE et al (2000), obtuvo que el volumen eyaculado se incrementó con la edad.

Según **HAFEZ** (2002), reporto que entre 7 a 55 meses, la concentración espermática y la cantidad total de espermatozoides por eyaculado van aumentando al avanzar la edad debido posiblemente a que existen diferentes intensidades de evolución y maduración espermática.

- **Raza.** La influencia del factor raza, teniendo en cuenta razas puras se observó menor volúmen para los Duroc y Hampshire (**MARTINEZ**, 1986).

Se ha observado que no existen diferencias en el pH entre razas (**MORETTI**, 1981).

ALTHOUSE et al (2000), obtuvieron la mayor motilidad en animales cruzados y la menor en Landrace.

Con referencia a concentración espermática y número total de espermatozoides, la más alta concentración se observo para Duroc y el número de espermatozoides por unidad de volúmen fue significativamente mayor en machos cruzados y Landrace. Se reporto menor concentración para la raza Hampshire (**MARTINEZ**, 1986).

- **Clima.** Otro factor a considerar es el clima, **HOFMO** (1991) señalo que la producción seminal de los cerdos es mejor en los

periodos del año relativamente frescos y según **ALMOND** (1996) el verraco se desenvuelve muy bien entre los 15-17 °C.

ALTHOUSE et al (2000), al evaluar semen de machos de diversas razas, obtuvo el menor volúmen eyaculado en verano, y el mayor en invierno.

Las altas temperaturas reducen la concentración espermática, observándose en verano menor concentración, frente aun mayor nivel en la estación de invierno (temperaturas bajas) (**GOTTARDI** et al 1980).

- **Medio Social.** También el medio social influye, así en un trabajo de **MORETTI** (1981), el patrón de cambio estacional en el volúmen de semen fue modificado, sin afectar la motilidad, deduciéndose que la presencia o ausencia de hembras a su alrededor altera los patrones estacionales de algunas características productivas de verracos adultos.
- **Alimentación.** **HAFEZ** (2002), menciona que la ingestión restringida de alimentos disminuye el volúmen del plasma seminal o que una deficiencia nutricional deprime la producción de semen.

MARTINEZ (1986), menciona que analizando la composición química del eyaculado llego a la conclusión, que la eyaculación significa una pérdida de proteína pudiendo concluirse que los

sementales en régimen sexual activo necesitan un nivel mayor de proteína.

Una deficiencia nutricional retrasa el inicio de la pubertad, deprime la producción y características del semen; y si a verracos maduros, se les administra raciones pobres en energía durante periodos prolongados se afecta la libido y la producción de testosterona mucho antes que las características del semen.

f) Factores que Afectan la Reproducción en Marranas:

HOFMO (1991), los factores más importantes que se deben tomar en cuenta para una buena reproducción son la nutrición, manejo y prácticas sanitarias, llevando obviamente una buena selección genética de animales libres de trastornos patológicos que pueden producir problemas en la ovulación o bien en la supresión total de esta.

Otros factores biológicos y medioambientales que afectan la reproducción en las marranas son las siguientes:

- **Raza.** La pubertad en las gorrinas se presenta entre los 6 y 9 meses de edad dependiendo de la raza; observándose que la raza Landrace es una de las primeras en iniciar la pubertad, seguida por las razas Large White, Hampshire, Duroc y Yorkshire (**MORETTI, 1981**). El autor encontró que el tamaño de la camada nacida viva fue mayor en la raza Yorkshire (10

lechones) seguida de las razas Landrace, Duroc y Hampshire (9.4, 8.9 y 8.4 lechones respectivamente).

- **Edad.** GOTTARDI et al (1980), encontraron que el tamaño de la camada se incremento conforme aumentaba la edad de a marrana.
- **Peso.** Al relacionarse el peso con los rendimientos reproductivos encontramos una correlación directa con la edad (MORETTI, 1981), señala que para marranas de 100, 125, 150 y 175 Kg. de peso vivo se tiene que el número de óvulos fue de: 13.6, 15.4, 16.4, y 17.1 respectivamente mientras que el número de embriones a los 35 días de preñez fue de: 10.5, 11.8, 12.4, y 13.8 respectivamente.
- **Número de celo.** El número de celo tiene también una relación directa en el número de marranas paridas de acuerdo al número de celos después de la pubertad. (HOFMO, 1991), indica que fue mayor la tasa de ovulación y el número de marranas paridas fue mayor cuando fueron servidas en su tercer celo después de la pubertad que en aquellas servidas en el primer y segundo celo (10.0, 6.9; 10.8, 8.0, y 11.9, 9.4 respectivamente).
- **Temperatura ambiental.** El efecto de la temperatura sobre la supervivencia embrionaria, es un factor importante debido a que puede disminuir la tasa de ovulación, no siendo esta la responsable del bajo número de lechones por camada.

(MORETTI, 1981), indica que se obtiene mejores rendimientos reproductivos con temperaturas ambientales entre 26 y 30 °C que con 33°C.

- **Flushing.** MARTINEZ (1986), señala que programas continuos de alimentación alta tanto en proteína como en energía después del periodo de lactancia hasta el apareamiento deben ser considerados de primordial importancia para la manifestación del celo en marranas. La técnica del "Flushing" parece mostrar correlación entre el nivel de alimentación y la tasa de ovulación en marranas.

- **Uso del verraco.** Para GOTTARDI et al (1980), el excesivo uso del verraco o con prolongados periodos de descanso sexual afectan el tamaño de la camada.

HOFMO (1991), señala que hay poca información sobre los efectos de la frecuencia de montas en la fecundidad y fertilidad de los verracos y esto es probablemente por lo que las recomendaciones sobre frecuencia de montas varían de 2 veces por semana a diariamente en verracos jóvenes.

- **Número de partos.** MARTINEZ (1986), señala que el tamaño de la camada aumenta con el número de partos, hasta la cuarta semana, y el promedio de lechones nacidos muertos en todas las camadas es 0.7 lechones.

- **Número de montas o de inseminaciones artificiales por celo.**
Según **HOFMO** (1991), el tamaño de camada puede ser altamente influenciada por el número de cruzamientos naturales o inseminaciones artificiales por periodo de celo.(CUADRO N° 3)

CUADRO N° 3: NÚMERO DE INSEMINACIONES POR CELO Y PORCENTAJE DE PREÑEZ.

	Primerizas			Marranas adultas		
	Una IA	Dos IA	Mejora	Una IA	Dos IA	Mejora
N° de animales	423	1508		1060	3459	
Preñez (%)	62.9	73.8	10.9	67.9	74.3	6.4
Tamaño de camada	8.5	8.6		10.6	11.1	

Fuente: **HOFMO** (1991)

3.1.3 SOBRE LA COLECCIÓN DE SEMEN:

Entre las características más típicas de la eyaculación en el verraco, esta la duración del coito: 10 a 15 minutos o más; la apreciación de esta característica tiene importancia para una eficiente colección artificial puesto que el periodo de colección es igual al servicio natural, (**HAFEZ**, 2002).

SORENSEN (1982) asegura que usando el método de colección llamado "Gloved Hand" ha obtenido valores que oscilan de 5 a 25

minutos, tiempo durante el cual el macho puede estar muy activo y luego descansar unos minutos para continuar eyaculando.

Se realiza con la ayuda de un maniquí o brete de monta que simulará el aspecto de la marrana, donde el macho montara para luego realizar la colección del semen.

Para la colección del semen es importante mantener al macho tranquilo y sin molestarlo no forzarlo a trabajar, y así tome confianza con el que lo conduce y el lugar de trabajo (MARTEL, 2000).

Según HAFEZ (2002), debe tomarse en cuenta que la parte activa de una buena colección de semen comienza por el procedimiento "incitador", pudiendo esta aumentar la producción de semen, mejorando además la calidad del mismo.

Existen varias formas de coleccionar semen, y el método que se utilice depende en ciertos casos del propósito final de la colección, una muestra para análisis puede ser de volumen pequeño y no tan limpia como las utilizadas para la inseminación artificial (SORENSEN, 1982).

HAFEZ (2002) señala que la presión es el estímulo mediante el cual el cerdo eyacula, y esta presión varía (desde ligera a dura) según cada animal. Cuando los machos jóvenes se alimentan y manejan adecuadamente, es posible coleccionar semen de calidad a la edad

aproximada de 7 a 8 meses. Se recomienda que no se realice con mayor frecuencia que cada tercer día.

DERIVAUX (1982), indica que el eyaculado del cerdo contiene tres fracciones: la primera formada por una gran cantidad de líquido seminal, corrientemente muy contaminada por bacterias, luego es expulsada la fracción espermática propiamente dicha. La emisión de esta última va seguida de la de una nueva fracción seminal rica en materiales gelatinosos.

HENRIOD (2003), señala que se debe cuidar en todo momento que los rayos solares no alcancen directamente al semen, pues son espermicidas.

Al momento de la colección, desechar la primera porción, llamada pre-espermático y que es transparente y acompañada de ciertas porciones de tapioca. Esta fracción está generalmente muy contaminada con restos de orines almacenados en la bolsa prepucial y agentes contaminantes.

Colectar sólo la fracción rica del eyaculado, compuesta de 50 a 150 ml., dependiendo de la capacidad espermática de cada verraco, la que varía de acuerdo a la edad, raza, línea genética, tamaño testicular, y/o estado fisiológico. Esta es la fracción que contiene espermatozoides en alta concentración y su color es blanco cremoso.

La tercera fracción, que es también transparente, llamada post esperámica, tiene sustancias que activan el movimiento y desplazamiento de los espermatozoides y la tapioca. Si queremos conservar el semen por más de 12 horas o algunos días, esta fracción no nos conviene, pues para almacenar los espermatozoides, deberemos tratar de inmovilizarlos para evitar su desgaste, que es precisamente lo que hacen los diluyentes conservadores y el almacenamiento en frío.

3.1.4 SOBRE LOS DILUCTORES DE SEMEN:

Hay una variedad de diluyentes de semen, que se venden en forma de polvo, para diluir semen de verracos; el semen diluido se debe almacenar a 17 °C, y los espermatozoides son viables hasta por tres días. **HAFEZ** (2002).

HOFMO (1991), señala que la elección del diluyente debe ir asociada al tipo de uso que se vaya a hacer de él. Cuando el tiempo de conservación sea inferior a tres días, la elección más racional sería la utilización de un diluyente de corta duración con unos costos menores y con unos resultados equivalentes a los de diluyentes de larga duración. Se han realizado un gran número de estudios que pretenden evaluar la eficiencia reproductiva que presenta la utilización de diversos diluyentes. Primeramente debemos considerar que la relación entre la calidad seminal (que preserva el diluyente) y la fertilidad resultante de su utilización no es directa. Además, estos estudios se han

realizado en condiciones experimentales muy diferentes (tipo de animales, condiciones ambientales, N° de inseminaciones, N° de espermatozoides por dosis, momento de aplicación de las dosis, etc.) por lo que se debe tener especial cuidado en intentar hacer comparaciones entre ellos.

DERIVAUX (1982), indica que el diluyente debe mejorar el poder fecundante del espermatozoides y mantenerlo a nivel elevado durante el mayor tiempo posible; debe ser de fácil preparación y prestarse fácilmente a la esterilización y asepsia y ser finalmente económico.

Se entiende por dilución del semen, a la combinación del semen con sustancias que mejoraran la supervivencia de los espermatozoides, sustancias que tienen el nombre de Diluctores. Luego de mezclarlos con agua destilada, estos se mezclan luego con el semen.

Este sistema ayuda a obtener mayor cantidad de dosis por eyaculado y mejora la fertilidad, optimizándose aun más con la ayuda de un microscopio. (**MARTEL, 2000**).

La dilución permite aumentar el volumen total de la masa espermática, asegurar un medio favorable para la supervivencia de los espermatozoides utiliza distintos medios como diluctores: glucosa y yema de huevo o glicocola y yema de huevo a razón de 2 g. de glucosa o de glicocola, 30 cc. de yema de huevo y 100 cc. de agua

destilada. También se utiliza citrato sódico, con 3% de yema de huevo, adicionado de antibióticos. (DERIVAUX, 1982).

HENRIOD (2003), señala que es vital para el porcicultor el saber elegir un determinado diluyente-conservador de espermatozoides de porcino, pues de él dependerá la calidad de dilución, conservación y resultados reproductivos en la granja. Las principales características a tenerse en cuenta serán, la marca (garantía del fabricante), composición del mismo y período por el que garantiza la conservación de los espermatozoides (membranas citoplasmáticas o acrosoma) así como el o los antibióticos que contiene (control sobre la contaminación seminal, que varía de acuerdo a la época, zona geográfica, establecimiento y verraco).

Los espermatozoides se encuentran en el plasma seminal que suministra los nutrientes necesarios para mantener una elevada actividad metabólica necesaria para el proceso de transporte espermático a través del genital femenino. En el eyaculado, esta actividad metabólica solo puede mantenerse durante un período de tiempo muy limitado, como es conocido desde los primeros estudios sobre la conservación del semen porcino (LEWIS, 1911). Para poder conservar los espermatozoides durante períodos prolongados es necesario que se reduzca la actividad metabólica de los espermatozoides, mediante la dilución en un medio adecuado y la reducción de la temperatura.

Las peculiares particularidades que presenta el espermatozoide porcino hacen que sea muy sensible al shock por frío (PURSEL et al, 1973), que produce una alteración de la viabilidad espermática. Todo hace que se altere la funcionalidad de la membrana espermática y la viabilidad celular se vea comprometida (revisado por WHITE, 1993). Esta susceptibilidad al choque por frío, supone en la práctica que las muestras seminales deban ser conservadas a 15-20°C, ya que una reducción en la temperatura de almacenamiento limita la viabilidad de las muestras seminales (PAULENZ et al., 2000).

La conservación a estas temperaturas moderadamente reducidas limita la capacidad de almacenamiento de las muestras por una parte porque no puede reducirse el metabolismo celular y por otra porque no pueden controlarse las condiciones microbiológicas con la misma efectividad de temperaturas inferiores (5°C).

a) Tipos de diluyentes:

A nivel práctico en las condiciones actuales de producción los diluyentes se han clasificado en dos grandes grupos, los que tienen como objetivo la conservación a corto plazo (menos de 1-3 días), o aquellos que tienen por objetivo la conservación a largo plazo (más de 4 días) (CUADRO N° 4). Las ventajas que aportan los diluyentes de larga duración son la posibilidad de transporte a

largas distancias, permiten realizar pruebas diagnósticas sobre el semen antes de ser utilizadas.

CUADRO N° 4: DILUYENTES AGRUPADOS POR LA DURACIÓN.

Corta duración (1 – 3 días)	Larga duración (más de 4 días)
Beltsville Liquid (BL-1)	Acromax®
Beltsville Thawing Solution (BTS)	Androhep®
Illinois Variable Temperature (IVT)	Modena
Kiev	MULBERRY III®
	Reading
	X-Cell®
	Zorlesco
	ZORPVA

CUADRO N° 5: COMPOSICIÓN (EN g/L) DE LOS DILUYENTES DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PORCINA MÁS UTILIZADOS.

	IVT	Kiev	BTS	Zorlesco	MRA	ZORPVA	Reading	Modena	Androhep
Glucosa	3	60	37	11.5	+	11.5	11.5	25 ^a	26
Citrato sódico	24.3	3.7	6.0	11.7	+	11.65	11.65	6.90	8.0
EDTA		3.7	1.25	2.3	+	2.35	2.35	2.25	2.4
Bicarbonato sódico	2.4	1.2	1.25	1.25	+	1.75	1.75	1.00	1.2
Cloruro potásico	0.4		0.75		-				
Acetilcisteína	0.05								
HEPES									9.0
BSA				5.0	+			3.00	2.5
TRIS				6.5	-	5.5	5.5	5.65	
Ácido cítrico				4.1	-	4.1	4.1	2.00	
Cisterna				0.1	+	0.7	0.7	0.05	
Trehalosa							1		
PVA						1	1		
Acetato potásico					+				
MOPS					+				
MOsm	290	380	330	240	290	275	300	282	309
pH		7.2	7.2		6.9			6.9	6.8

^a: glucosa monohidrato. IVT; Kiev (PLISKO, 1965); BTS (PURSEL et al, 1973); Zorlesco (GOTTARDI et al., 1980); MR-A (MARTIN RILLO, 1984); ZORPVA (ALEXOPOULOS, 1996); Reading (LEVIS, 2000); Modena (MORETTI, 1981); Androhep (WHITE, 1993).

b) Funciones del diluyente:

Para llevar a cabo su misión el diluyente debe aportar los nutrientes necesarios para el mantenimiento metabólico de la célula espermática (glucosa), la protección frente al shock

térmico por frío (BSA), controlar el pH del medio (Bicarbonato, TRIS, HEPES), la presión osmótica (sales NaCl, KCl) y la inhibición del desarrollo microbiano (antibióticos).

- **Nutriente.** El espermatozoide tiene capacidad de producir la energía necesaria para mantener su metabolismo celular y generar el movimiento del flagelo, principalmente a través de las vías glicolíticas. La fuente de energía más frecuentemente utilizada en la composición de los diluyentes es la glucosa, aunque se han usado otras (galactosa, fructosa, ribosa o trehalosa) sin que los resultados hayan superado a la glucosa.
- **Regulación del pH.** El pH del semen recién eyaculado se encuentra próximo a 7.4 ± 0.2 , al igual que otros fluidos orgánicos, y cuando se reduce este pH al mismo tiempo se reduce el metabolismo energético del espermatozoide y su motilidad. El metabolismo glicolítico que desarrolla el espermatozoide (carbohidrato principal es glucosa) hace que el pH intracelular disminuya y el metabolismo celular quede reducido. La adición de agentes tamponadores ayudan, por tanto, a controlar el pH del medio. Entre los tamponadores más simples se encuentran el bicarbonato y el citrato (sódico) que presentan una capacidad de tamponar limitada, mientras que otros tamponadores más complejos (TES, HEPES,

MOPS, TRIS) pueden regular el pH en un rango más amplio y no son dependientes de la temperatura (MOPS y HEPES).

El pH de los diluyentes normalmente utilizados oscila entre 6.8 y 7.2 (CUADRO N° 5), pero hemos de tener en consideración que el pH de estos medios no se estabiliza hasta pasado unos 60-90 minutos del inicio de la dilución en agua y que los distintos diluyentes presentan un diferente patrón de cambio de su pH a lo largo del tiempo (LEVIS, 2000). Por lo que se han de tomar las medidas oportunas en el proceso de preparación de los diluyentes antes de su uso, para evitar problemas en el proceso de conservación.

c) Utilización de antibióticos:

En la mayoría de los casos el tejido testicular y las glándulas accesorias del verraco están libres de bacterias y por tanto la contaminación bacteriana del eyaculado se produce durante el proceso de recogida seminal (MARTIN RILLO, 1984). Para controlar el crecimiento microbiano en el diluyente es necesario añadir un agente antibiótico, ya que los componentes del diluyente (glucosa) así como la temperatura a las que se conservan las dosis (15-16°C), permiten el crecimiento de la mayoría de bacterias gram negativas entre las que se incluyen (E. Coli, Salmonella y Pseudomonas). La contaminación bacteriana

principalmente produce una serie de alteraciones entre las que se encuentra una disminución de la motilidad, aglutinaciones espermáticas, aumento del porcentaje de acrosomas alterados y una reducción del pH hasta niveles ácidos (5.7-6.4) (ALTHOUSE et al., 2000), que conducen a una reducción en el tiempo de conservación de las dosis seminales. Por tanto, la adición del antibiótico en la adecuada concentración favorecerá la supervivencia espermática y se incrementarán los resultados de fertilidad (revisado por COLENBRANDER et al., 1993). Además de la aplicación del antibiótico adecuado en la concentración necesaria, se puede hacer un gran avance en este sentido si se mejoran las condiciones higiénicas en las que se produce la recogida seminal y el procesado de las dosis seminales (ALMOND, 1996).

La adición de penicilina y estreptomomicina (1g/L) fue en un principio la combinación más utilizada, posteriormente se han utilizado con éxito aminoglicósidos, entre los que se encuentra la gentamicina, neomicina y la kanamicina, en concentraciones próximas a los 200 mg/L.

d) Tiempo de conservación:

Diversos estudios han analizado el efecto de la duración del almacenamiento en diversos diluyentes sobre la fertilidad

resultante de su aplicación. Así, utilizando el diluyente BTS, **HOFMO** (1991) demuestra una reducción significativa de la fertilidad cuando se almacena 48 horas, mientras que el número de lechones nacidos totales (LNT) y nacidos vivos (LNV) decrece significativamente en 24 horas de conservación (CUADRO N° 6). Unos resultados similares fueron obtenidos por **ALEXOPOULOS** (1996) quien detecta una reducción de la fertilidad cuando el semen es conservado más de 72 horas en BTS.

CUADRO N° 6: FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD TRAS INSEMINACIÓN CON SEMEN CONSERVADO EN BTS.

Horas conservación	Fertilidad (%)	LNT	LNV
4-14	67.8 ^a	11.96 ^a	10.94 ^a
28-38	69.8 ^a	11.73 ^b	10.73 ^b
52-62	64.6 ^b	11.61 ^b	10.64 ^b

^{a,b}: superíndices diferentes en la misma columna $p < 0.05$

Fuente: **HOFMO** 1991.

3.1.5 SOBRE LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN DEL SEMEN.

Los espermatozoides del verraco son sensibles a los cambios bruscos de temperatura. Se debe tener mucho cuidado y evitar los cambios repentinos de temperatura en todas las fases de la recolección del

semen, así como durante su dilución, almacenamiento e inseminación. (BUNDY, 1992).

Las investigaciones relacionadas a la conservación de semen porcino a bajas temperaturas han sido menos satisfactorias. A la temperatura corporal, y en presencia de aire, el espermatozoides puro conserva una buena movilidad durante 6 a 8 horas; mientras que a la temperatura de 15 a 20 °C los espermatozoides quedan rápidamente inmóviles. (DERIVAUX, 1982).

HENRIOD (2003) señala que la conservación se realiza en una cámara conservadora diseñada exclusivamente para este fin, con el que se logra mantener una temperatura constante de 16 grados Centígrados, que es a la que el semen se mantiene mejor, siendo el rango permisible de 15 a 18°C. Esta unidad es indispensable para garantizar un almacenamiento óptimo de las dosis seminales y por lo tanto garantizar una buena viabilidad espermática.

Pueden utilizarse otros medios, como es el utilizar una caja de tecnoport u otra similar. Muchos lo hacen y lamentablemente no es la mejor forma, pues los resultados de fertilidad y de tamaño de camada al nacimiento así lo dicen. El inconveniente es que la temperatura puede bajar más de los 15 °C (cuando se coloca recién el hielo, esto provoca la mortalidad de espermatozoides) y/o puede subir más de los 18 °C (cuando el hielo ya se derritió, lo que estimula el movimiento de

los espermatozoides y así se agotan sus reservas y por lo tanto acorta su período de vida).

En este caso, la fertilidad y/o prolificidad de la hembra se puede ver comprometida significativamente, ya que con sólo la evaluación de motilidad no se puede predecir la viabilidad espermática, pues la motilidad puede ser muy buena mientras el espermatozoide viva. Lo que no podremos garantizar, es cuanto minutos u horas de vida le quedan aún a los espermatozoides y si durante este tiempo serán aún capaces de fertilizar al óvulo.

REED (1990), señala que el rango de temperatura ideal para la conservación del semen esta entre los 15 y 20 °C en el cual el semen puede ser mantenido hasta por 3 días sin perdida de la fertilidad.

ALTHOUSE et al (2000), determino durante el periodo de un año la fertilidad de marranas inseminadas con semen diluido y conservado a 18°C hasta 2.5 días, encontrando una tasa concepción de 92.2% a los 28 días de ocurrida la inseminación y un porcentaje de preñez final de 80.8%.

3.1.6 SOBRE LA TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL:

La inseminación puede realizarse sin sujetar a la cerda; con un poco de masaje y presión en el lomo, la cerda permanece tranquila durante la IA. El catéter de inseminación debe guiarse dentro del cuello uterino, debido a que la vagina se estrecha directamente hacia el, que a su vez también se estrecha. **HAFEZ (2002)**.

Según **MARTEL (2000)** señala que el éxito y los mejores resultados que puedan obtenerse en inseminación artificial, es gracias a un trabajo cuidadoso y esmerado al momento de ejecutarlo, desde la desinfección de materiales, colección del semen, y el momento mismo de la inseminación.

Son tres factores claves que deben manejarse de una forma responsable como:

- Temperatura del semen
- Desinfección
- Inseminación lenta

La inseminación se realiza lentamente y requiere de 4 a 5 minutos e incluso más. Cuanto más calmada este la cerda, mientras se realiza la intervención, más probabilidades existen de que la fecundación sea elevada, ya que esta placidez es un síntoma importante de que el estro esta en el momento conveniente. (**DERIVAUX, 1982**).

Debido a la variación de la intensidad de las contracciones del útero, suele llevar más tiempo inseminar a las lechonas que a las cerdas adultas. Si se deposita muy rápido el semen puede causar reflujos por la vulva. Evidentemente ese semen que se sale se desperdicia. Se debe recordar que se está tratando de reemplazar al verraco, que se pasa de cinco a diez minutos en cada monta (HENRIOD, 2003).

a) Detección de celo:

El celo tiene una duración promedio de 48 a 72 horas, dura 1 a 2 días en las cachorras y 2 a 3 días en las cerdas adultas.

Dos o tres días antes del celo los labios de la vulva se presentan hinchados y con la mucosa enrojecida, signos bien evidentes de las cachorras. También se suele observar un mucus acuoso grisáceo que fluye por la comisura inferior de los labios vulvares. A medida que se aproxima el periodo de celo las cerdas intentan montar a sus compañeras, emiten gruñidos frecuentes y tienen un comportamiento agresivo. (DERIVAUX 1982).

ALTHOUSE et al (2000) señala que es absolutamente vital para el éxito de cada inseminación que el productor sea exacto en la estimación del inicio del estro. Es más efectivo detectar el estro dos veces al día que una sola vez, a pesar de que se consuma más tiempo y mano de obra. El problema que se presenta con la doble detección diaria es que solamente se pueden obtener beneficios si

ambos chequeos se realizan correctamente y separados por 12 horas aproximadamente.

La frecuencia de la detección del estro determinará la exactitud de la estimación de su iniciación. Para que sea más eficiente la detección debe hacerse a primera hora de la mañana, antes de la alimentación de las cerdas y por lo menos una hora después. Si esto no es posible, la tarde o el anochecer puede servir, si la temperatura ambiental no es muy alta.

MORETTI (1981) indica que se puede aplicar presión manual sobre el lomo de las cerdas mientras están en presencia del macho para determinar si están en estro. El macho generalmente gruñirá, salivará e intentará montar a la mayoría de las hembras. Una hembra en estro puede buscar al macho y presentarse para ser montada.

BUNDY (1992) señala que el celo se puede detectar presionando el dorso de la cerda joven. Si se mantiene quieta y firme, generalmente esta lista para la inseminación. Es una buena costumbre disponer de un verraco para ver si la cerda esta dispuesta a la monta natural.

HAFEZ (2002) las cerdas en estro buscan al verraco y asumen una posición rígida (lordosis), y sus orejas se paran durante la monta, o al presionar firmemente sobre su lomo. La vulva se hincha y

enrojece conforme el riego sanguíneo crece. Las cerdas entran en estro tres a ocho días después que destetan a sus crías.

HENRIOD (2003) señala que se debe buscar preferentemente los celos en la granja dos veces al día e inseminarlas apenas éstas presenten el reflejo de tolerancia a la monta (RTM), repitiendo el proceso a las 24 horas. De presentar aun el RTM luego de 12 horas más, aplicarles una tercera dosis de semen.

b) Estimulación de la marrana:

FLOWERS (1992), señala que todos los estímulos realizados por el verraco, los puede realizar un inseminador y es necesario que la hembra se encuentre en celo permanente para que puedan darse las contracciones uterinas necesarias para el transporte de las células espermáticas desde la cervix al oviducto; y además de los espermatozoides viables, se ha propuesto que otros componentes del proceso de apareamiento son necesarios para lograr el máximo de fertilidad en las marranas. dos de tales fenómenos relacionados al apareamiento son la estimulación física de la cerviz y el contenido de estrógenos del semen.

c) Momento óptimo para la inseminación:

Puesto que las marranas ovulan de 30 a 36 horas después del comienzo del estro, con una rápida pérdida de fecundidad después de la ovulación, lo mejor es inseminarlas ya sea a ultima hora del

primer día del estro o a la primera hora del segundo día del estro (**HAFEZ**, 2002).

DERIVAUX (1982) considera que el mejor momento para dar servicio a una cerda es el 2º día del celo o 6 a 12 horas antes de ocurrir la ovulación. El celo post destete es el mas fértil, y por consiguiente la cerda debe ser inseminada en él. Para la obtención de buenos resultados con el uso de la IA es indispensable determinar el momento óptimo de inseminación y para ello es importante conocer el ciclo reproductivo de la marrana y tener en cuenta las distintas formas en que se manifiesta. (**PECHISA S.A.**, 2002).

REED (1990), señala que determinar el correcto periodo en el celo para la inseminación aun representa una gran dificultad. El celo dura de 50 a 60 horas. El periodo de fertilidad dura solamente 24 horas en el periodo medio del celo. El autor indica que el mejor método de detectar este periodo óptimo es a través de la prueba "presión en la espalda".

WHITE (1993), señala que como regla general 24 horas después del primer signo de celo es el momento óptimo para inseminar a la marrana.

BUNDY (1992), indica que el mejor momento para inseminar es a mediados del periodo de celo que por lo regular ocurre de 12 a 24

horas después de presentarse los primeros signos del celo o calores en las cerdas jóvenes, o de 24 a 36 horas en caso de cerda múltiparas.

d) Número de inseminaciones por celo:

ALTHOUSE et al (2000), señalan que en marranas inseminadas una sola vez, 53.1% quedaron preñadas y el tamaño de camada fue 9.7.

HOFMO (1991), encontró que el porcentaje de concepción de dos inseminaciones en un mismo celo fue 88.5%, y de una inseminación fue 89.1%, y un tamaño de camada promedio de 8.3 y 8.1 respectivamente.

MORETTI (1981), encontró que el porcentaje de parición y el tamaño de camada fueron superiores en marranas (múltiparas y primerizas) inseminadas dos veces que en aquellas inseminadas sólo una vez. Las marranas que presentaron celo en la mañana, fueron inseminadas antes del almuerzo, y en aquellas que fueron detectadas al medio día, fueron inseminadas inmediatamente y también 24 horas más tarde.

e) Dosis de inseminación:

El volumen de líquido espermático que hay que introducir dentro del útero varía según el grado de dilución del semen y los métodos

de conservación utilizados: esperma fresco o congelado. Se utiliza generalmente de 50 a 100 ml. (DERIVAUX, 1982).

MARTINEZ (1986), señala que la dosis de IA esta relacionada con la concentración espermática del semen diluido. Al respecto ALTHOUSE et al (2000), mencionan que para inseminar a la marrana es esencial un volumen mínimo (50 ml.).

f) **Concentración espermática:**

POLGE (1956), señala que la proporción de óvulos fertilizados fue por debajo del 100 % cuando las marranas fueron inseminadas con menos de 9×10^9 espermatozoides. Concluye que la concentración de espermatozoides debería ser mayor que 10×10^6 /ml. para obtener una óptima fertilidad.

La tasa de fertilización fue también mejor en cerdas inseminadas con 20 ml. en vez de 120 ml. de semen; estos resultados además de proveer evidencia de que un gran volumen de semen dentro del útero no es necesariamente requerido para un adecuado transporte del semen, sugiere por otro lado que la eficiencia de la fertilización puede estar relacionada no sólo con el número total de espermatozoides inseminados, sino también con la concentración de espermatozoides dentro del inseminado. (POLGE 1956).

DERIVAUX (1982), el número mínimo recomendado en la práctica es generalmente de unos 5×10^9 de espermatozoides,

aunque pueden obtenerse resultados satisfactorios con cantidades menores, pero en estas hay que tener presente que esta disminución en el número de espermatozoides puede ocasionar anomalías en la fecundación y retraso en la división.

Cuando lo que se pretende es conservar dosis seminales más allá de 4 días (largas distancias, evaluaciones sanitarias del semen, etc.) se deben utilizar diluyentes de larga duración y aumentar la concentración de la dosis para compensar las pérdidas por envejecimiento de los espermatozoides (HENRIOD, 2003).

g) Inseminación artificial con semen puro o con semen diluido:

WHITE (1993), señala que los porcentajes de preñez fueron más altos para las marranas inseminadas con semen fresco diluido, que para aquellas inseminadas con semen conservado por 24 horas.

MARTINEZ (1986), señala no haber encontrado fallas significativas en la fertilidad o en el tamaño de camada de marranas inseminadas con semen diluido y conservado hasta 5 días.

h) Inseminación artificial y monta natural:

Una de las diferencias básicas entre la IA y el apareo natural, es que en la IA, un técnico es responsable por muchas de las tareas realizadas normalmente por el verraco durante el apareo. (ALMOND, 1996).

Los resultados de la IA en la especie porcina son relativamente satisfactorios si se respetan todas las prescripciones fisiológicas descritas (DERIVAUX, 1982).

Es importante recordar que la inseminación artificial es una herramienta que solamente funcionará en sus operaciones si se la maneja y se usa correctamente.

Una de las desventajas es que puede requerir un nivel de manejo más alto que en monta natural. Por ejemplo, en la inseminación artificial existe mayor oportunidad de que ocurran errores humanos que con la monta natural. Cuando un verraco monta a la hembra, el semen no está expuesto a grandes cambios ambientales, y generalmente es depositado en la hembra más de una vez, durante un período que comprende el momento óptimo para la fertilización.

En contraste, es posible que, mientras se colecta el semen, se diluye, se transporta y luego se le deposita artificialmente, ocurran muchos cambios ambientales. La inseminación debe hacerse correctamente y en el momento óptimo. Para obtener una alta tasa de concepción y camadas numerosas, la detección del estro (chequeo del celo) debe ser hecha cuidadosamente y sin fallas. (PLSKO, 1965).

HOFMO (1991), encontró que las diferencias en tasas de preñez no alcanzaron significación estadística para las marranas servidas

naturalmente en comparación con las servidas por inseminación artificial con semen fresco diluido.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

3.2.1 SOBRE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL (IA):

Es la técnica individual más importante para el mejoramiento genético de animales, debido a que unos pocos machos seleccionados producen suficiente espermatozoides para inseminar miles de hembras al año. (HAFEZ, 2002).

GALINA (1988) la IA es una técnica que permite un mejor uso del material genético de los machos cuyas características zootécnicas son superiores a la mayoría de los animales de su especie.

La inseminación artificial es la técnica mediante la cual es posible extraer semen a un reproductor, diluirlo y conservarlo, con el propósito de llevarlo al lugar ideal del aparato genital de la hembra, a fin de fecundarla, realizando esto en el momento oportuno y con instrumental adecuado. (PERSONAL TÉCNICO DE LA COOPERATIVA Ltda. de IA de Venado Tuerto-CIAVT, 1999)

3.2.2. SOBRE EL DILUYENTE BTS (MINITUB)

Es un conjunto de sustancias que ayudan a prolongar la actividad de las células espermáticas; algunas son nutritivas y otras son protectoras de la célula, también contienen sulfamidas y antibióticos, que tienen

por objeto impedir la actividad de los organismos bacterianos nocivos y hongos que dañarían al metabolismo de las células espermáticas; otra de la función del diluyente es como su nombre le indica diluir el semen para facilitar su dosificación. (CONCELLON, 1980)

Por diluyente entendemos la solución acuosa que permite aumentar el volumen del eyaculado hasta conseguir las dosis necesarias y preservar las características funcionales de las células espermáticas y mantener el nivel de fertilidad adecuado. (WHITE, 1993).

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS, DISCUSION Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Con los datos obtenidos durante el trabajo de campo, se tiene el siguiente resultado y sus respectivos análisis:

4.1 PORCENTAJE DE PREÑEZ

CUADRO N° 7: Número y porcentaje de preñez tras monta natural (MN), inseminación artificial con semen puro (IAsp) e inseminación artificial con semen diluido (IASd) en diferentes proporciones (50:50,60:40 y 70:30).

TTTO	Tipo de Servicio	N° de Marranas servidas	N° de Marranas que preñaron	N° de Marranas que no preñaron	Porcentaje de Preñez
T0	MN	5	5	0	100 ^a
T1	IAsp	5	5	0	100 ^a
T2	IASd 50:50	5	5	0	100 ^a
T3	IASd 60:40	5	5	0	100 ^a
T4	IASd 70:30	5	4	1	80 ^a

^a: No existe diferencia significativa entre promedios que tienen la misma letra dentro de una columna.

CUADRO N° 8: Análisis de Variancia (ANVA) del Porcentaje de Preñez.

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M	Fc	F0.05	F0.01	Significancia	C.V
Tratamientos	4	0,160	0,040	1,000	2,866	4,431	N.S	20,833
Error experimental	20	0,800	0,040					
Total	24	0,960						

CUADRO N° 9: Prueba de Tukey para el Porcentaje de preñez.

O.M	TRATAMIENTO	DESCRIPCION	PROMEDIO
1	T0	MN	100 ^a
2	T1	IAsp	100 ^a
3	T2	IAsd en 50:50	100 ^a
4	T3	IAsd en 60:40	100 ^a
5	T4	IAsd en 70:30	80 ^a

Los resultados obtenidos no coinciden con los reportados por **WIETZE**, (1990), quien encontró que el porcentaje de preñez fue mayor en marranas servidas con semen puro que en aquellas servidas por IA con semen diluido conservado. Probablemente estas diferencias se deban al momento del servicio así como a la temperatura de conservación empleada, teniendo en cuenta que el tiempo de conservación del semen fue similar en ambos trabajos (12-48 horas).

4.2 PORCENTAJE DE PARICIÓN

CUADRO N° 10: Número y porcentaje de parición tras monta natural (MN), inseminación artificial con semen puro (IAsp) e inseminación artificial con semen diluido (IASd) en diferentes proporciones (50:50,60:40 y 70:30).

TTTO	Tipos de servicio	N° de marranas servidas	N° de marranas que parieron	Porcentaje de parición
T0	MN	5	5	100 ^a
T1	IAsp	5	5	100 ^a
T2	IASd 50:50	5	5	100 ^a
T3	IASd 60:40	5	5	100 ^a
T4	IASd 70:30	5	4	80 ^a

CUADRO N° 11: Análisis de Variancia (ANVA) del Porcentaje de Parición.

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M	Fc	F0.05	F0.01	Significancia	C.V
Tratamientos	4	0,160	0,040	1,000	2,866	4,431	N.S	20,833
Error experimental	20	0,800	0,040					
Total	24	0,960						

CUADRO N° 12: Prueba de Tukey para el Porcentaje de Parición

O.M	TRATAMIENTO	DESCRIPCION	PROMEDIO
1	T0	MN	100 ^a
2	T1	IAsp	100 ^a
3	T2	IASd en 50:50	100 ^a
4	T3	IASd en 60:40	100 ^a
5	T4	IASd en 70:30	80 ^a

El Porcentaje de Parición conseguido en marranas servidas por IA con semen diluido y conservado fue superior al encontrado por **PLISKO** (1965),

lo cual podría deberse a que tanto la concentración espermática como las proporciones de dilución (7×10^9 ; 50:50, 60:40 y 70:30) fueron diferentes a los empleados por el investigador.

4.3 TAMAÑO DE CAMADA

CUADRO N° 13: Tamaño de Camada y promedio de lechones nacidos tras monta natural (MN), inseminación artificial con semen puro (IAsp) e inseminación artificial con semen diluido (IAsd) en diferentes proporciones (50:50,60:40 y 70:30).

TTTO	Tipos de servicio	N° de lechones nacidos					Total	Promedio de lechones nacidos
		8	10	7	10	10		
T0	MN	8	10	7	10	10	45	9 ^a
T1	IAsp	4	8	10	8	11	41	8 ^a
T2	IAsd 50:50	13	10	6	9	8	46	9 ^a
T3	IAsd 60:40	10	12	11	13	10	56	112 ^a
T4	IAsd 70:30	9	7	14	10		40	10 ^a
							228	9

CUADRO N° 14: Análisis de Variancia (ANVA) del Tamaño de Camada.

Fuentes de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	F0.05	F0.01	Significancia	C.V
Tratamientos	4	25,600	6,400	1,261	2,895	4,500	N.S	23,710
Error experimental	19	96,400	5,074					
Total	23	122,000						

CUADRO N° 15: Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el Tamaño de Camada.

OM	TRATAMIENTO	DESCRIPCION	PROMEDIO
1	T3	Iasd en 60:40	11 ^a
2	T4	Iasd en 70:30	10 ^a
3	T2	Iasd en 50:50	9 ^a
4	T0	MN	9 ^a
5	T1	IAsp	8 ^a

Como se observa en el Análisis de Variancia (Cuadro N° 14) no se encontraron diferencias significativas en el Tamaño de Camada al nacimiento para marranas servidas por MN, IAsp, IAsd en 50:50, 60:40 y 70:30 (9.0, 8.2, 9.2, 11.2 y 10, respectivamente).

El tamaño de camada fue superior a los obtenidos por **MARTINEZ** (1986), 7.65 y 7.65, **MORETTI** (1981), 8.4 y 8.9; para marranas servidas por monta natural y para aquellas servidas por inseminación artificial. Esto podría explicarse por que si bien se emplearon similares rangos de temperatura de conservación de semen (16-20 °C) el tiempo de almacenamiento empleado por estos investigadores (más de 72 horas) fue mayor al empleado en el presente estudio (12-48 horas).

El mejor comportamiento reproductivo de las marranas servidas por IAsd conservado (IAsd en 60:40) podría deberse a que en el semen diluido los espermatozoides tienen mayor área de desplazamiento y por lo tanto se favorece el transporte de los espermatozoides al interior del oviducto, haciendo a la vez más lenta la pérdida de la habilidad de fertilización de los espermatozoides.

4.4 PESO TOTAL DE LA CAMADA

CUADRO N° 16: Pesos Totales y promedios de los pesos de las camadas tras monta natural (MN), inseminación artificial con semen puro (IAsp) e inseminación artificial con semen diluido (IAsd) en diferentes proporciones (50:50,60:40 y 70:30).

Tipos de servicios	Peso Total de la Camada					Total	Promedio de pesos de la Camada
MN	8,650	15,950	13,750	14,200	15,050	67,600	13,520 ^a
IAsp	5,400	14,250	11,350	9,500	11,900	52,400	10,480 ^a
IAsd 50:50	16,700	12,550	8,250	9,700	9,000	56,200	11,240 ^a
IAsd 60:40	15,500	16,100	12,450	13,300	12,000	69,350	13,870 ^a
IAsd 70:30	9,000	13,100	18,200	11,300		51,600	12,900 ^a
						297,150	12,381

CUADRO N° 17: Análisis de Variancia (ANVA) del Peso Total de la Camada.

Fuentes de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	F0.05	F0.01	Significancia	C.V
Tratamientos	4	43,228	10,807	1,119	2,895	4,500	N.S	25,097
Error experimental	19	183,456	9,656					
Total	23	226,684						

CUADRO N° 18: Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el Peso Total de la Camada.

OM	TRATAMIENTO	DESCRIPCION	PROMEDIO
1	T3	Iasd en 60:40	13,870 ^a
2	T0	MN	13,520 ^a
3	T4	Iasd en 70:30	12,900 ^a
4	T2	Iasd en 50:50	11,240 ^a
5	T1	IAsp	10,480 ^a

4.5 PESO PROMEDIO DE LOS LECHONES/MARRANAS

CUADRO N° 19: Pesos Promedio de los lechones/marranas y Promedio de pesos promedios de los lechones tras monta natural (MN), inseminación artificial con semen puro (IAsp) e inseminación artificial con semen diluido (IAsd) en diferentes proporciones (50:50,60:40 y 70:30).

Tipos de servicios(Ttto)	Peso Promedio de los lechones /marrana					Total	Promedio de Pesos de los Tratamientos
MN	1,081	1,595	1,964	1,420	1,505	7,565	1,513 ^a
IAsp	1,350	1,781	1,135	1,188	1,082	6,535	1,307 ^a
IAsd 50:50	1,285	1,255	1,375	1,078	1,125	6,117	1,223 ^a
IAsd 60:40	1,550	1,342	1,132	1,023	1,200	6,246	1,249 ^a
IAsd 70:30	1,217	1,871	1,300	1,130		5,518	1,380 ^a
						31,98225	1,33

CUADRO N° 20: Análisis de Variancia (ANVA) del Peso Promedio de los lechones/marrana.

Fuentes de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	F0.05	F0.01	Significancia	C.V
Tratamientos	4	0,269	0,067	0,992	2,895	4,500	N.S	19,542
Error experimental	19	1,288	0,068					
Total	23	1,558						

CUADRO N° 21: Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el Peso Promedio de lechones / marrana.

OM	TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	PROMEDIO
1	T0	MN	1,513 ^a
2	T4	IAsd en 70:30	1,380 ^a
3	T1	IAsp	1,307 ^a
4	T3	IAsd en 60:40	1,249 ^a
5	T2	IAsd en 50:50	1,223 ^a

En el análisis del peso total de la camada y del Peso Promedio de Lechones/Marrana al nacimiento, las diferencias no fueron estadísticamente significativas, a diferencia de MARTINEZ (1986), que si obtuvo una diferencia estadística a favor a la monta natural el peso total de camada (17.46 vs. 14.67); en el caso de peso promedios de lechones/marrana (1.58 vs. 1.55) no se encontró diferencias significativas entre marranas servidas por MN o por IAsd.

4.6 PORCENTAJE DE NATALIDAD

CUADRO N° 22: Promedio de lechones nacidos por camada, lechones nacidos vivos, nacidos muertos, momificados, y eliminados al nacimiento tras monta natural (MN), inseminación artificial con semen puro (IAsp) e inseminación artificial con semen diluido (IAsd) en diferentes proporciones (50:50,60:40 y 70:30).

Tipo de servicio	Nº de lechones nacidos totales	Nº de lechones nacidos vivos	Prom. De lechones nacidos por camada	Prom. de lechones nacidos vivos	Prom. de lechones nacidos muertos	Prom. de lechones momificados	Promedio de lechones eliminados
MN	45	45	9 ^a	9 ^a	0	0	0
IAsp	41	41	8,2 ^a	8,2 ^a	0	0	0
IAsd 50:50	46	46	9,2 ^a	9,2 ^a	0	0	0
IAsd 60:40	56	56	11,2 ^a	11,2 ^a	0	0	0
IAsd 70:30	40	40	10 ^a	10 ^a	0	0	0

No se hallaron lechones nacidos muertos, momificados y eliminados.

A diferencia de **MORETTI** (1981), que obtuvo un mayor promedio de lechones nacidos muertos(1.17) en primerizas servidas con Ias_d conservado comparado con la monta natural y IAs_p (0.72 y 0.51) lo cual se debería a que siendo mayor el tamaño de camada en este tratamiento (11.23) se espera que también la mortalidad fetal sea mayor.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El análisis de los resultados obtenidos en el presente trabajo, permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. La dilución 60:40 (T3) es la que se obtuvo un total de 56 crías, el 2do lugar ocupa la dilución 70:30 (T4) en la que se obtuvo 40 crías (en 4 marranas) y luego la dilución 50:50 (T2) con 46 crías; en relación al T0 de Monta natural que se obtuvo 45 crías.
2. Según el promedio de lechones nacidos por camada el T3 se obtuvo 11.2 crías, T4 10 crías y el T2 9.2 crías en relación al tratamiento testigo T0 de Monta Natural que fue de 9 crías por camada.
3. Que el diluyente utilizado tiene las bondades requeridas aumentando el poder fecundante y manteniendo un nivel adecuado durante el mayor tiempo de uso, esto lo demuestra en la dilución de los tratamientos T2, T3 y T4 con un tiempo de conservación de 12 a 48 horas.
4. Con el uso del diluyente se estaría en capacidad de inseminar de 2-4 marranas de un solo eyaculado, además de ser económico y de fácil preparación.
5. La obtención de 1 y 2.2 crías por camada por el método de Inseminación Artificial, en relación a la Monta Natural, podemos considerar que es un

logro en el trabajo en estudio y mucho más para la explotación porcina por la eficiencia en el costo-beneficio.

6. La marrana en el tratamiento T4 que no preñó, obedeció a una labor de manejo y falta en la detección de celo durante la Inseminación Artificial.
7. En cuanto al porcentaje de preñez, tanto en la Inseminación Artificial y Monta Natural se obtuvo el 100 %, es decir no hubo diferencia estadística con excepción del tratamiento T4 que una marrana no preñó (punto N° 6).

5.2 RECOMENDACIONES

Con lo obtenido en el presente trabajo realizado se pueden dar las siguientes recomendaciones:

1. El uso de la Inseminación Artificial requiere de un buen manejo del plantel, personal técnico para detectar y registrar los celos, concientizar al dueño y al personal, indicando que la Inseminación Artificial trae beneficios a la explotación.
2. A los porcicultores de la región se les recomienda hacer uso de la Inseminación Artificial por el aprovechamiento genético de sus reproductores, controla enfermedades venéreas, los costos de la reproducción disminuyen y es una herramienta eficaz para el cruzamiento de razas.

3. Según el trabajo de investigación recomendaría como logro el uso de la dilución 60:40, 70:30 por que se obtuvo mayor número de crías/ camada con promedios de 11.2 y 9.2 crías.
4. Consideramos que el diluctor BTS (MINITUB) es un excelente diluyente para conservar semen fresco, por la facilidad de su preparación; demostrándolo en los resultados obtenidos en nuestro trabajo, teniendo en cuenta las condiciones de trópico.
5. Si hay un lote homogéneo en peso, tamaño y edad; optar por el método de sincronización de celo y probar el semen diluido en plazo de mayor tiempo (12-96 horas).

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. **ALEXOPOULOS C., (1996).** The effect of storage time and number of spermatozoa per insemination dose on semen characteristics and fertilizing capacity of boar semen diluted with Beltsville Thaw Solution (BTS) extender. 599-604 p.
2. **ALMOND, G. (1996).** El Libro de la Inseminación Artificial en el Cerdo. Una guía para técnicos de campo y laboratorio sobre la Inseminación en el cerdo. EE.UU.112p.
3. **ALTHOUSE G. C., KUSTER C. E., CLARK S.G., WEISIGER R.M., (2000).** Explotación del Cerdo. Editorial Acribia. Zaragoza-España.475p.
4. **BUNDY, C. (1992).** Producción Porcina. Editorial CECSA. México.230p.
5. **CADILLO CASTRO, JOSE. (1999).** Crianza practica de cerdos. Facultad de Zootecnia. UNALM. Lima-Perú.94p.
6. **COLENBRANDER B., FEITSMA H., GROOTEN H. J., (1993).** Optimizing semen productin for artificial insemination in swine. 207-215 p.
7. **CONCELLON, A. (1980).** Porcino Cultura. Editorial Aedos. Barcelona España. 250p.
8. **COOPERATIVA LIMITADA DE INSEMINACION ARTIFICIAL VENADO TUERTO, (1999).** Manual de Inseminacion Artificial. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires-Argentina.192p.

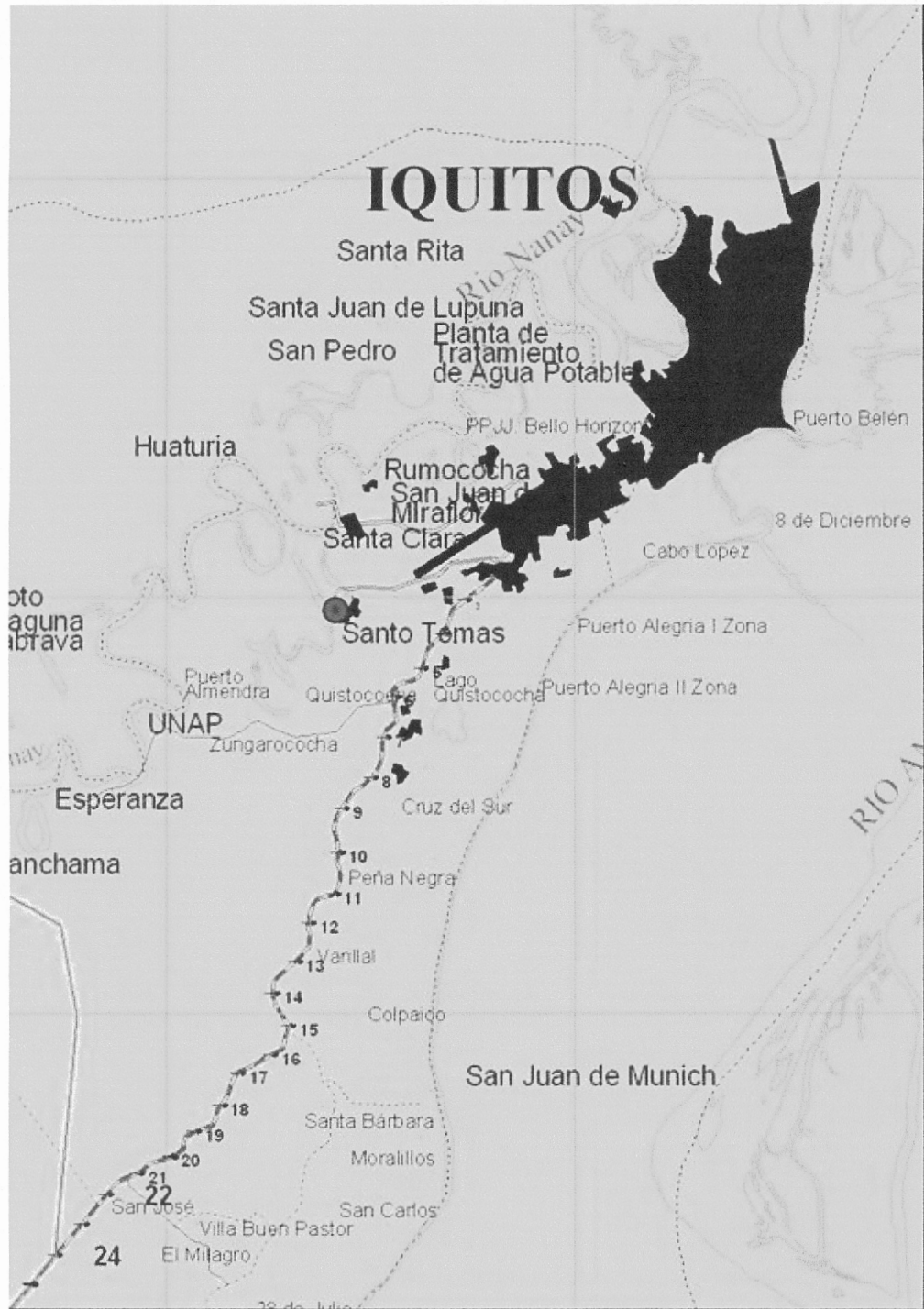
9. **CRABO B. G., (1990).** Preservation of boar semen: a worldwide perspective. 3-9 p.
10. **DERIVAUX, (1982).** Fisiopatología de la Reproducción de Inseminación Artificial de los Animales Domésticos. Editorial Acribia. 233p.
11. **ENSMINGER, M. (1980).** Producción Porcina. Editorial Ateneo. Buenos Aires-Argentina.650p
12. **FLOWERS, W. (1992).** Inseminación Artificial en Cerdos. EE.UU. 40p.
13. **FOOTE R. H., (2002).** The history of artificial insemination: Selected notes And Notables.1-10 p.
14. **GALINA, C.(1988).** Reproducción de Animales Domésticos. Editorial Limusa S.A. México 251p.
15. **GORDON, I. (1998).** Reproducción Controlada del Cerdo. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 103 p.
16. **GOTTARDI L., BRUNEL L., ZANELLI L., (1980).** Reproducción del cerdo. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
17. **HAFEZ, B. (2002).** Reproducción e Inseminación Artificial en cerdos. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana.
18. **HENRIOD, G. (2003)** Guía de trabajo con el diluctor BTS. Impreso por cortesía de DIHENRI SAC. 3 p.
19. **HOFMO P. O., (1991).** Comercial swine artificial insemination with liquid boar semen in Norway. 317-320.
20. **ITO T., NIWA T., KUDO A., (1948).** Studies on artificial insemination in swine. 1-74 p.

21. **IVANOW E. L., (1907).** De la fécondation artificielle chez les mammifères. 377-511 p.
22. **JOHNSON L. A., WEITZE K. F., FISER P., MAXWELL W. M. C., (2000).** Storage of boar semen. 143 –172 p.
23. **LEVIS D. G., (2000).** Liquid Boar Semen Production: Current Extender Technology and Where Do We Go From Here!. En: Semen Boar Preservation IV.128 p.
24. **LEWIS L. L., (1911).** The viability of reproductive cells. Oklahoma Agriculture and Mechanical College. Stillwater.
25. **MARTEL, C. (2000).** Manual Práctico de Manejo Porcino. Agropecuaria San Jorge. Lima-Perú. 112 p.
26. **MARTIN RILLO S., (1984).** How AI is progressing in Spain. 24-28 p.
27. **MARTÍNEZ E. (1986)** Factores que afectan a la inseminación artificial porcina. Murcia. 115-120 p.
28. **MCKENZIE E.E., (1931).** A method for collection boar semen. 244-246 p.
29. **MILOVANOW V. K., (1938).** Inseminación artificial en los animales domésticos en ruso. Moscú. 132 p.
30. **MORETTI (1981).** Cría del Ganado Porcino. Editorial Limusa. México, DF. 317p.
31. **PAULENZ, H, KOMMISRUDE E., HOFMO P. O., (2000).** Effect of Long-Term Storage at Different Temperatures on the Quality of Liquid Boar Semen. 83-85 p.

32. **PECHISA S.A. (2002)** Manual de Inseminacion Artificial en Porcinos.
Lima-Perú. 22 p.
33. **PLISKO N.T., (1965).** Method of prolonging the viability and fertilizing capacity of boar spermatozoa. 37-41 p.
34. **POLGE, C. (1956).** Inseminacion Artificial en Cerdos. 207p.
35. **PURSEL et al (1973).** Freezing of boar spermatozoa: fertilizing capacity with concentrated semen and a new thawing procedure. 99-102 p.
36. **REED H. C. B., (1990).** Commercial requirements for an effective fresh semen diluents. 255-270 p.
37. **RODIN I. M., LIPATOV V, (1935).** Artificial insemination of pigs. 205 p.
38. **RODRIGUEZ, M. (1991).** Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trilla. México, DF. 208p.
39. **ROTHER, K. (1974).** Control de la Reproducción de los Animales de interés zootécnico. Editorial Acribia. Zaragoza –España. 126p.
40. **SORENSEN, A. (1982).** Reproducción Animal. Principios y Prácticas. Editorial McGraw Hill. EE.UU.
41. **WHITE I. G. (1993).** Fisiología de la reproducción e Inseminacion artificial en bóvidos. Editorial Acribia .Zaragoza-España. 230 p.
42. **WEITZE K. F., (1990).** Long- term storage of extended boar semen. 231-253 p.

ANEXOS

ANEXO N° 1: MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO N° 2: DATOS CLIMATOLÓGICOS DEL AÑO 2004

MESES	T° MAX	T° MIN	H°
ABRIL	32,1133333	23,2266667	93,3333333
MAYO	31,2451613	22,7516129	91,0322581
JUNIO	28,2785714	21,9142857	93,8928571
JULIO	30,9935484	21,9354839	88,6129032
AGOSTO	32,5612903	21,9935484	91,7419355
SETIEMBRE	32,9866667	22,29	86,3666667
OCTUBRE	33,3129032	22,9419355	87,1935484
NOVIEMBRE	32,52	22,89	87,5333333

Fuente: Dirección Regional Agraria Loreto

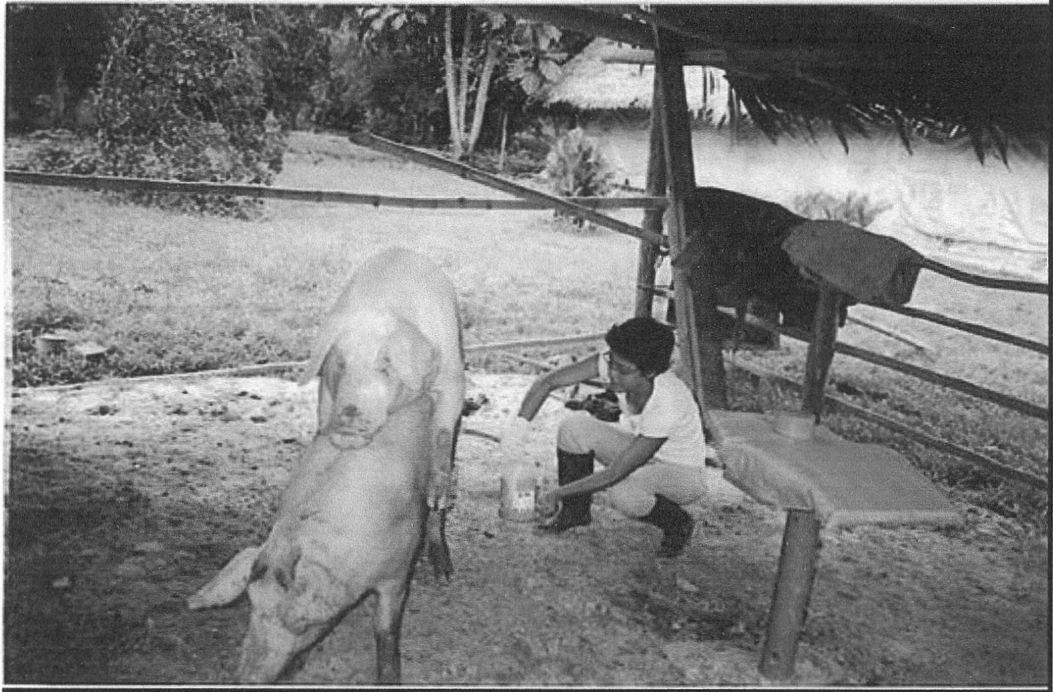
ANEXO Nº 3: FECHAS DE SERVICIOS, DE REPETICIÓN DE CELO, DE PARTO Y HORAS DE SERVICIOS DE LAS MARRANAS INSEMINADAS ARTIFICIALMENTE.

Nº DE MARRANA	DOSIS %	FECHA DE SERVICIOS	HORAS DE SERVICIOS	FECHA DE REPETICIÓN DE CELO	FECHA DE PARTO
7210	50:50	07,08 Mayo	Tarde/Mañana	_____	30 Ago.
0101	50:50	07,08 Mayo	Tarde/Mañana	_____	31 Ago.
1310	60:40	22 Mayo	Mañana/Tarde	_____	15 Set.
12404	50:50	22 Mayo	Mañana/Tarde	_____	14 Set.
10508	70:30	12,13 Junio	Tarde/Mañana	_____	06 Oct.
19001	100	12,13 Junio	Tarde/Mañana	_____	06 Oct.
0202	100	16,17 Junio	Tarde/Mañana	_____	14 Oct.
12613	70:30	16,17 Junio	Tarde/Mañana	_____	10 Oct.
16908	100	01,02 Julio	Tarde/Mañana	_____	24 Oct.
3103	50:50	01,02 Julio	Tarde/Mañana	_____	26 Oct.
15411	100	11,12 Julio	Tarde/Mañana	_____	05 Nov.
4908	70:30	11,12 Julio	Tarde/Mañana	06 Agosto	XXXX
16103	60:40	16,17 Julio	Tarde/Mañana	_____	09 Nov.
1910	50:50	16,17 Julio	Tarde/Mañana	_____	10 Nov.
1812	100	22,23 Julio	Tarde/Mañana	_____	16 Nov.
6911	60:40	22,23 Julio	Tarde/Mañana	_____	17 Nov.
0102	70:30	28,29 Julio	Tarde/Mañana	_____	22 Nov.
16602	60:40	28,29 Julio	Tarde/Mañana	_____	22 Nov.
6910	70:30	29,30 Julio	Tarde/Mañana	_____	23 Nov.
1907	60:40	29,30 Julio	Tarde/Mañana	_____	21 Nov.

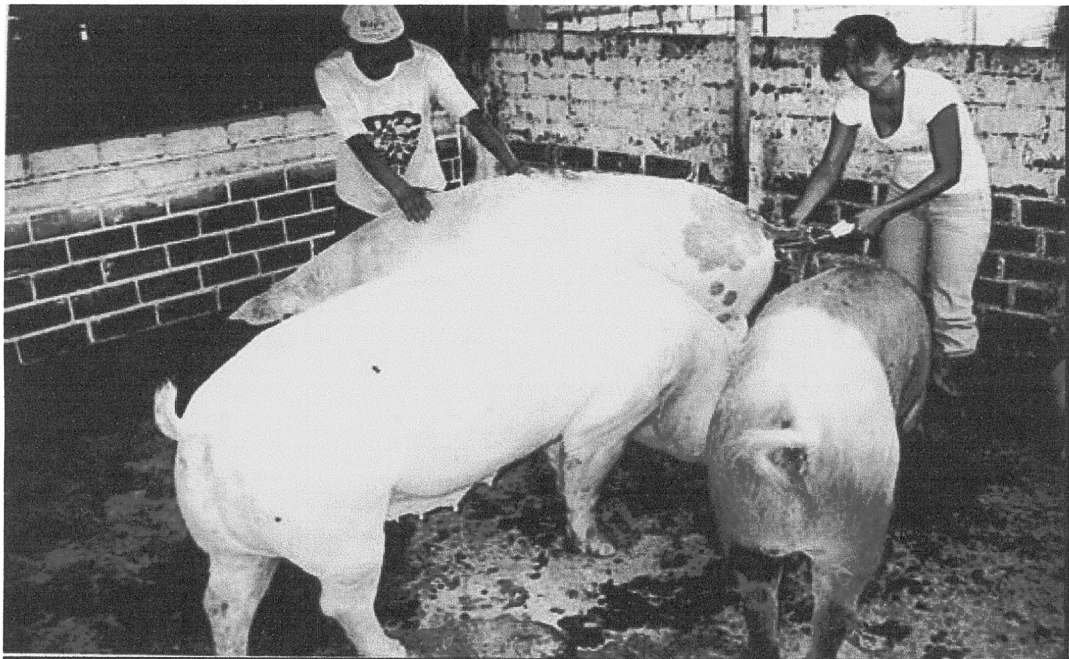
ANEXO N° 4: CANTIDAD DE SEMEN EYACULADO

CANTIDAD DE INSEMINACIONES	FECHA DE INSEMINACIÓN	DOSIS SEMEN/DILUYENTE				CANTIDAD DE SEMEN POR EYACULADO
2	07 Mayo	50:50		50:50		100 ml.
2	08 Mayo	50:50		50:50		110 ml.
4	22 Mayo	60:40	50:50	40:60	50:50	200 ml.
2	12 Junio	70:30		100		170 ml.
2	13 Junio	30:70		100		150 ml.
2	16 Junio	100		70:30		180 ml.
2	17 Junio	100		30:70		150 ml.
2	01 Julio	100		50:50		160 ml.
2	02 Julio	100		50:50		150 ml.
2	11 Julio	100		70:30		180 ml.
2	12 Julio	100		30:70		150 ml.
2	16 Julio	60:40		50:50		130 ml.
2	17 Julio	40:60		50:50		120 ml.
2	22 Julio	100		60:40		200 ml.
2	23 Julio	100		40:60		150 ml.
2	28 Julio	70:30		60:40		140 ml.
4	29 Julio	30:70	40:60	70:30	60:40	210 ml.
2	30 Julio	30:70		40:60		110 ml.

ANEXO Nº 5: COLECCIÓN DE SEMEN



ANEXO N° 6: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL



ANEXO N° 7: FASES DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

