

## OVULACIÓN ESPONTÁNEA O EFECTO MACHO EN ALPACAS Y LLAMAS

### Spontaneous ovulation or male effect in alpacas and llamas

Julio B. Sumar

Profesor Emérito, Universidad  
Nacional Mayor de San  
Marcos

E-mail: jbsumar@gmail.com

#### RESUMEN

Con el reciente desarrollo científico surgió la pregunta de si la ovulación espontánea e inducida son distintas entidades o son partes individuales de una continuidad, que hoy ha recibido el nombre de “celo y ovulación facilitados por el macho”. Esta rígida clasificación hay que tomarla con precaución, ya que es posible que los varios mecanismos involucrados en la ovulación espontánea e inducida, puedan coexistir en una determinada especie. Existe información abundante que varias especies que siendo típicamente ovuladoras espontáneas, bajo ciertas condiciones se comportan como inducidas. Es posible que hormonas del macho puedan provocar la ovulación por lo que éstas serían ovulaciones inducidas por feromonas masculinas. El llamado “Efecto Macho” (Ram Effect), es usado en la Inseminación Artificial de ovejas, para sincronizar el celo de las hembras en forma natural, ya que las feromonas producidas por el carnero que se encuentran en la lana y secreciones de la piel, son percibidas por el olfato de las hembras, sincronizando y adelantando la estación de monta. Otros estímulos son visuales, auditivos y posturales, que parecen actuar en los Camélidos Sudamericanos. Las varias investigaciones realizadas en los CSA, han encontrado porcentajes variables de hembras que ovularon, ya sea por la sola presencia del macho (olfato?), por la monta de las hembras sin permitir la intromisión del pene (táctil), por monta de hembra a hembra (táctil), por montas interrumpidas, por sentarse junto a una pareja en cópula (olfato, auditivo) por el sonido gutural del macho en cópula (auditivo), y por otros estímulos no identificados. Las tasas de ovulación se incrementan en la estación reproductiva (Diciembre a Marzo). Las evidencias de ovulación han sido diagnosticadas por la conducta sexual de rechazo al macho, por laparoscopia, por el elevación de los niveles de progesterona en sangre y, por ultrasonografía. Existe también lo que se llama “ovulaciones tardías”, es decir, ovulan entre 3-4 días del contacto con el macho, y no a las 24-30 horas como sucede en inyección de LH o monta con deposición seminal. Se requieren de mayores investigaciones, para lograr descubrir el o los estímulos facilitadores de ovulación en los CSA.

**Palabras clave:** alpacas, llamas, ovuladores inducidos, ovuladores espontáneos

## ABSTRACT

New discoveries in ovulation induced mammals, researchers considered the question of whether spontaneous and induced ovulations are distinct entities or individual parts of a single continuum of a "male-facilitated oestrus and ovulation". This rigid classification should be taken with precaution, because it is possible that the various mechanisms involved in the spontaneous ovulation can, under specific conditions coexist in some determined species. It is possible that male hormones can provoke the ovulation by masculine pheromones. The "Ram Effect" can be used to synchronize ewes naturally, for artificial insemination. Pheromones are specialized hormones released by the ram and smelled by the ewes; they are found in the wool and wax, in such a way that synchronized the heat and the advancement of the breeding season. Also, using artificial vaginal-cervical stimulation (AVS) with a glass rod, ovulation has been induced in the mink, shrews and felids. This form of tactile stimulation (AVS) has found no ability for induction of ovulation in SAC. Additional stimuli/cues are often necessary to facilitate the ovulatory response. They include olfactory, visual, auditory or posture, more of them very common in SAC. Few research studies in alpacas and llamas showed a variable number of females ovulating by the sole proximity of the male to the female, by adopting the copulatory position (posture) (sitting or prone position), female to female mounting (tactile), males mounting females covered with aprons to avoid penis intromission (tactile and auditory), interrupted matings, sitting close to a male copulating to a female (visual, olfactory?), the guttural sound (orgling) made by the copulating male (auditory), and probably other non-identified cues. The rate of spontaneous ovulation in alpacas and llamas, increase up to 50% during the breeding season. These spontaneous ovulation has been diagnosed by sexual behavior (female rejection to the male), by laparoscopic technique, by the progesterone increase in the peripheral circulation and corpus luteum formation, and by ultrasonography. All this factors should be considered in the future research of sexual behavior in SAC, in order to find the cues for facilitating the ovulation in these species.

**Keywords:** alpacas, llamas, induced ovulation, spontaneous

## INTRODUCCION

El momento de la ovulación en los mamíferos es un proceso crucial para el éxito reproductivo. Las especies han sido categorizadas por sus patrones de ovulación en dos tipos. Siendo la más común y también las más estudiadas los humanos, los animales de laboratorio y los de granja, que exhiben "ovulación espontánea" en la que la maduración de los folículos ováricos y la liberación del huevo o cigoto maduro ocurren en un espacio de tiempo específico durante un recurrente y regular ciclo ovárico. El otro patrón de ovulación, "refleja o inducida" por la cópula, está presente en una amplia variedad de mamíferos, y se dice que ésta es la más primitiva condición (Senger, 2003).

La ovulación inducida por la cópula incluye una variable cantidad de desarrollo folicular espontáneo, con el requerimiento de la cópula para provocar la ovulación. Con el desarrollo científico de los últimos 30 años, fue surgiendo la pregunta de si la ovulación espontánea e inducida son distintas entidades o son partes individuales de una continuidad, que se desprende de lo que ha sido en llamarse "celo y ovulación facilitados por el macho" (Kauffman y Rissman, 1906).

La rígida clasificación de las especies de acuerdo a sus características de ovulación, debe tomarse con precaución, ya que es posible que los varios mecanismos involucrados en la ovulación "espontánea e inducida" puedan superponerse y coexistir en una determinada especie (Conaway, 1971; Weir y Rowlands, 1973). La literatura mundial, abunda en la descripción de varias especies, que siendo típicamente "ovuladoras espontáneas", bajo ciertas condiciones, se comportan como "ovuladoras inducidas" y viceversa (Jochle, 1975). Es posible que hormonas del macho, puedan disparar la ovulación, por lo que no serían "ovulaciones espontáneas", sino, inducidas por alguna feromona masculina, por lo que este autor las llamaría, "ovulaciones espontáneas por efecto macho".

Así por ejemplo, el llamado "Efecto Carnero" (Ram Effect), es usado en la inseminación artificial de ovinos para sincronizar el celo de las hembras en forma natural, ya que las feromonas producidas por los carneros y percibidas por el olfato de las hembras, adelantan la estación de monta en dos o tres semanas. Estas feromonas que se encuentran en la lana, en la secreción aceitosa de la piel (lanolina) y en el sudor, estimulan en las hembras la secreción de gonadotropinas y concurrentemente la ovulación a los tres días de introducidos los machos (Oldham *et al.*, 1979; Ax *et al.*, 2000; Lucidi *et al.*, 2011). Este es un claro ejemplo de como una ovuladora espontánea,

puede ser inducida a ovular por las feromonas del macho.

En la sierra del Perú, se llevó a cabo un estudio del efecto carnero sobre la actividad estrual y tasa de natalidad en dos razas, Junín y Corriedale (Burfening *et al.*, 1989), lográndose adelantar la fecha de concepción, incrementar la tasa de nacimientos, además de una parición más concentrada, es decir una parición en un periodo de tiempo más corto.

Existen otras señales que emiten muchas especies de mamíferos, como las señales táctiles (sujección de la hembra por el macho) o la estimulación vagino-cervical (con una varilla de vidrio), que desencadenan la ovulación, en varias especies de mamíferos, como el visón, musaraña o musgaño, conejos y gatos, cosa que no sucede en los Camélidos. Así mismo existen otros estímulos que normalmente se producen en la cópula y que incluyen señales olfatorias y hormonales, así como visuales o auditivas, estímulos éstos que se producen en zonas no genitales (Kauffman y Rissman, 2006).

Según algunos autores, se dan tres categorías no muy precisas para los ovuladores inducidos (Kauffman y Rissman, 2006). La primera categoría, incluye especies que requieren un mínimo de estimulación copulatoria, por la cual, la ovulación puede ser inducida rápidamente (dentro de algunos minutos o menos); en estos animales, el "coitus interruptus" o una simple intromisión, pueden usualmente desencadenar máximas tasas de ovulación y en esta categoría tenemos a los mustélidos (comadreja), lagomorfos, y el vole de cola corta (*Microtus agrestis*).

La segunda categoría se refiere a aquellos mamíferos que requieren como mínimo una serie completa de cópulas, que consisten usualmente en intromisiones múltiples seguidas de eyaculación. Este grupo incluye a varios roedores, el racón, liebres y los camélidos del viejo y nuevo mundo. Los estímulos necesarios para la ovulación en la alpaca, han sido muy convenientemente demostrados por Fernández-Baca *et al.* (1970).

La tercera categoría, de estímulos requeridos para ovular, son especies que requieren múltiples series de eyaculaciones consecutivas, ya sea en el mismo día o en el curso de varios días. En este grupo figuran todos los musarañas, varias especies de voles y probablemente los gatos.

El autor de este trabajo, cree que los camélidos sudamericanos y los camellos Bactrianos, podrían formar una categoría especial, ya que la ovulación se consigue inoculando, ya sea en la vagina, cervix y útero, plasma seminal de alpaca, llama o bovino en el

primer caso (Ríos *et al.*, 1985; Sumar *et al.*, 1987; Sumar, 1991), y plasma seminal de dromedario, en el segundo caso (Chen *et al.*, 1985).

Durante las diferentes investigaciones realizadas en la alpaca y llama, existen indicaciones de que las hembras pueden ovular en la ausencia de estímulo coital. La primera información sobre las ovulaciones espontáneas, proceden de Fernández-Baca *et al.* (1970). El autor señala que hasta un 5% de las alpacas no expuestas a machos, ovularon, tres días después de la exposición al macho, con la presencia de un CL típico de 12 mm; se indica también, que un 15% de las hembras ovularon cuando los machos se sentaron sobre las hembras, a quienes se les colocó un mandil que impidió la penetración del pene, así como el 60% de las hembras ovularon después de varias interrupciones (coitus interruptus) (ver Tabla 1).

Tabla 1. Niveles de respuesta ovulatoria a varios estímulos en alpacas

Estímulos	n	% resp ovulatoria
Sin monta (control)	20	5
Monta sin intromisión del pene	13	15
Monta + inseminación artificial (IA)	9	33
Cópulas interrumpidas	10	60
Cópula por vasectomizado	22	77
Cópula estéril + IA	21	86
Cópula con macho fértil	44	82
Cópula múltiple	10	70
750 UI de hCG	10	100
750 UI de hCG + IA	18	100

Leyva y Sumar (1981), llevaron a cabo un estudio que duró un año, cubriendo las 4 estaciones. Tres grupos de 10 hembras por cada grupo (adultas gestantes con cría al pie, vacías de la campaña anterior y primerizas), realizándose observaciones de conducta sexual semanalmente (aceptación o rechazo), exponiéndolas rápidamente a un macho vasectomizado y evitando la cópula; en caso de rechazo, se realizó laparoscopia las hembras a fin de confirmar la presencia de un CL, como indicador de ovulación. Estas ovulaciones espontáneas, van acompañadas de la formación de un CL (14 mm con monta natural vs. 8 mm en las ovulaciones espontáneas), y niveles bajos de progesterona periférica.

Tabla 2. Peso corporal promedio y porcentaje de ovulación espontánea

Grupo 1 (n=10)			Grupo 2 (n=10)			Grupo 3 (n=10)			Total
No rechazos	% ovulación espontánea	Peso corporal (kg)	No rechazos	% ovulación espontánea	Peso corporal (kg)	No rechazos	% ovulación espontánea	Peso corporal (kg)	Promedio
1	10	56,7	1	10	46,2	1	10		10,0
1	10	59,0	1§	-	47,5	2	20		10,0
-	-	60,4	1	10	48,3	1	10		6,7
1	10	59,3	2§	10	48,0	1	10		10,0
3	30	58,0	-	-	47,2	-	-		10,0
1	10	59,5	2§	10	48,8	-	-		6,7
3	30	58,3	2§	10	47,4	1	10		16,7
2	20	57,1	1	10	46,9	2	20		16,7
2	20	59,0	5	50	48,6	3	30		33,3
5	50	60,2	4	40	51,5	4 §	30		40,0

Como se observa en la Tabla 2, los meses de abril a octubre, las tasas de ovulación por "efecto macho" fueron alrededor del 10%, mientras que en la estación reproductiva, noviembre a marzo, fue entre 20 y 50%. Se corrobora, que solamente la presencia del macho e intento de monta, pudo disparar la ovulación subsecuente a la exposición. En otro estudio, empleando alpacas (n=13) y llamas (n=10), que estuvieron aisladas de machos por dos meses consecutivos, fueron realizadas procedimiento de laparoscopia para observar el ovario antes de la exposición al macho, así como se tomó muestras de sangre periférica para conocer los niveles de Progesterona- P4 (RIA-Fase solida) (Tabla 3). Todas las hembras alpacas y llamas tenían folículos de tamaño ovulatorio. Se encontró que los niveles de P4 en plasma variaban de 0,0 a 22,8 nmol/L; un 15% de alpacas y un 40% de llamas tenían niveles compatibles con presencia de CLs y niveles altos de P4 (> 1 nmol/L) lo que nos estaría indicando ovulaciones espontáneas, siendo las llamas aparentemente más susceptibles a este fenómeno que las alpacas (Sumar *et al.*, 1993). Se ha observado en rebaños de hembras, que algunas montan a otras hembras del rebaño, sin emitir el gutural ronquido que hace el macho, pudiendo ésta actividad inducir la ovulación, ya sea en la que monta o en la que es montada.

Vivanco *et al.*, (1987), estudiando en alpacas de la zona central del país, observó la relación existente entre duración de la cópula y el momento de ovulación, e informa que la sola presencia de los machos puede inducir la ovulación, confirmadas por endoscopia a las 24 horas, donde ninguna mostró ovulación, pero a las 36 horas post-exposición al macho, 42,86% de las hembras habían ovulado. También informaron que el grupo que copularon solo por 15 minutos, y luego fueron revisadas por laparoscopia a intervalos de

tiempo diferente, el 20% de las alpacas ovularon a las 24 h, el 80% a las 36 h y el 100% a las 48 h. Lo que resulta interesante de este estudio, es que la tasa de ovulación aumentó de 20% a las 24 horas, llegando hasta el 100% a las 48 horas después del servicio. Como se observa en la Figura 1, las hembras que ovulan espontáneamente, inician el proceso de ovulación, entre 2-3 días después de la exposición al macho, es decir no ovulan como lo hacen los ovuladores inducidos normales (entre 26-30 h post-coito). No es frecuente que los investigadores mencionen las llamadas ovulaciones "tardías", al exponer a todas las hembras, por ejemplo al chequeo de celo, para luego encontrar que algunas ovulan hasta más allá de las 52 horas.

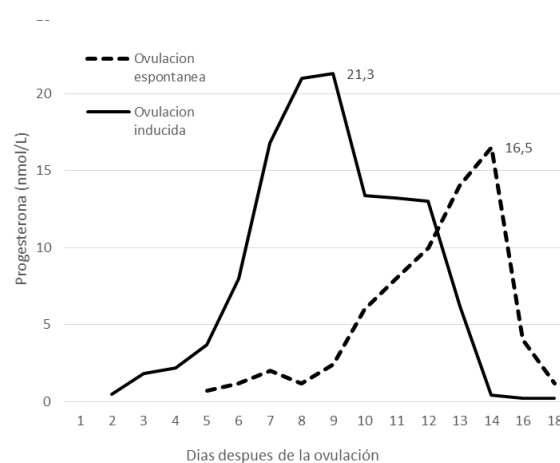


Figura 1. Niveles de progesterona plasmática en alpacas y llamas con ovulación espontánea y ovulación inducida

Tabla 3. Niveles de progesterona periférica (nmol/L) en alpacas y llamas, después de la exposición a varios estímulos de inducción en camélidos

Especie y días post-estimulo	Naturaleza del estímulo					
	Macho vasect.	Macho fértil	Semen de toro	Semen de alpaca	Exposición macho sin cópula	Control
<b>Alpaca</b>						
1	-	-	-	-	-	0,5
2	0,0	0,1	0,3	0,1	0,5	-
3	2,1	2,7	2,2	1,3	0,3	0,4
6	-	-	-	-	-	0,6
7	11,1	13,5	8,7	7,8	1,0	0,8
8	14,0	20,8	12,7	13,0	0,0	1,6
9	16,8	21,3	19,7	17,8	0,5	2,4
10	6,4	13,0	14,7	13,0	0,4	6,5
11	-	-	-	-	-	8,0
12	0,1	13,2	6,2	4,8	0,6	10,0
14	0,3	0,9	0,2	0,3	0,3	16,5
16	0,2	0,1	0,6	0,2	0,2	4,0
18	0,2	0,2	0,6	0,3	0,4	1,6
<b>Llama</b>						
1	-	-	-	-	-	0,5
2	0,5	0,5	0,3	0,4	-	-
4	-	-	-	-	-	0,3
5	2,0	1,7	0,6	2,8	3,2	0,0
6	-	-	-	-	-	0,4
7	12,1	12,5	0,4	11,6	17,3	0,6
8	25,3	20,3	0,1	16,6	14,2	0,5
9	31,2	22,7	0,0	23,1	20,4	0,5
10	27,4	19,9	0,4	17,8	14,8	1,0
11	-	-	-	-	-	4,0
12	1,6	5,3	0,6	3,4	-	8,0
14	0,6	0,4	0,5	0,7	0,5	13,0
16	0,6	0,4	0,1	0,5	-	21,2
18	0,7	0,3	0,4	0,6	-	5,6

Otros mamíferos también muestran "ovulaciones espontáneas", como son el conejo y el camello Bactriano, ambos ovuladores inducidos. En el primer caso, un número considerable de conejas adultas tratados con estrógenos, ovularon en ausencia de estimulación coital durante el invierno y la primavera, no observándose durante el verano y otoño temprano (Sawyer, 1959). En el caso del camello Bactriano, Nagy *et al.* (2005) reportan hasta un 5% de ovulaciones espontáneas en camellas no lactantes y hasta 41,7% en camellas lactantes.

Colectivamente, en los mamíferos de "ovulación inducida" estos hallazgos sugieren que muchos ovuladores inducidos requieran de cierto nivel de estrógenos y se plantea también la participación, en algunos casos de la progesterona para manifestar su comportamiento receptivo y ovulación (Kauffman y Rissman, 2006).

Finalmente, he creído importante traer en esta publicación, un tema que requiere de un diseño experimental muy bien afinado, en la que el previo aislamiento de las hembras sea uno de los requisitos

para cualquier estudio, así como el tiempo de exposición.

## CONCLUSIONES

Las alpacas y las llamas, considerados como ovuladores inducidos, pueden ovular espontáneamente, con solo la presencia del macho a las cercanías donde se encuentran las hembras, probablemente por alguna feromona del macho, que el autor llama, "ovulaciones facilitadas por el macho".

## REFERENCIAS

- Ax RL, Dally MR, Didion BA, Lenz RW, Love CC, Varner DD, Hafez B, Bellin ME. Artificial Insemination. In: Reproduction in Farm Animals. B. Hafez & H.S.E. Hafez (eds). Lippincott Williams & Wilkins, USA. 2000.
- Burfening PJ, Carpio M, Alencastre R. Effect of Ram stimulation on Estrous Activity and Lambing Rate in Two Sheep Breeds in the Sierra of Peru. Small Ruminant Research 1989. 2: 27-33.

- Chen BX, Tuan ZX, Pan GW. Semen-induced ovulation in the Bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *J. Reproduction & Fertility* 1985. 73: 335-339.
- Conaway CH, Ecological adaptation and mammalian reproduction. *Biol Reprod.* 1971. 4: 239-247.
- Fernández-Baca S, Madden DHL, Novoa C. Effects of different mating stimuli on induction of ovulation in the alpaca. *J Reprod Fertil.* 1970. 22: 261-267.
- Jochle W. Current research on coitus-induced ovulation: A Review. *J Reprod Fertil, Suppl* 1975. 22: 165-207.
- Kauffman AS, Rissman EF. 2006. Neuroendocrine Control of Mating-Induced Ovulation. In: Knobil and Neill's *Physiology of Reproduction*. (Neill JM ed). Third Edition. USA.
- Leyva V, Sumar J. Incidence of oestrus and spontaneous ovulation in the Huacaya type alpacas. In: *Improving Reproductive performance of small ruminants*. Utah State University, USA. 1981. p 153-154.
- Lucidi P, Barboni B, Mattioli M. Ram-induced ovulation to improve artificial insemination efficiency with frozen semen in sheep. *Theriogenology* 2001. 55(9): 1797-805.
- Oldham CM, Martin GB, Knight TW. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. 1. Time from introduction of the rams to the pre-ovulatory LH surge and ovulation. *Anim.Reprod Sci.* 1979. 1: 283-290.
- Ríos M, Sumar J, Alarcón V. Presencia de un factor de inducción de ovulación en el semen de la alpaca y toro. Resúmenes 8 va Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal, Huancayo, Perú. 1985. p 40.
- Sumar J, García M, Alarcón V, Echevarría L. El celo en la alpaca y llama y los niveles de progesterona plasmática. In: *Proc. X Reunión Científica Anual de APPA, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú (Abstr. 46)*. 1987.
- Senger PL, *Pathways to Pregnancy and Parturition*. Current Conceptions, Inc. Second Edition. Pullman WA, USA. 2003.
- Sumar J. Contribution of the radioimmunoassay technique to knowledge of the reproductive physiology of South American camelids production and health. Viena, International Atomic Energy Agency. 1991. p335-370.
- Sumar J. Efectos de los estímulos de inducción de la ovulación de alpacas y llamas. *Rev Pec Inv IVITA (Perú)* 1993. 6(1): 17-21.
- Sumar J, Leyva V. Determinación del Patrón Anual de presentación de celos y ovulación espontánea. In: *Investigaciones en Camélidos Sudamericanos y Ovinos*. Programa colaborativo de Investigación en Pequeños rumiantes, Título XII- AID. 1997.
- Weir BJ, Rowlands IW. Reproductive strategies of mammals. *A Rew. Ecol. Syst.* 1973.4: 139-163.