

EVALUACION DE ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL EYACULADO EN TOROS HOLSTEIN

MAGDA RIVERA REY ¹
LUIS EMILIO TRUJILLO ARAMBURO ²

RESUMEN

En la Estación de inseminación artificial y procesamiento del semen "San Pablo" de la Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, se evaluó la información correspondiente a las características del material seminal por eyaculado, procedente de 365 recolecciones realizadas a siete toros Holstein entre 1986 y 1988.

El propósito del estudio fue evaluar los efectos de la alimentación, la edad, el toro y el orden del salto sobre características del eyaculado fresco, tales como: volumen, concentración espermática, movilidad individual, espermias totales y móviles por eyaculado.

Con excepción de la movilidad individual, los valores promedios obtenidos para las características del semen fueron inferiores y más variables a los reportados en la literatura.

La alimentación y la edad de los toros no afectaron

¹ Zootecnista. Cra. 50 No. 94-34. Medellín, Colombia

² Profesor Asistente. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín. Apartado 568.

significativamente las características del eyaculado. El efecto del toro fue altamente significativo para el volumen y significativo para el número de espermatozoides totales y espermatozoides móviles por eyaculado, pero no para la concentración espermática ni para la movilidad individual. Con excepción del volumen, el efecto del orden del salto fue altamente significativo para la concentración, movilidad individual, espermatozoides totales y espermatozoides móviles por eyaculado, siendo de mejor calidad los primeros eyaculados que los segundos, con excepción para la movilidad individual.

Palabras clave: semen bovino, volumen, concentración, movilidad, espermatozoides por eyaculado.

ABSTRACT

EVALUATION OF SOME CHARACTERISTICS OF HOLSTEIN BULLS EJACULATES

At the station of semen processing "San Pablo", of the Universidad Nacional de Colombia, in Medellín, the information of seminal characteristics concerning to: volumen, sperms per mililiter, individual movility, total sperms per ejaculate and movile sperms per ejaculate, proceed from 365 recolections on seven Holstein bulls between 1986 and 1988 was recolected and evaluated.

The purpose of this study was to evaluate effects of: alimentation, bullage, bull, and number of ejaculation on seminal characteristics.

The mean values of semen characteristics obtained in this paper were low and more variable than those reported in literature. Alimentation programs and the studied ages didn't affect significantly semen characteristics. Bull effect was higly significant on volume, and significant on number of total sperms and movile sperms per ejaculate, but there was no effect on sperms per mililiter neither on individual movility. With exception of volume, the effect of number of ejaculation was highly

significant on sperms per mililiter, individual movility, total sperms per ejaculate and motile sperms per ejaculation, First ejaculation were best quality than seconds, with individual movility as exception.

Key words: bovine semen, volume, concentrations, individual movility, sperms per ejaculate.

INTRODUCCION

Se sabe que las características del material seminal son afectadas por muchos factores entre ellos la edad, el toro, el orden del salto y la frecuencia de las recolecciones, han sido aspectos estudiados, bajo condiciones diferentes a las nuestras, pero son desconocidas en nuestro medio.

La valoración de estos factores tiene importancia debido a su relación con los parámetros seminales, los cuales se reflejan finalmente en el número de dosis producidas y en la calidad del semen posterior a la descongelación.

El propósito de este estudio fue valorar los efectos de la edad, el toro y el orden del salto sobre las características del eyaculado bovino fresco de los toros de la estación de inseminación artificial y procesamiento del semen San Pablo.

REVISION DE LITERATURA

Las pruebas de evaluación del material seminal tales como: volumen del eyaculado, concentración espermática, movilidad individual, proporción de espermatozoides vivos y muertos, morfología espermática, pH, etc., son afectadas por numerosos factores. Entre los que se han estudiado se encuentran los correspondientes al toro: raza, edad y peso; a la recolección: orden del eyaculado o número del salto, día de la semana en que se hace la recolección, frecuencia de recolecciones (relacionada con el descanso sexual) y la preparación sexual del toro; a factores de tipo ambiental como

son la temperatura, humedad relativa y la suplementación energética o proteica.

EFFECTO DE LA EDAD SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL EYACULADO BOVINO

Las investigaciones realizadas por Almquist (1982), Bishop (1954), Cunningham *et al* (1967), Everett, Bean y Foot (1982); Ruttle, Ezaz y Sceery (1975) y Taylor *et al* (1985) han reconocido los efectos de la edad sobre el volúmen y la concentración del eyaculado, así como sobre los espermatozoides totales, movilidad individual y espermatozoides móviles por eyaculado.

Los trabajos de Almquist (1982), Baker, Vandemark y Salisbury (1955) y Cunningham *et al* (1967) han evaluado el efecto de la edad sobre el volumen del eyaculado en toros hasta los dos años de edad, iniciándolos a partir de la pubertad alcanzada aproximadamente a las 38 semanas en toros Holstein y a las 44 en toros Hereford y Angus, reportando incrementos en el volumen eyaculado.

En trabajos de mayor duración se han encontrado incrementos en el volumen del eyaculado a medida que aumenta la edad de los toros. Sobre el particular, Almquist (1982) sugiere que estos incrementos se presentan hasta aproximadamente los 6 a 7 años. Después de esta edad Taylor *et al* (1985), señalan que el volumen permanece constante hasta los 9 a 10 años, a partir de los cuales disminuye gradualmente.

Hahn, Foote y Siedel (1969) reportaron que el grado de la asociación entre la edad y el volumen eyaculado en toros Holstein, calculado a través del coeficiente de correlación, fue de + 0,52 ($P < 0,01$).

El trabajo de investigación de Bishop *et al* (1954) sobre

las características seminales y su relación con la fertilidad del toro sugiere que existe una disminución en ésta ante incrementos del volumen del eyaculado y el aumento de la edad de los toros.

Con respecto al efecto que tiene la edad sobre la concentración espermática, Almquist (1982), Baker, Vandemark y Salisbury (1955), Everett y Bean (1982) y Taylor *et al* (1985) registran incrementos significativos en esta característica hasta los 2 a 3,5 años de edad, a partir de los cuales no se observa una tendencia definida. Mientras tanto Everett y Bean (1982) y Hahn, Foote y Seidel (1969) encontraron disminuciones en la concentración espermática con la edad; Almquist (1982) señala una producción de espermatozoides constante y Foote *et al* (1977) reportan una producción fluctuante a través del tiempo. En contraposición con estos autores, Riveros y Fransén (1967) y Ruttle, Ezas y Sceery (1975) indican que existen incrementos en la producción de células espermáticas a medida que aumenta la edad.

En términos generales la producción de espermatozoides por eyaculado experimenta incrementos altamente significativos hasta los dos años de edad; no obstante en trabajos de mayor duración realizados por Everett y Bean (1982) y Foote *et al* (1977) se reportan incrementos en espermatozoides totales por eyaculado hasta aproximadamente los 4 a 5 años; después de este tiempo el comportamiento es variable. Everett y Bean (1982), señalan que a partir de los cuatro años parece disminuir en forma lineal con la edad los espermatozoides totales por eyaculado, conclusión que es compatible con los resultados obtenidos por Hahn, Foote y Seidel (1969) quienes explican que esta baja en la producción de espermatozoides totales se debe a la dificultad para estimular los toros viejos en condiciones físicas deficientes.

Almquist (1982) y Taylor *et al* (1985) han reportado incrementos en la producción total de espermatozoides por eyacu-

lado hasta los siete años, seguida de una estabilización de la producción entre los 7 y 9 años y descenso a edades posteriores a los 10 años. Ruttle, Ezas y Sceery (1975) concluyen que el mayor número de células por eyaculado en toros de carne *Bos taurus* y cruces con *Bos indicus* se alcanza entre los 8 a 9 años de edad.

La correlación entre la edad y la producción de espermatozoides totales por eyaculado calculada por Baker, Vandemark y Salisbury (1955), en toros Holstein con edades hasta los tres años fue de 0,51. Los autores atribuyen aproximadamente el 25% de las variaciones en el número de espermatozoides por eyaculado al crecimiento del toro asociado con la edad, afirmando además en un trabajo posterior sobre el mismo tema que "los incrementos en el volumen, concentración espermática y total de espermatozoides por eyaculado son atribuidos al crecimiento del epitelio germinal y del tejido secretorio de las glándulas accesorias asociado con aumentos de la edad".

Kugimoto, Abdel-Raouf y MacMillan y Hafs citados por Hahn, Foote y Seidel (1969), concluyen que la tasa de madurez de la espermatogénesis en toros de leche se alcanza alrededor del año de edad, después de la cual el crecimiento de los testículos es el principal responsable de los incrementos en el potencial de secreción de espermatozoides.

Willet y Ohms (1957) sugieren que con acercamiento de la vejez los testículos disminuyen su capacidad para producir espermatozoides. En el estudio de Hahn, Foote y Siedel (1969) se registra un coeficiente de correlación parcial de -0,60 ($P < 0,01$) entre la edad del toro y la producción de espermatozoides totales, permaneciendo constante la circunferencia testicular. Esta relación indica una disminución de la capacidad espermatogénica por unidad de masa testicular con la edad.

Los espermatozoides totales por eyaculado fluctúan de acuerdo

con la concentración espermática por milímetro, pero sus valores pueden ser compensados por el incremento del volumen con la edad. En esta dirección Everett y Foote (1978) han reportado una correlación de 0,55 entre volumen y espermias totales por eyaculado y de 0,79 entre la concentración por mililitro y el total de espermias por eyaculado.

En los estudios de Almquist (1982) y Baker, Vandemark y Salisbury (1955) se encuentran aumentos significativos o altamente significativos en la movilidad espermática hasta aproximadamente los dos años de edad, a partir de la cual no se presenta variabilidad de esta característica por efecto de la edad. Sin embargo Ruttle, Ezas y Sceery (1975) citan a Lindley *et al* (1959) quienes encontraron semen de más baja movilidad en toros de carne a medida que se volvieron viejos.

Para el total de espermias móviles por eyaculado Almquist (1982) y Baker, Vandemark y Salisbury (1955) han reportado incrementos altamente significativos hasta aproximadamente los 2 ó 3 años de edad. Según Almquist (1982) cuando los animales alcanzan los tres años los aumentos son lentos y no significativos hasta aproximadamente los siete años; a partir de esta edad se desconoce el comportamiento de esta característica.

EFFECTO DEL ORDEN DEL SALTO SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL EYACULADO BOVINO

Los trabajos de Bishop *et al* (1954), Bratton y Foote (1954), Siedel y Foote (1969) y Taylor *et al* (1985) han reportado diferencias significativas entre el primero y el segundo eyaculado para el volumen, la concentración espermática, los espermias totales por eyaculado, la movilidad individual y los espermias móviles por eyaculado. Los primeros eyaculados han sido superiores a los segundos en cuanto al volumen, concentración espermática, espermias totales y

espermias móviles por eyaculado, exceptuando el reporte de Everett y Bean (1982) quienes no encuentran diferencias para el volumen entre el primero y el segundo eyaculado. En cuanto al porcentaje de espermias móviles Siedel y Foote (1969) han registrado valores similares entre el primero y el segundo eyaculado o en algunos casos superioridad para los segundos eyaculados.

Kirillov, Morozov y Anderson citados por Collins, Bratton y Henderson (1951) y Bratton, Foote y Henderson (1954) han evidenciado efecto benéfico de la preparación sexual de los toros antes de la eyaculación sobre la cantidad de los eyaculados. Mercier y Salisbury citados por Collins, Bratton y Henderson (1951) encontraron superioridad en los espermias móviles del segundo eyaculado recolectado con pocos minutos de diferencia respecto al primero. Es necesario señalar que en este estudio los primeros eyaculados se recolectaron inmediatamente después de traer el toro del establo al sitio de recolección.

Collins, Bratton y Henderson (1951) encontraron diferencias altamente significativas en el volumen, la concentración espermática y los espermias móviles por eyaculado en un grupo de toros Holstein a los cuales se les proporcionó una mayor excitación sexual obtenida a través de restricciones periódicas y falsas montas. Los autores señalan que el incremento en el número de espermias móviles por eyaculado no se puede interpretar como el reflejo de una mayor espermatogénesis sino que la excitación sexual previa a la eyaculación hace posible obtener en cada eyaculado una mayor proporción de espermias producidos.

Siedel y Foote (1969) reportan que los coeficientes de correlación entre el primero y el segundo eyaculado para características tales como el volumen, la concentración espermática, la movilidad individual y los espermias totales por eyaculado fueron 0,38; 0,36; 0,25 y 0,39 respectivamente.

Los coeficientes de correlación por encima de 0,25 fueron altamente significativos.

EFFECTO DEL TORO SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL EYACULADO BOVINO

Factores inherentes al individuo diferentes a su raza, edad, peso y tamaño corporal generan diferencias significativas o altamente significativas entre los toros para las características del semen como el volumen, la concentración espermática, los espermias totales por eyaculado, el porcentaje de espermias móviles y los espermias móviles por eyaculado.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL SEMEN

La Tabla 1 presenta los parámetros de volumen, concentración espermática, espermias totales por eyaculado y porcentaje de movilidad de eyaculados obtenidos en toros de las razas Holstein y Guernsey, reportados por diferentes autores.

MATERIALES Y METODOS

Las observaciones para realizar el presente estudio fueron obtenidas de los registros de evaluación de semen de la estación de inseminación artificial y procesamiento de semen "San Pablo" realizados y elaborados entre el 18 de abril de 1986 y el 15 de septiembre de 1988. Se recolectó la información correspondiente a un total de 365 eyaculados pertenecientes a siete toros de la raza Holstein Friesian.

La Estación "San Pablo" está localizada en el municipio de Rionegro (Antioquia). Esta región corresponde según la clasificación de Holdridge, citado por González y Muñoz (1984), a la zona de vida bosque húmedo montano bajo (bh-MB) con condiciones bioclimáticas correspondientes a

TABLA 1. Características generales del eyaculado bovino.

Característica	\bar{X}	s_x	C.V. (%)	Raza	Fuente
Volumen (ml)	7,75	1,83	23,61	Holstein	Everett y Bean (1982)
	5,90	1,29	22,00	Holstein	Siedel y Foote (1973)
	7,80	1,77	22,70	Holstein	Everett, Bean y Foote (1978)
	4,33	1,56	36,03	Holstein	Stone, Johnston Mixner (1950) Guermsey
Espermas/ml $\times 10^9$	1,24	0,34	27,41	Holstein	Everett y Bean (1982)
	1,52	0,38	25,00	Holstein	Siedel y Foote (1973)
	1,30	0,32	24,60	Holstein	Everett, Bean y Foote (1978)
	1,38	0,47	34,28	Holstein	Stone Johnston Mixner (1950) Guermsey
Espermas totales/eyaculado $\times 10^9$	9,55	3,22	33,71	Holstein	Everett y Bean (1982)
	8,67	3,03	35,00	Holstein	Siedel y Foote (1973)
	10,30	3,31	32,10	Holstein	Everett, Bean y Foote (1978)
	6,17	4,09	66,30	Holstein	Stone, Mixner Johnston (1950)
Movilidad Individual (%)	59,50	4,12	6,90	Holstein	Everett y Bean (1982)
	57,00	5,70	10,00	Holstein	Siedel y Foote (1973)
	59,70	3,81	6,30	Holstein	Everett, Bean y Foote (1950)

una temperatura entre 18 y 24° C, una altura de 2.100 m.s.n.m. y una precipitación anual de 2.000 mm. La Estación pertenece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín.

Los toros del Centro se sometieron a dos planes de alimentación que consideran las variaciones del peso corporal, el máximo empleo de forrajes como recurso básico de la ración y los suplementos comerciales en los casos necesarios.

El primer plan de alimentación, utilizado entre mayo de

1986 y julio de 1987, se fundamentó en el pastoreo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), estimando un consumo promedio de 11 kilogramos de materia seca por día, el suministro de pasto de corte King-grass (*Pennisetum purpureum* por *P. typhoides*), con un consumo de 7,5 kilogramos de materia seca por día y 5,0 kilogramos de un suplemento concentrado comercial. Este plan se empleó en los toros cuando su peso vivo varió entre los 800 y 1.000 kilos, haciendo los respectivos ajustes de acuerdo al peso de los animales. El segundo plan nutricional se empleó entre julio de 1987 y septiembre de 1988, basado en algunos cambios introducidos en el manejo de los pastos los que se fundamentaron en el establecimiento de un programa de fertilización que consideró los análisis de suelos. Este plan de alimentación consistió en el suministro de 5,9 kilogramos de materia seca de pasto kikuyo, 2,0 kilogramos de materia seca de pasto king-grass, 2 kilogramos de un suplemento comercial, para toros entre 300 y 550 kilogramos de peso vivo; 7,9 kilogramos de materia seca de pasto kikuyo, 2,6 kilogramos de materia seca de pasto king-grass y 1,8 kilogramos de materia seca de un suplemento comercial, para toros entre 550 y 800 kilos de peso vivo y 9,8 kilogramos de materia seca de pasto kikuyo, 3,2 kilogramos de materia seca de pasto king-grass y 1,4 kilogramos de materia seca del suplemento comercial, para toros entre 800 y 1.200 kilos de peso vivo. Dentro de los diversos planes de alimentación los toros tuvieron acceso a libre voluntad a agua fresca y a un suplemento mineral correspondiente a una sal comercial con 8% de fósforo. Estos planes estuvieron basados en los requerimientos nutricionales recomendados por la National Research Council (1978) para toros en programas de producción de semen. El efecto de estos planes de alimentación se evaluó con respecto al volumen, la concentración y la movilidad individual mediante la prueba de homogeneidad de varianzas descrita por Ostle (1965).

El control sanitario de los toros se fundamentó en el

examen de las enfermedades específicas de la reproducción, reglamentadas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y exigidas para el registro de los animales donantes de semen según la resolución 233 del 4 de febrero de 1982. Todos los toros en procesamiento de semen durante el período de estudio se diagnosticaron negativos para enfermedades específicas de la reproducción. Adicionalmente se procedió a una inspección clínica de cada reproductor previa a la primera recolección y se realizaron las vacunaciones antiaftosa de acuerdo a los ciclos establecidos.

Antes de efectuarse el trabajo de recolección se verificó el funcionamiento de todos los equipos del laboratorio y se hizo una desinfección externa del prepucio de los toros. Toda recolección estuvo precedida por un período de excitación variable de los toros haciendo falsas montas. El material recolectado con vagina artificial a 45° C fue pasado inmediatamente al laboratorio para su evaluación y procesamiento, donde se recibió en un baño maría a 32° C y se procedió a realizar las evaluaciones macro y microscópicas. Las pruebas macroscópicas incluyeron la evaluación del volumen del eyaculado, observación de la densidad, color, presencia de sustancias extrañas y valoración del pH. Las pruebas microscópicas consideraron la estimación de la movilidad en masa y la determinación de la concentración por los métodos del hemocitómetro y el fotocolorímetro.

De siete toros de la raza Holstein Friesian se recolectó la información correspondiente al volumen, la concentración espermática y la movilidad individual de dos eyaculados. Los espermias totales fueron estimados como el producto del volumen por la concentración y los espermias móviles como el producto de los espermias totales por el porcentaje de movilidad individual. La información fue clasificada de acuerdo con la edad, el toro y al orden de salto.

Para la edad de los toros a la primera y última recolección

se establecieron tres categorías: la categoría uno incluyó tres toros con recolección entre los 15 y 33 meses de edad; la dos incluyó dos toros a los cuales se les recolectó semen entre los 37 y 47 meses; la tercera incluyó tres toros con recolección entre los 47 y 65 meses. A un mismo toro se le tomó información en las categorías dos y tres, por lo cual el número de unidades experimentales para la realización del presente trabajo fue de ocho. Una vez clasificados los toros en las respectivas categorías, se tabuló la información de acuerdo al orden del salto.

Las características del semen fueron consideradas desde el punto de vista estadístico en un diseño completamente al azar, con diferente número de repeticiones con clasificación anidada o jerarquizada. El modelo matemático fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} + \Gamma_{ijk} + \Sigma_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} : es el volumen eyaculado en mililitros, la concentración espermática por mililitro, el porcentaje de espermias móviles, los espermias totales por eyaculado ($\times 10^9$) o los espermias móviles por eyaculado ($\times 10^9$),

μ : es el promedio general de todas las observaciones en la característica respectiva,

α_i : es el efecto de la edad del toro; con $i=1 \dots e$,
 $e = 3$,

β_{ij} : es el efecto del toro; con $j = 1 \dots t$; $t = 8$,

Γ_{ijk} : es el efecto del orden del salto; con $k=1 \dots s$; $s = 2$,

Σ_{ijkl} : es el efecto del error; con $\mu=0$ y $\sigma^2 = 1$, $e = 1 \dots \gamma_e$.

Se realizaron análisis de varianza y pruebas de F y con base en los resultados obtenidos se procedió a realizar pruebas de Duncan para comprobar los promedios en las características afectadas según la fuente de variación correspondiente al toro o al orden del salto. La diferencia entre saltos también fue evaluada por el método de variables pareadas. Las pruebas mencionadas anteriormente son descritas por Calzada (1960) y por Steel y Torrie (1960).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los planes de alimentación, evaluados a través de la prueba de homogeneidad de varianza descrita por Ostle (1965), no tuvieron efecto sobre las características del material seminal.

La Tabla 2 presenta los valores promedios, las desviaciones estandar y los coeficientes de variación para las características de todos los eyaculados recolectados, aún de aquellos que no fueron aptos para el procesamiento.

La Tabla 3 presenta los rangos para las características seminales estudiadas, teniendo en cuenta los promedios de los ocho toros.

TABLA 2. Valores promedios, desviaciones estandar y coeficientes de variación de las características del semen.

Característica	n	\bar{X}	s_x	C.V. (%)
Volumen por salto (ml)	373	4,56	1,93	42,37
Concentración espermática por 10^9	279	1,18	0,54	45,98
Movilidad individual (%)	306	81,21	12,92	15,92
Espermas totales/eyaculado por 10^9	275	5,73	3,93	68,60
Espermas móviles/eyaculado por 10^9	269	4,87	3,38	69,56

TABLA 3. Intervalos para las características seminales.

Característica	Promedio	Intervalos de confianza	
		Límite Inferior	Límite Superior
Volumen (ml.)	4,62	2,51	6,72
EspERMAS/ml ($\times 10^9$)	1,26	0,61	1,91
Movilidad individual (%)	81,53	74,16	88,89
EspERMAS totales/ eyaculado ($\times 10^9$)	6,29	1,38	11,21
EspERMAS móviles/ eyaculado ($\times 10^9$)	5,33	1,94	9,56

 $\alpha = 0,05$

A excepción de la movilidad individual, los valores promedios de las características: volumen, concentración espermática, espermAS totales por eyaculado y espermAS móviles por eyaculado obtenidos de este trabajo y presentado en las Tablas 2 y 3 fueron inferiores y más variables que los reportados por otros autores en la literatura revisada (Tabla 1).

La Tabla 4 contiene solamente los parámetros de los eyaculados aptos para procesamiento, los cuales deben tener como mínimo 500 millones de espermAS por ml, 70% de movilidad individual y un mililitro de volumen eyaculado, requisitos establecidos para el procesamiento del material por parte del laboratorio.

A pesar de que la Tabla 4 contiene solamente los parámetros de los eyaculados aptos para procesamiento, los valores promedios de las características siguen siendo inferiores y más variables, lo cual se debe al manejo diferente en términos del grado de excitación y frecuencia de eyaculación de los toros, variables no controladas para las condiciones del trabajo.

La Tabla 5 presenta el análisis de varianza de las características del semen. Los valores de F indican que la edad no afectó significativamente a ninguna de las características seminales determinadas. El efecto del toro fue altamente significativo para el volumen y significativo para el número de espermatozoides totales por eyaculado y espermatozoides móviles por eyaculado, pero no afectó la concentración de espermatozoides por mililitro ni la movilidad individual. En efecto, el orden del salto fue altamente significativo para todas las variables del semen sometidas a evaluación exceptuando el volumen.

TABLA 4. Valores promedios, desviaciones estandar y coeficientes de variación de las características del semen de eyaculados aptos para congelación.

Características	n	X	D.S.	C. V. (%)
Volumen por salto (ml)	334	4,71	2,30	48,8
Concentración espermática ($\times 10^9$)	253	1,25	0,51	40,8
Movilidad individual (%)	279	83,63	6,31	7,5
Espermatozoides totales por eyaculado ($\times 10^9$)	249	6,10	3,89	63,8
Espermatozoides móviles por eyaculado ($\times 10^9$)	247	5,15	3,35	64,9

TABLA 5. Análisis de varianza de las características del semen.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Valores			F	
		Vol. (1)	Conc. (2)	Mov. (3)	Espermas Totales/ Eyaculado	Espermas Móviles/ Eyaculado
Edad	2	0,22	0,15	0,03	0,15	0,22
Toro	5	8,87**	3,40	1,33	3,80*	4,13*
Orden del salto	8	1,12	3,25**	2,86**	2,87**	3,00**

(1) Volumen; (2) Concentración; (3) Movilidad.

* (P < 0,05); ** (P < 0,01).

A pesar de que la literatura reporta efectos significativos de la edad sobre algunas características del semen, los resultados obtenidos en el presente trabajo no evidenciaron tales efectos (Tabla 6), posiblemente porque las edades de los toros consideradas no fueron extremadamente altas y más bien podría ubicarse en un rango entre 15 y 65 meses de edad. Este período de tiempo, que es relativamente corto, no permite comparar estas características con las de edades superiores a los seis años puesto que los reproductores son retirados del centro una vez han cumplido con la cantidad de dosis establecidas y ésto se hace a una edad menor.

De la Tabla 6 se evidencia un efecto altamente significativo del toro sobre el volumen y un efecto significativo sobre los espermas totales y espermas móviles por eyaculado. No se conoce la causa específica que explique el efecto del toro sobre las características del semen atribuyéndose solo a la individualidad de los animales.

Las Tablas 6 y 7 presentan la comparación de los valores promedios de las características del semen afectadas por el toro y por el orden del salto mediante la prueba de Duncan.

La Tabla 8 presenta la comparación entre saltos a través del método de variables pareadas para las características afectadas por esta variable.

Al comparar los saltos entre sí por la prueba de Duncan se obtuvo superioridad de los primeros eyaculados sobre los segundos para la concentración, los espermatozoides totales por eyaculado y espermatozoides móviles por eyaculado, mientras que la movilidad individual fue superior en los segundos eyaculados (Tabla 7). Esta diferencia entre los saltos fue corroborada por el método de variables pareadas (Tabla 8), a excepción del parámetro espermatozoides móviles por eyaculado.

TABLA 6. Comparación de los valores promedios de las características del semen afectadas por el toro.

Toro	n	Volumen (ml) (1)	n	Espermatozoides totales/ eyaculado ($\times 10^9$) (2)	n	Espermatozoides móviles/ eyaculado ($\times 10^9$) (2)
T ₁	64	5,06 abc	53	4,65 b	51	3,88 c
T ₂	60	3,53 bd	43	5,34 b	42	4,33 ac
T ₃	41	4,40 abcd	21	6,68 ab	19	5,74 bc
T ₄	40	5,51 a	32	8,60 a	34	7,46 ab
T ₅	13	5,34 ab	11	9,97 a	11	8,17 a
T ₆	44	3,50 bd	42	4,06 b	42	3,29 c
T ₇	59	5,70 a	36	6,41 ab	34	5,90abc
T ₈	52	3,97 bcd	37	4,64 b	36	3,89 c
Total	373	4,56	275	5,73	269	4,87

(1) : para el volumen, valores con la misma letra no presentaron diferencias altamente significativas,

(2) para los espermatozoides totales por eyaculado y espermatozoides móviles por eyaculado, valores con la misma letra no presentaron diferencias estadísticamente significativas,

T_i : número del toro; i = 1...8.

TABLA 7. Comparación de valores promedios de las características del semen afectadas por el orden del salto.

Orden del salto	n	Espermas por ml. ($\times 10^9$)	n	Movilidad	n	Espermas totales/eyaculado ($\times 10^9$)	n	Espermas Móviles/eyaculado ($\times 10^9$)
Salto 1	160	1,29a	172	79,75b	159	6,22a	153	5,32a
Salto 2	119	1,04b	134	83,07a	116	5,04b	116	4,27b

Valores con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas.

TABLA 8. Comparación del orden del salto para las características del semen a través del método de variables pareadas.

Característica	n	t _c
Espermas/ml	106	2,15 *
Movilidad individual	118	- 3,55 *
Espermas totales/eyaculado	104	7,42 *
Espermas móviles/eyaculado	102	0,94

t_c ($\alpha = 0,05$) = 1,98

Posiblemente los mayores promedios obtenidos en los primeros eyaculados con respecto a los segundos se deban a un efecto de almacenamiento de células en los epidídimos que son evacuados con los primeros eyaculados quedando disminuídas para los segundos. Los resultados obtenidos por efecto del orden del salto están de acuerdo con los reportes de la literatura.

En general, los primeros eyaculados obtenidos en este trabajo son de inferior calidad en concentración y espermas totales que los primeros eyaculados reportados por Bratton y Foote (1954), Everett y Bean (1982), Siedel y Foote (1969) y Taylor *et al* (1985), mientras que en los segundos eyaculados no se presentaron diferencias considerables. Posible-

mente existe una mejor excitación de los toros previa a la primera eyaculación, en los centros donde se realizaron los trabajos reportados.

La excitación sexual tiene un efecto positivo sobre la calidad del eyaculado y ésta puede explicar también la mayor movilidad individual que se presenta en los segundos eyaculados de esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

- ABDEL-RAOUF, M. The postnatal development of the reproductive organs in bulls with special reference to puberty. *En: Acta Endocrinology. Supplement. Vol 49 (1960); p.1. Citado por : HAHN, H.; FOOTE, R.H. and SEIDEL, Junior, G.E. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. En: Journal of Animal Science. Vol. 29 (1969); p.45.*
- ALMQUIST, J.O. Effect of long term ejaculation at high frequency on output of sperm, sexual behavior, and fertility of Holstein bulls: relation of reproductive capacity to high nutrient allowance. *En: Journal of Dairy Science. Vol.65. (1982); p. 814 - 823.*
- _____. and AMANN, R. P. Reproductive capacity of dairy bulls. Parte 11. Puberal characteristics and postpuberal changes in production of semen and sexual activity of Holstein bulls ejaculated frequently. *En: Journal of Dairy Science. Vol. 59, No. 5, (1976); p.986-991.*
- _____. and CUNNINGHAM, D. C. Reproductive capacity of beef bulls. Parte 1, Postpuberal changes in semen production at different ejaculation frequencies. *En: Journal of Animal Science. Vol. 26 (1967); p. 174-181.*
- AMANN, R. P. *et al.* Sperm production of Holstein bulls

determined from testicular spermatid reserves, after cannulation of rete testis or vas deferens, and by daily ejaculation. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 57, No.1 (1974);p. 93-99.

ANDERSON, J. The semen of animals and its use of for artificial insemination. Edimburg: Imperial Bureau of Animal Breeding and genetics, 1945. Citado por : COLLINS, W.J.; BRATTON, R.W. and HENDERSON, C.R. The relationship of semen production to sexual excitement of dairy bulls. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 34 (1951); p.224.

BAKER, F. N.; VANDEMARK, N.L. and SALISBURY, G. W. The effect of frequency of ejaculation on the semen production, seminal characteristics, and libido of bulls during the first post-puberal year. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 38 (1955); p.1000-1005.

_____. Growth of Holstein bulls and its relation to sperm production. *En: Journal of Animal Science*. Vol. 14, No. 3 (1955); p.746-752.

BISHOP, M. W. *et al.* Semen characteristics and fertility in the bull. *En: Journal of Agricultural Science*. Vol. 44, No. 2 (1954);p.227 - 248.

BRATTON, R. W.; and FOOTE, R. H. Semen production and fertility of dairy bulls ejaculated either once or twice at intervals of either four or eight days. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 37, (1954); p.1439 - 1443.

BRATTON, R.W.; FOOTE, R. H. and HENDERSON, C. R. Semen production and fertility of mature dairy bulls ejaculated either once or twice at 8 day intervals. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 37 (1954); p. 1444- 1448.

- CALZADA, José. Experimentación agrícola con aplicación a la ganadería. Lima: Agroganaderas, 1960. 360 p.
- COLLINS, W. J.; BRATTON, R. W. and HENDERSON, C.R. The relationship of semen production to sexual excitement of dairy bulls. *En: Journal of Dairy Science*. Vol.34 (1951); p. 224-227.
- CUNINGHAM, D. C. *et al.* Reproductive capacity of beef bulls. II. Post-puberal relations among ejaculation frequency, sperm freezability and breeding potential. *En: Journal of Animal Science*. Vol. 26 (1967); p: 182- 188.
- EVERETT, R. W. and BEAN, B. Environmental influences on semen output. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 65 (1982); p. 1303 -1310.
- _____ and FOOTE, R. H. Sources of variation of semen output. *Journal of Dairy Science* Vol. 61 (1978); p.90-95.
- FOOTE, R.H. *et al.* Seminal quality, spermatozoal output, and testicular changes in growing Holstein bulls. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 60 (1977); p. 85-88,
- GONZALEZ HERRERA, Hugo de Jesús y MUÑOZ BERRIO, Luis Rodolfo. Características del semen porcino y algunas limitaciones en su congelamiento. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1984. 169 p.: il.
- HAHN, H.; FOOTE, R. H. and SEIDEL, Junior, G.E. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. *En: Journal of Animal Science*. Vol.29 (1969); p.41-47.
- KIRIKIV, V.S. and MOROZOV, V.A. The influence of sexual activity of bulls on their reproductive ability. *En: Probl. Zhiv.* Vol. 5 (1933), p.90. Original no consultado. Resu-

men *En*: Animal Breeding Abstracts. Vol. 1 (1934); p.237. Citados por COLLINS, W.J. ; BRATTON, R.W. and HENDERSON, C.R. The relationship of semen production to sexual excitement of dairy bulls. *En*: Journal of Dairy Science. Vol. 34. (1951); p.224.

KUGIMOTO, S. Studies on the age of sexual maturity of the bull, with particular reference to the development of the testes and spermatozoa. *En*: Bull. Imp. Zootech. Exp. Sta. Res. No. 46 (1941). Citado por HANN, H.; FOOTE, R.H. and SEIDEL, Junior, G.E. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. *En*: Journal of Animal Science. Vol. 29. (1969); p.45.

LINDLEY *et al.* Certain semen characteristics and their relation to reproductive performance of a purebred herford herd. *En*: Journal of Animal Science. Vol. 18 (1959); p.55. Citados por : RUTTLE, J.L.; EZAZ, Zere and SCEERY, E.J. Some factors influencing semen characteristics in range bulls. *En*: Journal of Animal Science. Vol 41. (1975); p.1072.

MacMILLAN, K.L. and HAFS, H.D. Gonadal and extra-gonadal sperm numbers durin reproductive development of Holstein bulls. *En*: Journal of Animal Science. Vol.27 (1968); p. 697. Citados por: HAHN, H.; FOOTE,R. H. and SEIDEL, Junior, G.E. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. *En*: Journal of Animal Science. Vol. 29 (1969); p. 45.

MARTIG, R.C. and ALMQUIST, J.O. Reproductive capacity of beef bulls. Parte 3, Postpuberal changes in fertility and sperm morphology at different ejaculation frecuencies. *En*: Journal of Animal Science. Vol. 28 (1969); p. 375-378.

MERCIER, E. and SALISBURY, G.W. The effects of reason

on the spermatogenic activity and fertility of dairy bulls used in artificial insemination. *En: Cornell Veterinary*. Vol. 36 (1946); p.301-311. Citados por: COLLINS, W.J., BRATTON, R.W. and HENDERSON, C.R. The relationship of semen production to sexual excitement of dairy bulls. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 34 (1951); p.224.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. SUBCOMITTE ON DAIRY CATTLE NUTRITION. Nutrient Requeriment of Dairy Cattle. 5 ed. Washington, 1978. 75 p. (Nutrient Requeriment of Domestic Animals, No. 3).

OSTLE, Bernard. Estadística aplicada: técnicas de la estadística moderna, cuándo y dónde aplicarlas. México, Limusa, 1965. 629 p.

RIVEROS, G. y FRANSEN, J. Relación e influencia de la edad y del medio ambiente sobre el volumen y la calidad del semen. *En: Revista ICA*, Vol. 2, No. 2, (1967); p.101-111.

RUTTLE, J.L. ; EZAZ, Zere and SCEERY, E.J. Some factors influencing semen characteristics in range bulls. *En: Journal of Animal Science*. Vol.41 (1975); p. 1069- 1076.

SIEDEL L., Junior, G.E. and FOOTE R. H.. Influence of semen collection interval and tactile stimuli on semen quality and sperm outpout in bulls. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 52 No.7, (1969); p.1074-1079.

_____. Variance components of semen criteria from bulls ejaculated frequently and their use in experimental desing. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 56, No.3 (1973); p. 339-405.

STEEL, R.G.D. y TORRIE, J.H. Bioestadística: principios y

procedimientos. New York: Mac Graw-Hill, 1960. 622 p.

STONE., E. D., JOHNSTON, and MIXNER, J.P. Live spermatozoa relationship and fertility of dairy bull semen. *En: Journal of Dairy Science*, Vol. 33 (1950); p. 442-448.

TAYLOR, J. F. *et al.* Genetic and environmental components of semen production traits of artificial insemination Holstein bulls. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 68 (1985); p. 2703-2722.

WILLET, E. L. and OHMS, J.I. Measurement of testicular size and its relation to production of a permatozoa by bulls. *En: Journal of Dairy Science*. Vol. 40: (1957); p.1559-1569.