

Efecto de la temperatura sobre la calidad biológica del semen fresco de verraco

Jaime Alberto Gaviria Osorio

Marleny Elizabeth Mercedes Eugenio

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
2004

ZAMORANO

**Carrera de Ciencia y Producción
Agropecuaria**

**Efecto de la temperatura sobre la calidad
biológica del semen fresco de verraco**

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo e Ingeniera Agrónoma
en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Jaime Alberto Gaviria Osorio
Marleny Elizabeth Mercedes Eugenio

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

Los autores conceden a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Jaime A. Gaviria Osorio

Marleny E. Mercedes Eugenio

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

Efecto de la temperatura sobre la calidad biológica del semen fresco de cerdo

Presentado por:

Jaime A. Gaviria Osorio
Marleny E. Mercedes Eugenio

Aprobado:

Rogel Castillo, M.Sc.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor

Aurelio Revilla, M. S. A.
Decano Académico Interino

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador de Área Temática

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

De Marleny:

“A mis padres por ser la inspiración de cada uno de mis esfuerzos, la piedra angular de mi vida y el soporte que amortigua mis caídas”.

De Jaime:

A Dios, a mi papá Jaime, mi mamá María Antonia, mi hermano Jaime Enrique y mis hermanitas Martha Lucía y María José.

AGRADECIMIENTOS

De Marleny:

A Dios por poner en nosotros toda la sabiduría, y por ser principio y fin de todo lo que hoy vemos.

A mis padres, Ramón y Santa, ejemplo puro de la honestidad y la superación.

A mi hermanito, Ronny, porque es el ser que me obliga a no equivocarme en mis caminos.

A mi hermana y compañera de habitación, Merilin, gracias pequeña traviesa.

A Roberto Salas, por ser la parte bella de todas mis historias, gracias por el apoyo incondicional.

A mis amigos por ser la alegría dentro de tanto trabajo en mis días en Zamorano: Rosa Nila, Eliana, Wilmer, Gabriel, Alvaro, Alejandra, Adriana, Jaime, Julio César, Mario Rene, Arturo, Mario Fernando, Wilber; Luciano a mi querida colonia dominicana y la beliceña.

A mi asesor Ing. Castillo por ser la guía constante en la realización de nuestro trabajo y por poner a nuestra entera disposición sus conocimientos y experiencias.

Al Dr. Hincapié por todo su apoyo.

A la Ing. María Bravo, Ing. Melissa Castillo, Ing. Byron Reyes, Luz, Tomaza, Martha, José (Doc), Rossana, Erica y Zoila por su ayuda en el proceso de nuestra toma de datos.

Finalmente a todos mis profesores, instructores y colegas de la clase 2004 de la carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

De Jaime:

A mis padres por sus constantes oraciones, al Ingeniero Castillo por su paciencia y apoyo durante todo el desarrollo de la tesis, al Dr. Hincapié por compartir sus conocimientos, a mi amiga Marleny, a Julio Quezada y a mis demás amigos de Zamorano.

RESUMEN

Gaviria, J.; Mercedes, M. 2004. Efecto de la temperatura sobre la calidad biológica del semen fresco de verraco. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 30 p.

El uso de semen fresco de verraco en inseminación artificial tiene como limitante principal la conservación por más de 24 horas, por la dependencia de la motilidad espermática de los eyaculados con la temperatura. El objetivo de este estudio fue determinar la motilidad masal e individual, a cinco temperaturas, de los espermatozoides del semen fresco de verraco durante 12 horas posrecolección. Se colocaron dosis seminales de 100 mL a temperaturas de 17, 20, 23, 26 y 29°C. Las variables medidas fueron: motilidad masal y motilidad individual cada hora durante 12 horas posrecolección. Se utilizó un modelo de regresión lineal con un nivel de significancia de 5%. No hubo diferencia significativa entre las temperaturas. Los porcentajes de motilidad masal e individual se comportaron igual, manteniéndose óptimos hasta cinco horas después de recolección y estabilizándose a la hora nueve. Durante las primeras 12 horas de almacenamiento, el factor que más afecta la motilidad espermática es el tiempo de almacenamiento y no la temperatura. Se debe evitar usar el semen fresco después de cinco horas posrecolección si esta almacenado entre 17 y 29°C.

Palabras clave: Inseminación artificial, motilidad individual, motilidad masal, semen de cerdo, temperatura.

Abelino Pitty, Ph.D.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatorias.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Indice de cuadros.....	x
Indice de figuras.....	xi
Indice de anexos.....	xii
INTRODUCCION	1
MATERIALES Y METODOS	2
LOCALIZACION.....	2
ANIMALES.....	2
METODOLOGIA.....	2
Recolección.....	2
Dilución.....	2
TRATAMIENTOS.....	2
VARIABLES MEDIDAS.....	3
Motilidad Masal (%).....	3
Motilidad Individual (%).....	4
EVALUACION MACROSCOPICA.....	4
Volumen.....	4
Color.....	4
Olor.....	4
Consistencia.....	4
pH.....	5
EVALUACION MICROSCOPICA.....	5
Concentración.....	5
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	5
RESULTADOS Y DISCUSION	6
MOTILIDAD MASAL.....	6
MOTILIDAD INDIVIDUAL.....	7
CONCLUSIONES	10

RECOMENDACIONES	11
BIBLIOGRAFIA	12
ANEXOS.....	13

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Criterios de evaluación de la motilidad masal de acuerdo al porcentaje de nemaspermos vivos observados en el microscopio a 10X.....	3

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Comportamiento de los porcentajes de motilidad masal en las cinco temperaturas a través del tiempo.....	6
2	Comportamiento de los porcentajes de motilidad individual en las cinco temperaturas a través del tiempo.....	8

INDICE DE ANEXOS

Anexos	Página
1	Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservada a 17°C a través del tiempo.....13
2	Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservado a 20°C a través del tiempo.....13
3	Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservado a 23°C a través del tiempo.....14
4	Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservado a 26°C a través del tiempo.....14
5	Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservado a 29°C a través del tiempo.....15
6	Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 17°C a través del tiempo.....15
7	Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 20°C a través del tiempo.....16
8	Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 23°C a través del tiempo.....16
9	Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 26°C a través del tiempo.....17
10	Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 29°C a través del tiempo.....17

INTRODUCCION

“Los programas de selección porcina, llevan operando alrededor de 50 años. Antes de ello la selección porcina fue una actividad local e improvisada, con una significativa importancia en la auto reposición y pensando poco en los resultados económicos de la producción o en la búsqueda de heterosis” (Edwards 2002).

En la actualidad esa mentalidad se ha perdido pues la industria porcina tiene como objetivo primordial la producción de carne magra y el desarrollo económico de este rubro; estos aspectos dependen en gran parte de la eficiencia reproductiva de los programas, es decir, del desarrollo de la reproducción controlada de las explotaciones (Gordon 1997) .

Como respuesta a todos esos esfuerzos para llegar a una máxima eficiencia reproductiva han surgido adelantos en la Inseminación Artificial (IA), que se ha convertido en una técnica de suma importancia para los productores de ganado porcino, ya que sirve para el mejoramiento genético de los animales, disminuye los costos de mantenimiento de reproductores y las enfermedades de transmisión sexual.

La mayor limitante para el desarrollo de la IA porcina con semen fresco es la dificultad existente en la conservación del material seminal por más de 24 horas. Ciertas características de los eyaculados porcinos, como la dependencia de la motilidad espermática con la temperatura y la aglutinación espermática, influyen negativamente las posibilidades de extender la aplicación comercial de la inseminación artificial con semen conservado (Ausin *et al.* 1997).

Es cada vez mayor el reto de los productores porcinos latinoamericanos por mantenerse con niveles altos de eficiencia adoptando nuevas prácticas, pero en este proceso se encuentran con dificultades que no permiten que estas se desarrollen en su totalidad. Una de estas dificultades es la falta de condiciones e infraestructura para hacer uso de la IA ya que no pueden conservar el semen fresco por los problemas anteriormente mencionados.

Por esta razón se han desarrollado estudios orientados a lograr diferentes formas de alargar la vida del semen fresco y la calidad biológica de este. Este estudio en particular muestra como la temperatura de almacenamiento en un tiempo determinado afecta las características del mismo dando una pauta para la conservación del semen.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la temperatura de almacenamiento (17, 20, 23, 26 y 29°C) sobre la motilidad masal e individual de los espermatozoides del semen fresco de verraco en un periodo de 12 horas.

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACION

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de reproducción animal de la carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 30 km de Tegucigalpa, Honduras.

ANIMALES

Se utilizaron 2 verracos híbridos de la casa comercial PIC (Pig Improvement Company) con una edad promedio de año y medio, de los cuales se extrajeron las muestras de semen para realizar las diferentes pruebas de calidad.

METODOLOGIA

Recolección

Para la recolección del semen de los verracos se utilizó un maniquí para simular la presencia de una hembra, éste se impregnó con semen de otro verraco (fracción posespermática) y orina de cerda en celo para estimular la libido del animal. Después de la estimulación del cerdo se procedió a la recolección haciendo uso de un termo de recolección al cual se le colocó dentro una bolsa especial de recolección. Se recolectó únicamente la fracción espermática y se obviaron las pre y posespermática.

Dilución

Se utilizó el diluyente MR-A® de larga duración (cinco a siete días). La evaluación y dilución se llevó a cabo inmediatamente después de la recolección y se hicieron diluciones para obtener dosis con una concentración espermática de 3×10^9 .

TRATAMIENTOS

Se aplicaron cinco tratamientos que consistieron en almacenar el semen a cinco temperaturas que se evaluaron cada hora durante 12 horas. Las temperaturas evaluadas fueron:

T1: 17°C

T2: 20°C

T3: 23°C

T4: 26°C

T5: 29°C

La temperatura de 17°C fue el testigo ya que es la temperatura utilizada para conservación de semen en la actualidad. Las dosis seminales de 100 cc de los tratamientos 1 y 2 se mantuvieron a la temperatura indicada haciendo uso de un aire acondicionado y las de los tratamientos 3, 4 y 5 mediante baños maría. Se obtuvieron 960 observaciones.

VARIABLES MEDIDAS

Antes de apreciar ambas variables, una alícuota de 1 mL de la muestra se colocó en tubos eppendorf para ingresarlos por 15 minutos en una estufa graduada a 37°C, llevando así las muestras a esta temperatura con la cual se observó mayor reactivación en el metabolismo de los espermatozoides. Los cubre y porta objetos con que se evaluaron las muestras al microscopio se encontraban a esta temperatura.

Motilidad Masal (%)

Se determinó colocando una gota del eyaculado en un portaobjetos, sobre esta se colocó un cubreobjetos y se observó en el microscopio a 10X.

Según el procedimiento de Holý (1987), la motilidad masal se clasificó como se describe en el cuadro 1.

Cuadro 1. Criterios de evaluación de la motilidad masal de acuerdo al porcentaje de nemaspermos vivos observados en el microscopio a 10X.

Motilidad Masiva	Descripción	Porcentaje de nemaspermos vivos (%)
MM o	En el campo microscópico no se encuentran remolinos. Los nemaspermos están sin movimiento, o están muy débiles.	Menos de 10
MM +	Los remolinos son muy lentos y suaves y la vitalidad está muy disminuida o hay gran cantidad de nemaspermos muertos.	10 - 40
MM ++	Movimientos masivos bien definidos y formación rápida de remolinos.	40 – 60
MM +++	Movimiento masivo muy intenso con formación y desaparición rápida de remolinos.	Más de 60

Fuente: Holý, 1987

Motilidad Individual (%)

Se evaluó la motilidad de los espermatozoides de manera individual observando la dirección en que se mueven y la forma en que lo hacen. Para esto se colocó una gota de la muestra precalentada en un portaobjetos con su cubreobjetos y se observó en el microscopio a 40X.

Los criterios de evaluación fueron: porcentaje de espermatozoides con movimiento rectilíneo y porcentaje de espermatozoides con otro tipo de movimiento (circular, retroactivo y pendular).

Estas pruebas se realizaron al eyaculado a intervalos de una hora durante 12 horas continuas a porciones de los eyaculados que se encontraban a cinco temperaturas: 17, 20, 23, 26, 29°C.

EVALUACION MACROSCOPICA

Las características macroscópicas que se analizaron fueron:

Volumen

Para el cálculo del volumen se colocó el semen recolectado en un recipiente graduado (Erlenmeyer) el cual estaba a 37°C. El volumen esperado en un eyaculado de verraco varía entre 200 y 300 cc. Todas las recolecciones tenían un volumen entre 250 a 300 cc.

Color

Esta prueba consistió en la observación del semen para apreciar la coloración del mismo (Castillo 2003). Se evaluó semen de color blanco lechoso únicamente ya que colores rojizos o amarillentos pueden indicar contaminación por sangre u orina.

Olor

Se apreció cada muestra para detectar olores extraños a orín o pudrición. Sólo se evaluaron muestras de olor característico (*sui generis*).

Consistencia

La consistencia del semen se clasificó en un rango de acuerdo a sus características desde ser semen acuoso y transparente hasta semejante a la leche. A esto se le adiciona también la viscosidad o cremosidad del semen y la densidad.

La clasificación utilizada fue:

Cre moso granu loso

Le choso opa co

Opalescente

Acuoso

pH

Los valores normales de pH se encuentran entre 6.8 y 7.8 y el óptimo entre 6.9 y 7.2 (Domínguez 2001).

Para esta medición se usó papel tornasol por ser un método rápido, sencillo y el de mayor disponibilidad.

EVALUACION MICROSCOPICA**Concentración**

Se utilizó el método propuesto por Castillo (2003).

Se procedió a la determinación del número de espermatozoides por unidad de volumen por medio de la cámara de Bürker. Se colocó semen en una solución espermicida con una relación 1:100. Luego se tomó una gota de la dilución con una pipeta Pasteur y se depositó en la cámara de Bürker.

La solución espermicida se preparara con formalina al 10% en solución salina fisiológica.

El conteo se hizo usando el microscopio a 40X y se contó el número de espermatozoides encontrados dentro de 40 cuadros pequeños de la cámara.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un modelo de regresión lineal. Para el análisis de los datos se aplicó el paquete estadístico SPSS® 7.5. El nivel de significancia fue de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSION

MOTILIDAD MASAL

La diferencia entre los tratamientos no fue significativa ($P>0.05$). Esto demuestra que conservar el semen a diferentes temperaturas no tiene efecto sobre la calidad biológica del mismo durante las primeras 12 horas posrecolección (Figura 1).

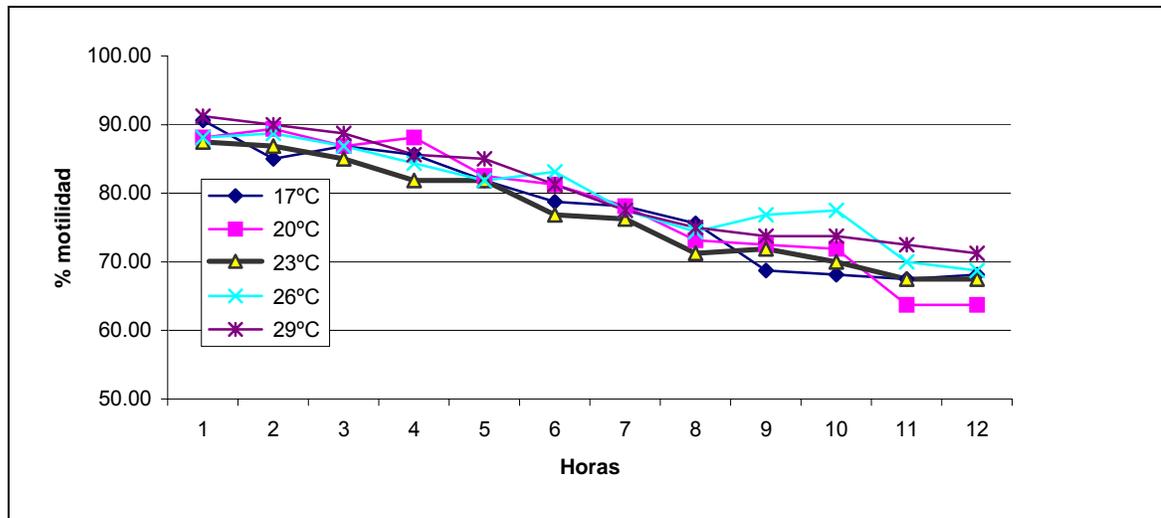


Figura 1. Comportamiento de los porcentajes de motilidad masal en las cinco temperaturas a través del tiempo.

El porcentaje de motilidad óptimo para declarar un semen de buena calidad es de 85%, con un tipo de movimiento progresivo (García 2001). Por otro lado Daza (1992), explica que el semen debe tener una puntuación mínima de cuatro (movimiento rápido, 80%) en motilidad para considerarse un buen eyaculado. Para efecto de este estudio se utilizó un porcentaje de 80% como base que es lo más utilizado en la práctica.

En las temperaturas observadas en la hora uno se obtuvo motilidades excelentes las cuales van desde el 91 hasta el 88% indicando que la calidad del semen es óptima. En las horas siguientes se observó una disminución gradual de la motilidad masal para todas las temperaturas, hasta llegar a la hora 12 donde se desempeñaron en un rango de 63 hasta 71%.

En el semen conservado a 17°C se observaron porcentajes de motilidad masal por encima del mínimo aceptable durante las primeras cinco horas en un rango de 90 hasta 81%, los cuales decayeron en las horas siguientes en un promedio de 3% por hora hasta la hora nueve, desde la cual estos porcentajes se estabilizan hasta llegar a un 68% (Anexo 1). Esto no concuerda con lo que expone Daza (1992), quien asegura que a una temperatura de 15 a 18°C, con una oscilación de 2°C, se puede mantener la calidad biológica del semen por un periodo de tres días.

Por otro lado se ha demostrado que el semen es severamente afectado por el enfriamiento y necesita de un periodo de adaptación y adquisición de resistencia que se da luego de 16 horas (Gordon 1997). Este estudio demuestra lo contrario ya que esta adaptación fue alcanzada a la hora nueve para la temperatura tradicional de conservación (17°C), a la cual los porcentajes se estabilizaron a partir de dicha hora hasta la hora 12 posrecolección.

En el caso de la temperatura de 20°C se encontraron características aceptables de calidad desde la hora uno hasta la seis mostrando motilidades en rangos de 88 a 81% bajando gradualmente hasta llegar a una motilidad de 63% en la hora 12 (Anexo 2). Para la temperatura de 23°C se observó una motilidad masal que bajó desde 87 hasta 67% durante las 12 horas conservando su calidad hasta la hora cinco con 81% motilidad, ligeramente superior al porcentaje mínimo (Anexo 3).

Para la temperatura de 26°C se encontró que durante las 12 horas las motilidades variaron de 88 a 68 % manteniéndose en un rango aceptable para la inseminación hasta la hora seis con un 83% de motilidad (Anexo 4). El semen conservado a temperatura de 29°C mostró un rango de 91 a 71 % de motilidad durante las 12 horas, pero sólo hasta la hora seis se mostró sobre el valor mínimo para ser utilizado en IA con un 81% de motilidad (Anexo 5).

Con las siguientes ecuaciones se puede obtener el porcentaje de motilidad masal a las diferentes temperaturas según la hora:

Motilidad Masal a 17°C = 92.46 – 2.24 (hora)

Motilidad Masal a 20°C = 94.49 – 2.49 (hora)

Motilidad Masal a 23°C = 90.26 – 2.04 (hora)

Motilidad Masal a 26°C = 91.51 – 1.79 (hora)

Motilidad Masal a 29°C = 93.55 – 2.01 (hora)

MOTILIDAD INDIVIDUAL

Las diferencias entre los tratamientos no fueron significativas ($P > 0.05$). Esto indica que la temperatura (17 a 29°C) no tiene ningún efecto sobre la motilidad individual en las primeras 12 horas posrecolección.

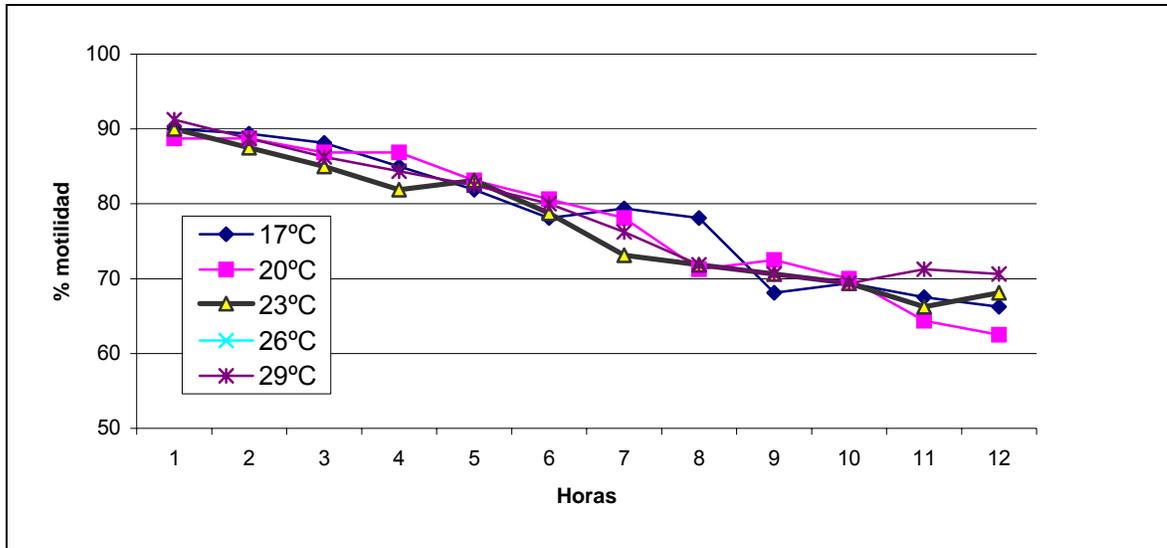


Figura 2. Comportamiento de los porcentajes de motilidad individual en las cinco temperaturas a través del tiempo.

En las temperaturas analizadas en la hora uno se obtuvo motilidades individuales que estuvieron entre 91 hasta el 88% indicando que la calidad del semen es aceptable. En las horas siguientes se observó una disminución gradual de la motilidad individual para todas las temperaturas, hasta llegar a la hora 12 donde se desempeñaron en un rango de 62 hasta 70% (Figura 2).

Para la temperatura de 17°C se obtuvo porcentajes de motilidad de 90% en la hora uno y manteniendo su calidad hasta la hora cinco con un 81%, decreciendo gradualmente hasta estabilizarse a partir de la hora nueve con un 67% (± 2 %) (Anexo 6).

Por otro lado, el semen a temperatura de 20°C mostró un rango de motilidad de 88 a 62% desde la hora uno a la 12, pero manteniendo la calidad permisible hasta la hora seis con un 80% (Anexo 7). Las temperaturas de 23 y 26°C mostraron un porcentaje aceptable de motilidad (83%) hasta la hora cinco; los rangos desde la hora uno hasta la 12 van de 90 a 68% y de 88 a 62% respectivamente (Anexos 8 y 9). Finalmente, en la temperatura de 29°C se obtuvo motilidades desde 91% a 70% de la hora uno a la 12 conservando calidad aceptable hasta la hora seis con un 80% (Anexo 10).

Las siguientes ecuaciones muestran como cambia el porcentaje de motilidad individual según la temperatura.

$$\text{Motilidad Individual a } 17^{\circ}\text{C} = 93.97 - 2.39 (\text{hora})$$

$$\text{Motilidad Individual a } 20^{\circ}\text{C} = 94.54 - 2.57 (\text{hora})$$

$$\text{Motilidad Individual a } 23^{\circ}\text{C} = 91.61 - 2.23 (\text{hora})$$

$$\text{Motilidad Individual a } 26^{\circ}\text{C} = 94.68 - 2.69 (\text{hora})$$

$$\text{Motilidad Individual a } 29^{\circ}\text{C} = 92.39 - 2.12 (\text{hora})$$

La motilidad masal e individual mostraron resultados muy similares, se obtuvo en ambas una estabilización clara para la temperatura de 17°C a partir de la hora nueve como se puede observar en las gráficas de los Anexos 1 y 6.

CONCLUSIONES

Las motilidades masal e individual de los espermatozoides del semen fresco se mantienen con porcentajes óptimos hasta la hora cinco posrecolección cuando es almacenado en un rango de temperaturas de 17 a 29°C.

Los porcentajes de motilidad en el semen almacenado a temperatura de 17°C se estabilizan a partir de la hora nueve posrecolección.

RECOMENDACIONES

Utilizar el semen fresco que esté almacenado en un rango de temperaturas de 17 a 29°C por un tiempo no mayor a las cinco horas posrecolección para aprovechar los mayores porcentajes de motilidad masal e individual en los espermatozoides.

Almacenar el semen a temperatura constante durante todo el periodo de conservación.

BIBLIOGRAFIA

Ausin, G., Cisale, H., Domínguez, J., Fernández, H., Gledhilp, B., Rivolta, M. 1997. Inseminación artificial con semen de cerdo mejorado. Prueba de campo (en línea). Consultado: 11 de oct. 2003. Disponible en: <http://www.degesa.com/ia.htm>.

Castillo, R. 2003. Curso-Taller “Inseminación artificial en cerdas”. Zamorano. Honduras. 15 p.

Daza, A. 1992. Manejo de la reproducción en el ganado porcino. Madrid. Ed. Mundi-Prensa. 160p.

Domínguez, P. 2001. Procedimientos técnicos para la crianza porcina. Agrinfor. La Habana. Cuba. 139 p.

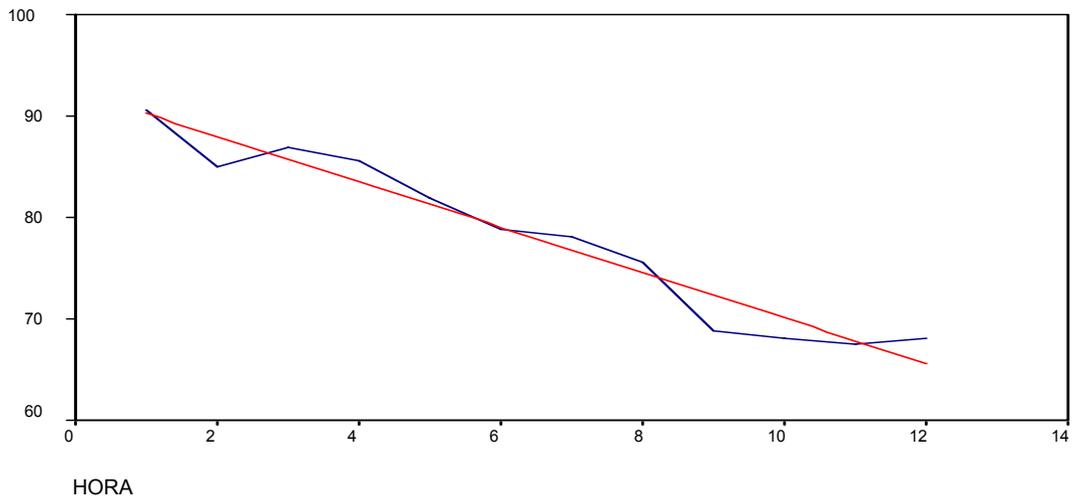
Edwards, B. 2002. Selección y mejora genética porcina: una visión global (en línea). Consultado: 11 de oct. 2003. Disponible en: <http://www.degesa.com/b8.htm>.

García, P. 2001. Reproducción porcina: Congelación de semen de verraco: problemática y estado actual. XXIV curso internacional. Madrid, España.

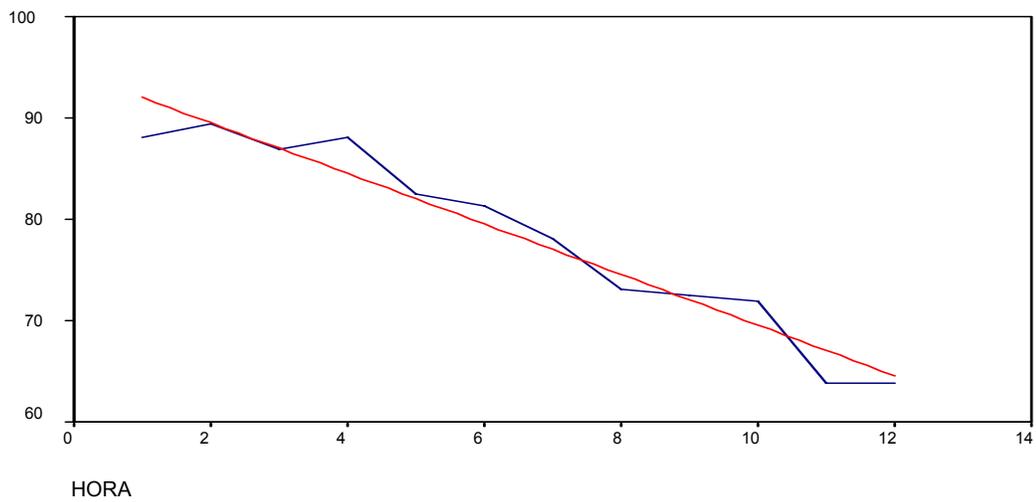
Gordon, I. 1997. Controlled reproduction in pigs. Vol. 3. Editorial Cab International. Cambridge, UK. 247p.

Holý, L. 1987. Biología de la reproducción bovina, introducción al proceso del examen de la fertilidad de la hembra y el macho. Trad. R. Barnet. 2 ed. La Habana. Ed. Científico-técnica. 344p.

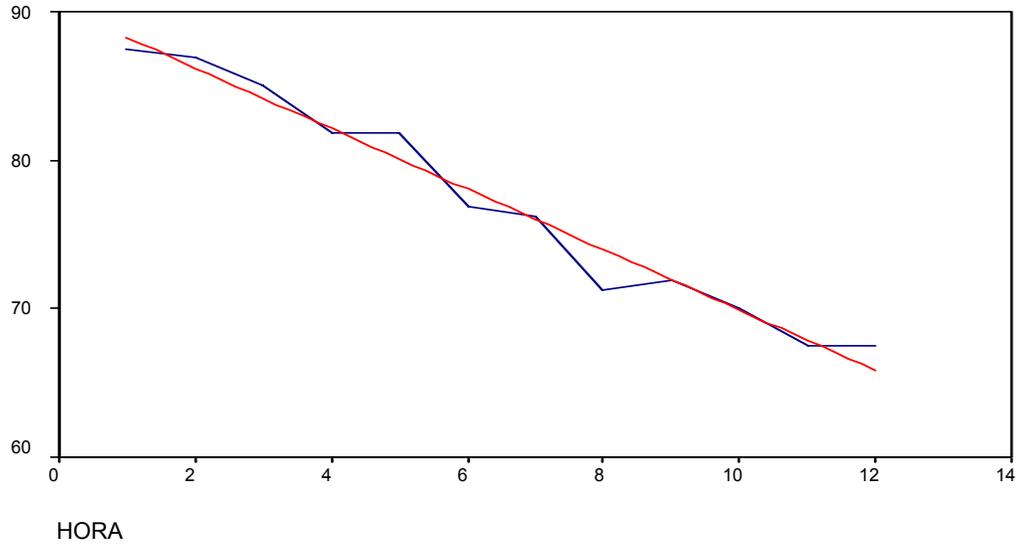
ANEXOS



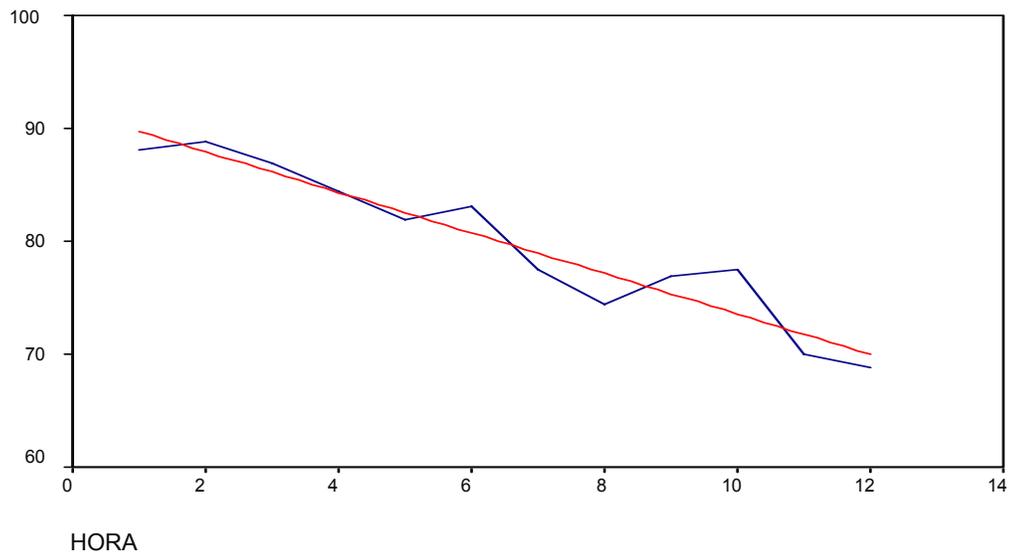
Anexo 1. Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservado a 17°C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 92.46 - 2.24$ (hora)).



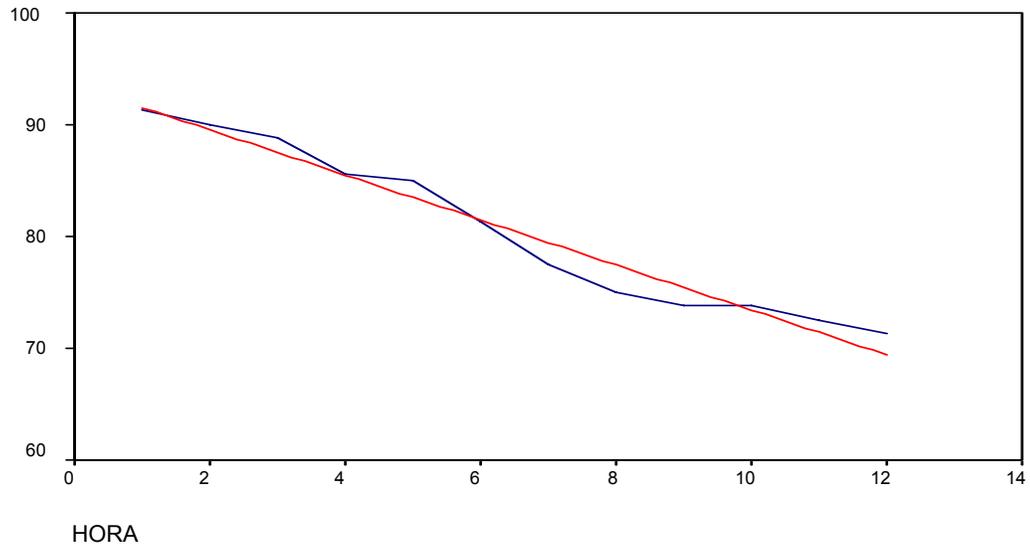
Anexo 2. Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservado a 20°C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 94.49 - 2.49$ (hora)).



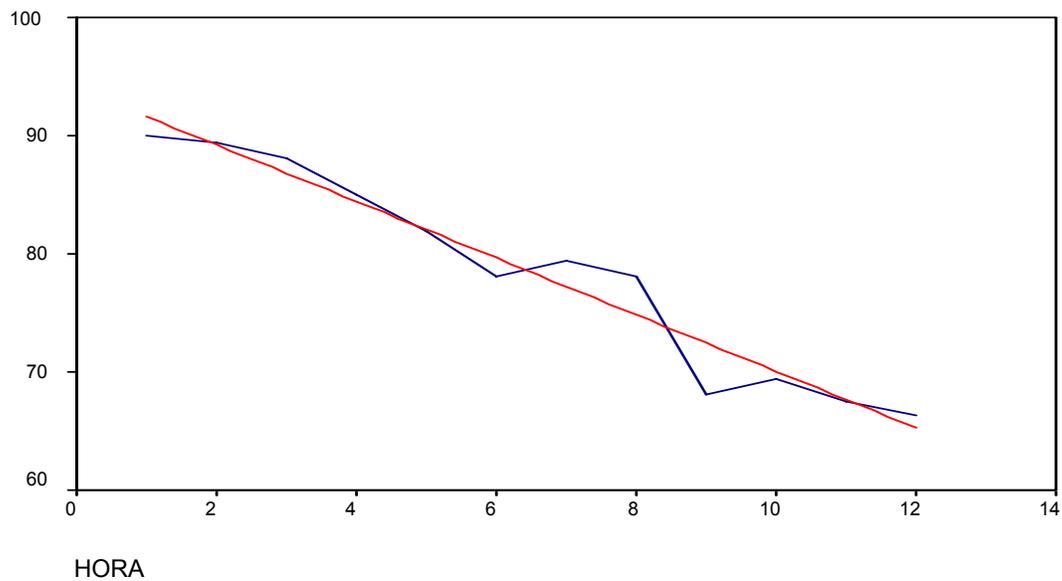
Anexo 3. Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservado a 23°C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 90.26 - 2.04$ (hora)).



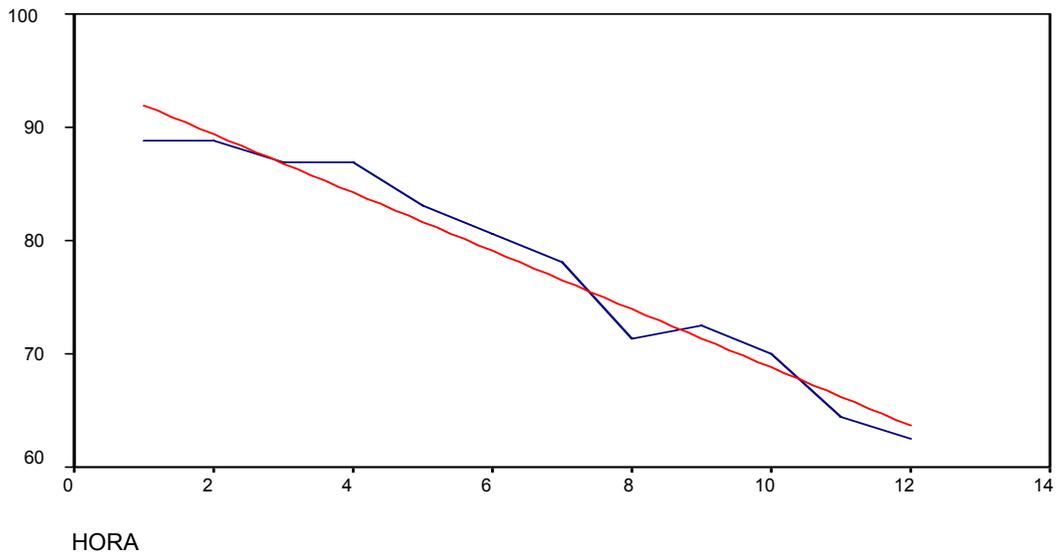
Anexo 4. Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservado a 26°C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 91.51 - 1.79$ (hora)).



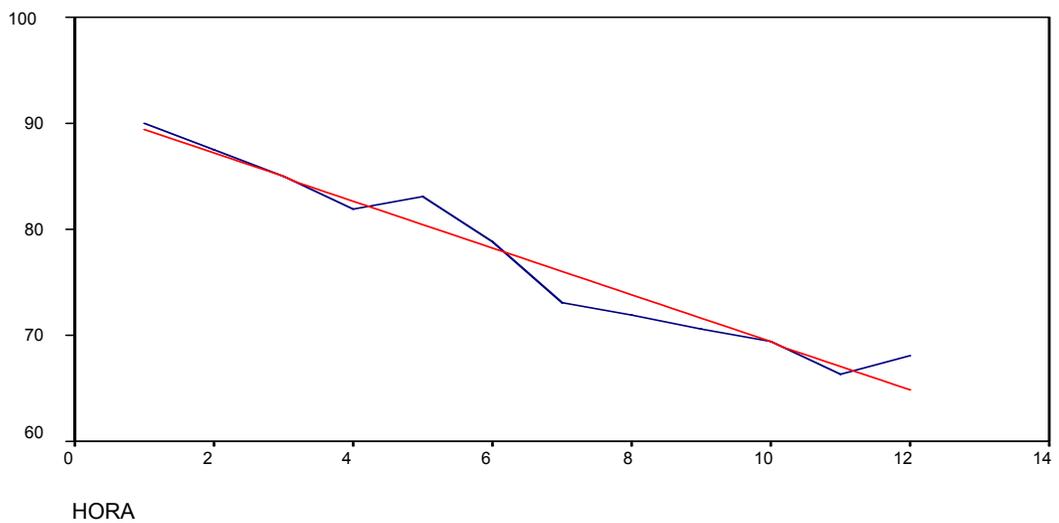
Anexo 5. Comportamiento de la motilidad masal de los espermatozoides del semen conservado a 29°C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 93.55 - 2.01 (\text{hora})$).



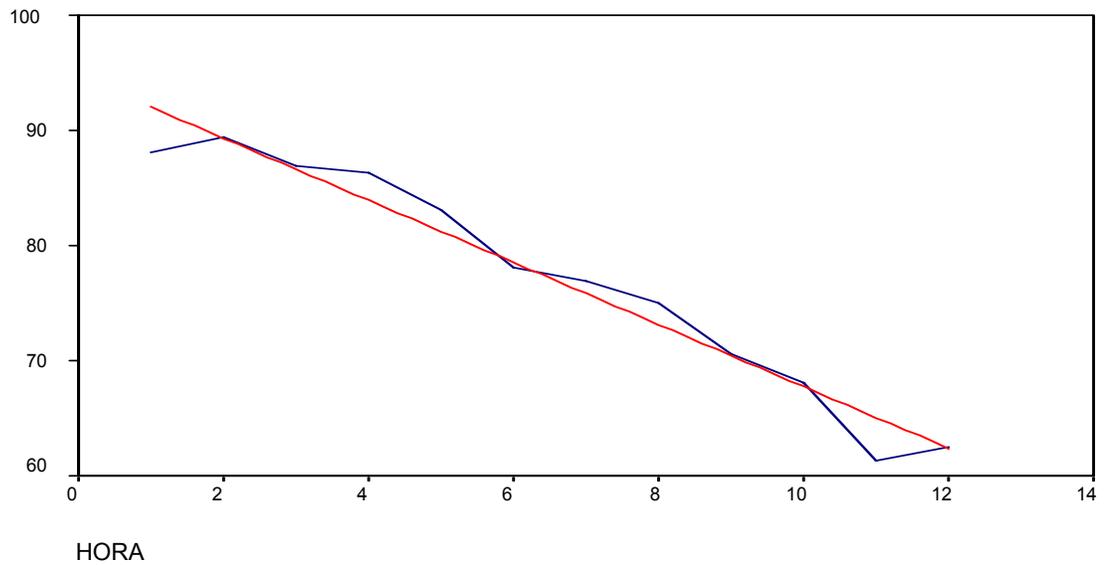
Anexo 6. Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 17 °C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 93.97 - 2.39 (\text{hora})$).



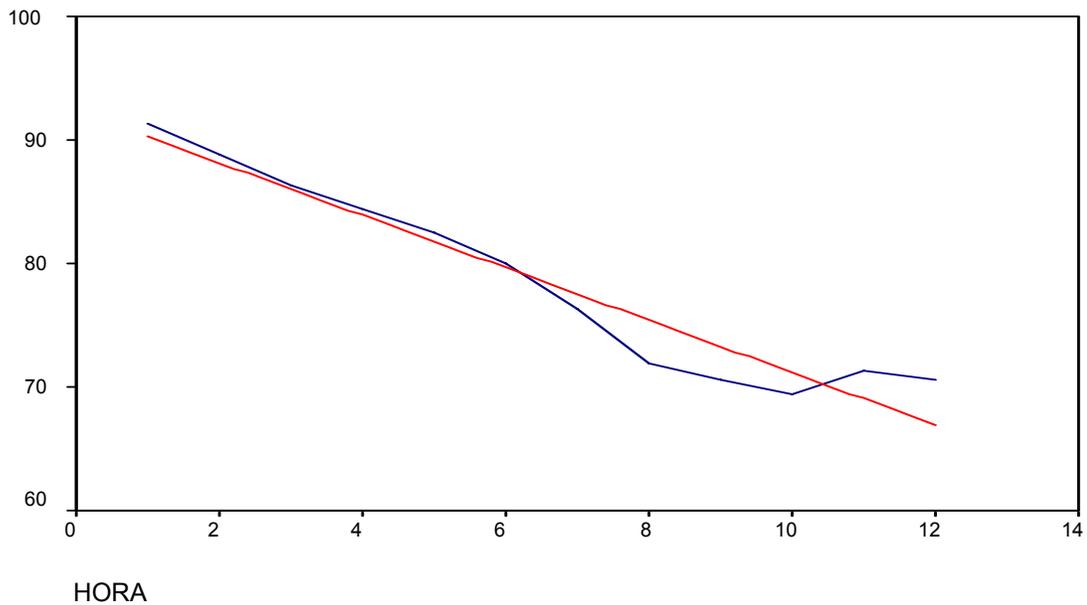
Anexo 7. Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 20°C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 94.54 - 2.57$ (hora)).



Anexo 8. Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 23°C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 91.61 - 2.23$ (hora)).



Anexo 9. Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 26 °C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 94.68 - 2.69$ (hora)).



Anexo 10. Comportamiento de la motilidad individual de los espermatozoides del semen conservado a 29°C a través del tiempo y la línea de regresión ($mm = 92.39 - 2.12$ (hora)).

