

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



---

---

**CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR  
EN ALPACAS DE RAZA HUACAYA (*Vicugna pacos*),  
BAJO CONDICIONES DE SEMICONFINAMIENTO**

---

---

**TESIS**

**Presentado por:**

**MYLA GUADALUPE RAMOS SOLÓRZANO**

**Para optar el título de:**

**MÉDICO VETERINARIO**

**Huánuco, Perú**

**2015**

## **DEDICATORIA**

A MI PADRE: Eliazer Ramos Azucena, por fomentar en mí ideas y principios morales, por enseñarme el valor y lo que significa el esfuerzo para lograr un objetivo, por ser mi ejemplo de que con dedicación y empeño todo es posible, gracias por tu apoyo y por ser mi soporte en este camino tan arduo.

A MI MADRE: Egma Solórzano Berrios, por su amor, paciencia y esfuerzo constante para que yo pudiera lograr mis metas, apoyándome en los momentos buenos y malos, por sus consejos que me han servido en el transcurso de mi vida.

A MI HERMANA: Liz Pilar Ramos Solórzano, por estar siempre en los momentos más difíciles, por siempre creer en mi capacidad para conseguir esta anhelada meta.

Myla Guadalupe

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer a DIOS creador de todas las cosas por su ayuda incondicional durante la realización del mismo y porque siempre está en los momentos que le necesito.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán por permitir que me convierta en un profesional en lo que más me apasiona, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por acogerme todos estos años, gracias a cada docente que hizo parte de este proceso integral de formación. Y en especial al Laboratorio de Biotecnología Reproductiva Animal.

Al Mg. M.V. José Francisco Goicochea Vargas que sin su ayuda y conocimiento no hubiera sido posible realizar este proyecto, por su paciencia y dedicación.

Al Mg. M.V. Yusep Gómez Marín por su apoyo durante la realización del presente trabajo.

A mis compañeros Alejandro Hidalgo Venturo, Leonel Trujillo Rodríguez, Jhonny Daniel Suárez Alvarez, Wilson Rondon Jorge, por estar junto a mí en este camino tan bello que es el del aprendizaje.

Myla Guadalupe

# CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR EN ALPACAS DE RAZA HUACAYA (*Vicugna pacos*), BAJO CONDICIONES DE SEMICONFINAMIENTO

Myla Guadalupe RAMOS SOLÓRZANO

## RESUMEN

El presente estudio se realizó a 2 000 m s. n. m., en el Centro de Producción Kotosh de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL) de Huánuco, con la finalidad de caracterizar la dinámica folicular en alpacas de raza Huacaya (*Vicugna pacos*) y en condiciones de semiconfinamiento, alimentadas a base de alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto ovillo (*Dactylis glomerata*). Se seleccionaron 11 alpacas con edades comprendidas entre 1 y 2 años ( $1,27 \pm 0,47$ ), condición corporal  $\bar{X} 2,86 \pm 0,23$  y peso  $\bar{X} 32,45 \pm 4,70$  kg. Se evaluaron 2 ondas foliculares consecutivas y con exámenes ultrasonográficos interdiarios, siendo el diámetro promedio del folículo preovulatorio antes de su regresión de  $5,69 \pm 0,56$  mm (rango: 4,33 y 6,22 mm), siendo de  $5,79 \pm 0,38$  mm, cuando se desarrolló en el ovario izquierdo y encontrándose en el 54,55% (n=6), mientras que el tamaño del folículo preovulatorio del ovario derecho fue ligeramente menor  $5,57 \pm 0,75$  mm y detectado en el 45,45 % (n=5), no encontrándose diferencia estadística significativa (P=0,544). El ritmo de crecimiento del folículo preovulatorio desde la fase de crecimiento y dominancia, fue de  $0,29 \pm 0,10$  mm/día, siendo más homogéneo y ligeramente mayor en el ovario izquierdo ( $\bar{X} 0,30 \pm 0,06$  mm) que cuando este se desarrolla en el ovario derecho ( $\bar{X} 0,26 \pm 0,13$  mm), no encontrándose diferencia estadística significativa P=0,532. La duración promedio de la onda folicular fue de  $13,55 \pm 2,98$  días y rango entre 9 - 19 días, no encontrándose diferencia estadística significativa (P=0,606) cuando el folículo preovulatorio indistintamente se encuentra en el ovario izquierdo o derecho. Los datos obtenidos permite aportar al conocimiento, los eventos de la dinámica folicular en la alpaca bajo un hábitat diferente donde son explotadas y asimismo tomarlos en cuenta para la aplicación de Biotecnologías Reproductivas bajo estas condiciones.

**Palabras Claves:** alpaca Huacaya, dinámica folicular, semiconfinamiento.

CHARACTERIZATION OF THE FOLLICULAR DYNAMICS OF HUACAYA  
BREED ALPACAS (*Vicugna pacos*) UNDER CONDITIONS SEMICONFINEMENT

Myla Guadalupe RAMOS SOLÓRZANO

SUMMARY

The present study was conducted at 2 000 m s. n. m., in the Center of Kotosh Production of the National University Hermilio Valdizan (UNHEVAL) of Huánuco, in order to characterize follicular dynamics in alpacas race Huacaya (*Vicugna pacos*) and in conditions of semiconfinement, fed based on alfalfa (*Medicago sativa*) and orchard grass (*Dactylis glomerata*). 11 alpacas aged between 1 and 2 years ( $1,27 \pm 0,47$ ), body condition  $\bar{x}$  weight  $2,86 \pm 0,23$  and  $32,45 \pm 4,70$  kg  $\bar{x}$  selected. 2 consecutive and follicular waves interdiarios Ultrasound examinations were evaluated, with an average diameter before preovulatory follicle regression of  $5,69 \pm 0,56$  mm (range 4,33 and 6,22 mm) being  $5,79 \pm 0,38$ mm, when it developed in the left ovary and meeting in 54,55% (n = 6), while the size of the preovulatory follicle of right ovary was slightly lower  $5,57 \pm 0,75$  mm and detected in 45,45 % (n = 5), finding no statistically significant difference (P = 0,544). The growth rate of preovulatory follicle from the selection phase and dominance, was  $0,29 \pm 0,10$  mm / day, more homogeneous and slightly higher in the left ovary ( $\bar{x}$   $0,30 \pm 0,06$  mm) when this takes place in the right ovary ( $\bar{x}$   $0,26 \pm 0,13$  mm), not being statistically significant difference P = 0,532. The average length of the follicular wave was of  $13,55 \pm 2,98$  days and range between 9-19 days finding no statistically significant difference (P = 0,606), when the preovulatory follicle is either on the left or right ovary. The data obtained allows to know the behavior of the events of follicular dynamics in alpaca under a different habitat where they are exploited and allow for the application of reproductive biotechnologies under these conditions.

**Keywords:** Huacaya alpaca, follicular dynamics, semiconfinement.

## CONTENIDO

	pág.
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	01
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	03
2.1. ANTECEDENTES SOBRE LA DINÁMICA FOLICULAR EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS.....	03
2.2. ANATOMÍA REPRODUCTIVA DE LA ALPACA HEMBRA.....	06
2.3. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA ALPACA HEMBRA.....	08
2.3.1. El ciclo sexual.....	11
2.4. ENDOCRINOLOGÍA Y DINÁMICA FOLICULAR DE LA ALPACA HEMBRA.....	11
2.5. PRINCIPIOS BÁSICOS DE ULTRASONOGRAFÍA.....	12
2.5.1. Ultrasonografía en Reproducción.....	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	17
3.1. MATERIALES.....	17
3.2. MÉTODOS.....	17
3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	20
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	21
4.1. DIÁMETRO DEL FOLÍCULO PREEVULATORIO.....	21
4.2. TASA O RITMO DE CRECIMIENTO FOLICULAR DIARIO.....	23
4.3. TIEMPO DE DURACIÓN DE UNA ONDA FOLICULAR.....	24
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	27
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	30
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	31
<b>ANEXOS</b> .....	38
<b>NOTA BIOGRÁFICA</b> .....	66

## LISTA DE CUADROS

### EN EL TEXTO:

Cuadro	pág.
1. Promedio $\pm$ DE, del tamaño del folículo preovulatorio, en 11 alpacas de raza Huacaya. ....	21
2. Promedio $\pm$ DE y porcentaje del tamaño del folículo preovulatorio en relación al ovario derecho e izquierdo en 11 alpacas. ....	22
3. Promedio $\pm$ DE, ritmo de crecimiento diario del folículo preovulatorio, en 11 alpacas de raza Huacaya. ....	23
4. Promedio $\pm$ DE, del ritmo de crecimiento diario del folículo preovuloatorio en relación al ovario derecho e izquierdo en 11 alpacas. ...	24
5. Promedio $\pm$ DE, duración de la onda folicular, en 11 alpacas de raza Huacaya. ....	25
6. Promedio $\pm$ DE, duración de una onda folicular en 11 alpacas de raza Huacaya.	26

### EN EL ANEXO:

7. Promedio $\pm$ DE de los datos generales correspondientes a 11 alpacas de la raza Huacaya en estudio. ....	39
8. Promedio $\pm$ DE del diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento y duración de la onda folicular; en ambos ovarios. ....	40
9. Promedio $\pm$ DE del tamaño del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento y duración de la onda folicular; del ovario izquierdo. ....	40
10. Promedio $\pm$ DE del tamaño del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento y duración de la onda folicular; del ovario derecho. ....	41

11.	Prueba de comparación de promedios para igualdad de medias del diámetro del folículo preovulatorio (mm) del lado derecho e izquierdo. ....	41
12.	Prueba de comparación de promedios para igualdad de medias del ritmo de crecimiento folicular (mm/día) del ovario derecho e izquierdo. ....	42
13.	Prueba de comparación de promedios para igualdad de medias del tiempo de duración (días) de la onda folicular del ovario derecho e izquierdo. ....	43
14.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°1. ....	44
15.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°2. ....	46
16.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°3. ....	48
17.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°4. ....	50
18.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°5. ....	52
19.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°6. ....	54
20.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°7. ....	56
21.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°8. ....	58
22.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°9. ....	60
23.	Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°10. ....	62



24. Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°11. ....	64
--	----

## LISTA DE GRÁFICOS

### EN EL TEXTO:

Gráfico	pág.
1. Muestra el tamaño del folículo preovulatorio en las 11 alpacas, siendo el mayor tamaño de 6,22mm detectado en la alpaca N°6 y de 4,33mm en la alpaca N°9. . . .	21
2. Porcentaje del crecimiento del folículo preovulatorio en relación al ovario, siendo mayor en el ovario izquierdo (54,55%) que el derecho (45,45%). . . . .	22
3. Muestra el ritmo de crecimiento diario del folículo preovulatorio en las 11 alpacas, siendo 0,41 mm el mayor crecimiento diario detectado en la alpaca N°11 y el menor de 0,09 mm en la alpaca N°9. ....	23
4. Tiempo de duración de la onda folicular en 11 alpacas de raza Huacaya, encontrándose una duración de 19 días detectada en la alpaca N°5 y 9 días en la alpaca N°11. ....	25

### EN EL ANEXO:

5. Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°1. . . . .	44
6. Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°2. . . . .	46
7. Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°3. . . . .	48
8. Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°4. . . . .	50

9.	Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°5. . . . .	52
10.	Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°6. . . . .	54
11.	Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°7. . . . .	56
12.	Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°8. . . . .	58
13.	Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°9. . . . .	60
14.	Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°10. . . . .	62
15.	Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°11. . . . .	64

## LISTA DE FIGURAS

### EN EL TEXTO:

Figura	pág.
1. Evaluación ultrasonográfica interdiaria de la onda folicular, teniendo en cuenta las fases foliculares de las 11 alpacas de raza Huacaya. ....	18
2. Examen que se realizó para la selección de la muestra y forma en la que se procedió durante la ejecución del proyecto. ....	20

### EN EL ANEXO:

3. Fotografía de la alpaca N°1. ....	44
4. Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 4,40 mm. B, un folículo dominante de 6,11 mm. ....	45
5. Fotografía de la alpaca N°2. ....	46
6. Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 3,04 mm. B, un folículo dominante de 5,99 mm. ....	47
7. Fotografía de la alpaca N°3. ....	48
8. Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 3,91 mm. B, un folículo dominante de 5,70 mm. ....	49
9. Fotografía de la alpaca N°4. ....	50
10. Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 3,91 mm. B, un folículo dominante de 6,22 mm. ....	51
11. Fotografía de la alpaca N°5. ....	52
12. Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 3,08 mm. B, un folículo dominante de 5,30 mm. ....	53
13. Fotografía de la alpaca N°6. ....	54

14.	Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 3,70 mm. B, un folículo dominante de 5,42 mm. ....	55
15.	Fotografía de la alpaca N°7. ....	56
16.	Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 4,28 mm. B, un folículo dominante de 5,41 mm. ....	57
17.	Fotografía de la alpaca N°8. ....	58
18.	Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 4,28 mm. B, un folículo dominante de 5,41 mm. ....	59
19.	Fotografía de la alpaca N°9. ....	60
20.	Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 3,49 mm. B, un folículo dominante de 4,33 mm. ....	61
21.	Fotografía de la alpaca N°10. ....	62
22.	Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 3,18 mm. B, un folículo dominante de 6,10 mm. ....	63
23.	Fotografía de la alpaca N°11. ....	64
24.	Ultrasonografías del ovario izquierdo. A, muestra un folículo en crecimiento de 3,81 mm. B, un folículo dominante de 5,84 mm. ....	65

## I. INTRODUCCIÓN

A diferencia de otras especies domésticas, las alpacas presentan mecanismos particulares en sus funciones reproductivas que permanecen sin respuestas. Como por ejemplo, el transporte de gametos a nivel oviductal y uterino, aún no se ha podido explicar si los ovocitos de los camélidos sin fecundar pasan al útero bajo un mecanismo parecido a como ocurre en yegua, ya que cuando se realizan colectas de embriones no quirúrgica lo único que se recuperan son embriones fecundados.

Tampoco se ha dado respuesta, el por qué las gestaciones se desarrollan hasta un 97% en el cuerno uterino izquierdo, el porqué de las altas tasas de mortalidad embrionaria. El mecanismo de la luteólisis, a diferencia de otras especies, el cuerno uterino izquierdo no solo tiene la capacidad de provocar la regresión del cuerpo lúteo del ovario izquierdo, sino también del ovario derecho, gracias a un arreglo vascular de una rama venosa que atraviesa el cuerpo uterino hacia ese lado, mientras que el cuerno derecho sólo puede provocar la luteólisis en el ovario ipsilateral (Gigli 2006).

Asimismo, las variaciones existentes en el comportamiento de su dinámica folicular, como respecto al tiempo de duración de la onda, selección y dominancia del folículo preovulatorio, fase regresión o atresia, ha motivado a los investigadores a realizar y profundizar el conocimiento en estos aspectos.

Es por ello, que el presente trabajo con la finalidad de implementar biotecnologías reproductivas en camélidos y de aportar al conocimiento fisiológico reproductivo de esta especie, tuvo como objetivo caracterizar la dinámica folicular mediante el estudio

ultrasonográfico en alpacas (*Vicugna pacos*) de raza Huacaya bajo condiciones de semi-confinamiento, es decir, determinar el diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento del folículo y tiempo de duración de una onda folicular completa bajo condiciones de manejo y alimentación diferentes a las que tradicionalmente son explotadas y así seguir aportando al conocimiento de la fisiología reproductiva de los camélidos sudamericanos y por ende permite también abrir las puertas a futuras investigaciones sobre el tema.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES SOBRE LA DINÁMICA FOLICULAR EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS

El estudio de la dinámica folicular ha sido detallado en las diferentes especies domésticas. En los camélidos sudamericanos los eventos estructurales que ocurren a nivel ovárico, cuando las hembras no son expuestas al macho, desarrollan ondas foliculares sucesivas en tres fases de desarrollo, para lo cual un grupo de folículos son reclutados, uno de ellos es seleccionado, uno e inicia su crecimiento, diferenciándose y alcanzando el tamaño ovulatorio (igual o mayor a 7 mm de diámetro); mientras que los demás regresionan (**Brown 2000, Fernández Baca 1993, Novoa 1991, Bravo y col 1990**), reportándose una relación inversa entre el diámetro del folículo dominante y el número de folículos pequeños (**Adams y col 1990**).

La duración de una onda folicular han sido reportada por diferentes autores: **Hanco y col (2015)** estudió la dinámica folicular en las alpacas de raza Suri a 3 812 msnm e indican que la media de diámetro del folículo dominante es de  $10,3 \pm 1,6$  mm y existe una relación inversa entre el diámetro máximo del folículo dominante y el número total de folículos del cohorte o folículos subordinados ( $r = -0,844$ ;  $P < 0,001$ ). La media de la duración de las ondas foliculares fue de  $11,1 \pm 1,2$  días observándose las fases de crecimiento, estática y regresión con medias de  $4,9 \pm 0,9$ ,  $3,6 \pm 0,6$  y  $2,8 \pm 0,6$  días respectivamente. Los intervalos de onda de mayor duración se asociaron con un folículo de mayor diámetro ( $P < 0,05$ ) y la tasa de crecimiento folicular media fue de  $1,3 \pm 0,7$  mm/día y en las alpacas el desarrollo de la onda folicular se presenta de manera alterna

en ambos ovarios, esto se comprueba con la presencia del folículo dominante en ambos ovarios en un 85 % (**Fernández Baca 1993**); detectándose después de la ovulación el CL, en llamas, en el ovario derecho en 51 %, ovario izquierdo en 47 % y en ambos 2 % (**Bravo y col 1990 , Sumar 2000**).

Asimismo, los intervalos entre onda y onda es decir el período entre la emergencia de folículos dominantes sucesivos, en promedio en alpacas es de  $15,8 \pm 0,6$  días (**Vaughan y col 2000**) y en llamas de  $18 \pm 2,6$  días (**Chaves y col 2002**) y se sugiere que la extensión de estos intervalos varía en relación al diámetro del folículo dominante; es decir, un menor intervalo estaría asociado con el menor diámetro del folículo. Otros estudios indican intervalos entre 12 días 15/38 (39%) y 16 días 12/38 (32%). El diámetro máximo folicular en cada onda folicular llegan a  $8,8 \pm 0,3$  mm (n=38). Intervalos de onda Inter de mayor duración suelen asociarse con un mayor diámetro del folículo máximo (P <0,001). Sin embargo, la tasa de crecimiento de los folículos dominantes es consistente durante los primeros 10 días después de la emergencia y llegan a un diámetro de ovulación, en ese momento, sin importar el intervalo subsiguiente de la onda. Esta última observación sugiere que el tiempo óptimo de apareamiento podría predecirse en alpacas (**Vaughan y col 2004**).

En comparación de las llamas adultas la duración del folículo dominante en promedio es de 5.0 días y con un tamaño de 8-12 mm y a partir de los 7 mm ovulan bajo el efecto de la Buseralina (**Bravo y col 1990**) y su regresión se produce durante aproximadamente 4 días y el desarrollo de un folículo dominante siguiente, generalmente comienza a los 2-3 días después del inicio de la regresión del folículo dominante y con presencia varios folículos subordinados. El intervalo entre las ondas



foliculares es en promedio de 11.1 días. La actividad del folículo dominante se alterna entre ovarios en el 81% de los ciclos.

La aparición de folículos dominantes en las llamas se distribuye en partes iguales entre los ovarios (**Chaves y col 2002**). Otros autores, **Bravo y col (1990)** determinaron un promedio total de 13,8 días; de duración de una onda folicular, siendo para el estadio de crecimiento  $4,8 \pm 1,5$  días; de maduración  $5 \pm 1,6$  días y para el de regresión  $4,0 \pm 1,1$  días; mientras que **Adams y col (1990)** determinó un largo total de 20 a 25 días; **Aba y col (2000)**  $22,6 \pm 2,5$  días; siendo la fase de crecimiento (desde 3mm a su máximo diámetro) de  $9,2 \pm 2,8$  días; maduración (permanencia alrededor del máximo diámetro) de  $5,2 \pm 1,4$  días y regresión (diámetros decrecientes) de  $8,2 \pm 2,2$  días; las diferencias encontradas se deberían al estado lactacional de los animales empleados (**Adams 2001**).

En llamas preñadas, **Adams (2001)**, reporta que el folículo dominante alcanza un menor diámetro ( $9,7 \pm 0,2$  mm) que en no preñadas ( $11,5 \pm 0,2$  mm) y anovulatorias ( $12,1 \pm 0,4$  mm). Igualmente la lactación parece tener efecto, pues en llamas no lactantes el diámetro (12 mm) es mayor que en las lactantes (10 mm) (**Bravo 1997**). El folículo dominante parece controlar su duración (**Adams 2001**); puesto que si no hay ovulación se atresia; reconociéndose un nuevo folículo 2 a 3 días después de la primera disminución de tamaño del folículo dominante (**Bravo y col 1990**).

Mientras que, en los otros camélidos como la vicuña y el guanaco, la dinámica folicular también tiene ciertas particularidades; en la vicuña, la duración media de las ondas foliculares es de  $7,2 \pm 0,5$  días (media  $\pm$  SEM), con un rango de 4-11 días. La fase de crecimiento folicular promedio es de  $3,0 \pm 0,2$  días, la fase estática  $1,4 \pm 0,1$ , la fase de

regresión  $2,9 \pm 0,3$  días, y el intervalo entre la onda es  $4,2 \pm 0,3$  días. La tasa media de crecimiento durante es  $1,8 \pm 0,1$  mm/día, mientras que la duración del intervalo fue de  $1,4 \pm 0,1$  días y un diámetro máximo de 6 mm. El diámetro máximo medio del folículo dominante fue de  $8,4 \pm 0,3$  mm (rango: 6,2-11,2) y el diámetro medio de las más grandes de folículos subordinados fue de  $5,4 \pm 0,1$  mm. Existe también al igual que en las alpacas una relación inversa entre el tamaño del folículo más grande y el número total de folículos ( $r = -0,21$ ,  $P = 0,002$ ) (Miragaya y col 2007). La actividad del folículo alternó entre ovarios se observa en el 77% de las ondas y el 40% de los folículos dominantes están presentes en el ovario izquierdo y 60% en el ovario derecho (Miragaya y col 2004).

En los guanacos la actividad reproductiva también ocurre mediante ondas y su duración media es de  $15,1 \pm 4,2$  días con un rango de 9 a 26. La fase de crecimiento folicular se estima en  $7,0 \pm 2,4$  días, la fase estática en  $3,0 \pm 1,2$  días, la fase de regresión  $5,2 \pm 2,1$  días y el intervalo de onda  $12,6 \pm 5,6$  días. El diámetro máximo folicular en cada onda folicular alcanza  $10,2 \pm 2,1$  mm con un rango de 7.2 a 16.1 mm. Intervalos de onda Inter de mayor duración se asociaron con un mayor diámetro del folículo máxima ( $P < 0,001$ ). Actividad folicular alternó entre los ovarios en el 93% de las ondas, el 48% de los folículos dominantes están presentes el ovario izquierdo y el 52% en el ovario derecho ( $P > 0,05$ ) (Riveros y col 2010).

## **2.2. ANATOMÍA REPRODUCTIVA DE LA ALPACA HEMBRA**

El tracto reproductivo de la alpaca se encuentra localizado debajo del recto, en relación al último segmento del intestino grueso. La mayoría de las partes del tracto reproductivo pueden ser examinadas en forma directa, y en animales desarrollados,

pudiendo palpase, el útero, oviducto y ovarios que se encuentran suspendidos en la cavidad abdominal por medio del ligamento ancho. La posición de este ligamento le permite al útero alojar al feto en crecimiento. Dentro de las características anatómicas más saltantes del aparato reproductor se encuentra: la vagina es un tubo aplastado, normalmente de 13 cm de largo y es el lugar de deposición del semen durante el servicio natural, es también la vida de paso del semen para la fecundación y también del feto durante el parto. La vagina sirve como un pasaje para los instrumentos utilizados para inseminación artificial (técnica que ya empezó a utilizarse en la cría de alpacas) **(Sánchez 2004)**.

El Cuello del útero o cérvix presenta de 3 a 4 pliegues anulares. El canal cervical es sinuoso y mide de 2 cm a 3 cm de largo, mientras que el cérvix es un fuerte anillo muscular y se encuentra perforado en el centro por un angosto canal. El canal se encuentra usualmente cerrado y sellado durante la preñez, excepto durante el celo y el parto. Es considerada una “puerta de control” y evita que cualquier material extraño invada el útero **(García 2005)**.

Los cuernos uterinos son de forma cilíndrica y con un progresivo aumento de su diámetro distal. Giran en dirección ventral describiendo un trayecto en espiral de tal manera de el vértice del cuerno se sitúa lateral a la base del cuerno respectivo. Miden aproximadamente 6,0 cm de largo y es en el lado izquierdo donde se implanta el embrión y es ligeramente mayor que el derecho **(Sato y col 1986)**. Esta es una característica propia de este tipo de animales, siempre preñan al lado izquierdo, aunque la concepción sea en el lado derecho, el embrión migra hasta implantarse al lado izquierdo **(Sánchez 2004)**.

Los oviductos, son tubos delgados y sinuosos que une al ovario con el útero. En la unión con el útero, el diámetro es de 2 a 3 mm; en cambio, en su extremidad próxima al ovario, se ensancha a manera de embudo, formando una verdadera bolsa que envuelve el ovario. Esta estructura sirve para recibir a los óvulos liberados del ovario. Esta porción ovárica del oviducto tiene mayor importancia en la fertilidad, ya que allí se efectúa la fecundación

Los ovarios correspondientes al segmento gonadal, están localizados en la cavidad abdominal. Están fijados por el mesovario y envueltos por la bolsa ovárica. Son de forma ovalada. En hembras prepúberes, la superficie ovárica es lisa; en cambio, en hembras en estado reproductivo, es irregular debido a la presencia de folículos en varios estadios de desarrollo. En la alpaca, el ovario mide en promedio, 15 mm de largo, 12 mm de ancho y 9 mm de espesor; el ovario izquierdo pesa  $2,4 \pm 1,3$  gr y el derecho  $1,9 \pm 1,0$  gr. Con la presencia del cuerpo lúteo, el peso ovárico se incrementa, ya que esta glándula pesa de 1,2 a 1,7 gr lo que representa la mayor proporción del peso total del ovario (García 2005). Por otro lado en las alpacas no preñadas los ovarios son ovals (forma de huevo), pero que varía cuando hay uno o más folículo en desarrollo (estructuras productoras de óvulos) o del cuerpo lúteo; cada ovario pesa 2.12 gr. (Sánchez 2004).

### **2.3. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA ALPACA HEMBRA**

La Pubertad en la alpaca de manera conceptual se define cuando el animal es capaz de desarrollar gametos viables y empieza a manifestar una conducta sexual completa, de modo práctico, esta es alcanzada a 12 a 14 meses de edad (Sánchez 2004), y cuando han alcanzado generalmente los 40 Kg y corresponden al 66% del peso total adulto

(Novoa y col 1972). En este sentido, Leyva y Sumar (1981) determinaron que también existe relación entre el peso corporal y el inicio de la monta demostrando que la hembra ha alcanzado el 60% de su peso adulto ( $\geq 33$  Kg) pudiendo reproducirse sin problemas. Por otro lado, en un estudio realizado por Chiri y col (2001) encontraron que el 70% de llamas al año de edad con un peso promedio de 56.5 Kg alcanzaron la pubertad. Sin embargo, en la mayoría de explotaciones, empadran a sus animales a partir de los 2 años de edad lo que demuestra una pérdida del potencial reproductivo de estos animales, a lo que se suma una tasa de fertilidad de 50% en promedio dando como resultados que solo la mitad de ellas pueden tener crías a los 3 años y el resto a los 4 años o más (Novoa 1992).

La conducta sexual de la alpaca en estado de receptividad sexual, al ser requerida por el macho se deja montar y adopta una posición decúbito ventral aceptando la cópula, a veces algunas intentan escapar pero luego de varios intentos del macho lo aceptan, mientras otras se acercan a una pareja en cópula, huelen al macho y se echan a su lado (Fernández Baca 1971, Novoa 1991, Sumar 1997). La hembra asume una actitud muy pasiva durante la cópula (Sumar 1997) y raramente ocurren montas entre hembras, similares a las que se efectúa con el macho (Fernández Baca 1971). Debe de recordarse que la alpaca no muestra ciclos estruales (San Martín y col 1968), permanece en estado de receptividad constante en ausencia de macho, o con períodos cortos de exposición a él, y puede aceptar la cópula hasta por 40 días, con períodos de no receptividad no mayores de 2 días (Novoa 1989); la constancia probablemente se debería a ondas foliculares continuas de larga duración con presencia aparentemente continua de un folículo estrogénico y su consiguiente secreción de estrógenos (Novoa

1989, **Fernández Baca 1993**). La duración de la cópula es variable, en empadre libre se registra  $8,1 \pm 5,4$  minutos y en empadre controlado  $17,5 \pm 12,1$  minutos (**Novoa 1991**); a veces se prolonga por más de 50 minutos (**Fernández Baca 1971**).

La receptividad sexual en alpacas parecería estar en relación con el grado de desarrollo de los folículos (**Fernández Baca 1971**). La inexperiencia sexual de la hembra también afecta el comportamiento de receptividad (**Pollard y col 1995**) y las hembras no receptivas escapan del macho, escupen y patean (**England y col 1971, citado por Sumar 1997, Pollard y col 1994**).

La no receptividad es una característica diferencial entre hembras preñadas y vacías; puesto que se considera que dentro de los 18 a 20 días posteriores a la monta, cuando la receptividad no está presente es debido a la preñez (**Fernández-Baca 1971**), por el efecto inhibitorio de la progesterona. En relación a la efectividad de determinar preñez en llamas mediante conducta sexual a los 16 días post servicio, ésta fue de 76,2% al compararla con el diagnóstico ecográfico a los 17 días post servicio (**Cárdenas y col 2001**).

**Summary col (1972)** encontraron que a los cuatro primeros días posteriores al parto las hembras pueden ser receptivas al macho y copular, sin embargo la fertilización se logró sólo a partir de los 5 días en un 30%, mientras que a los 10 días en un 70%. Así mismo, el porcentaje de ovulación fue mayor en hembras con un período postparto  $\geq 20$  días (**Bravo y col 1995a**). La involución uterina completa fue observada en un 63% de hembras a los 21 días postparto (**Bravo y col 1995b**).

### **2.3.1. El ciclo sexual:**

En los mamíferos de ovulación inducida o refleja, tal como en los camélidos, la ovulación ocurre como respuesta a la cópula, es decir, que la ovulación en la alpaca o la llama son provocadas. Los factores que estimulan las descargas de hormonas hipofisarias responsables de la ovulación parecen ser naturales, nerviosas y algunas veces emocionales, tal como indican los estudios realizados hasta la fecha. En ausencia del macho la hembra presenta las llamadas “hondas foliculares” de una duración aproximada de 10 a 12 días; es decir crecimiento de los folículos de Graff, maduración y regresión o atresia de los folículos.

Las alpacas muestran largos periodos de receptividad sexual o celo (hasta 36 días), con un periodo de anestro no mayores de 2 días (entre 24 y 48 horas). Esta peculiar conducta de periodo largo de celo o muy corto de anestro refleja las ondas de crecimiento, maduración y atresia de folículos en el ovario (**García 2005**).

## **2.4. ENDOCRINOLOGÍA Y DINÁMICA FOLICULAR DE LA ALPACA HEMBRA**

El hipotálamo es un órgano que produce neurosecreciones y con ayuda de hormonas liberadoras e inhibidoras de la liberación, gobierna la secreción de las hormonas adenohipofisarias (**Arthur 1991**). En el hipotálamo las células neuronales parvicelulares producen la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la cual es secretada en forma pulsátil, regulando y controlando la liberación y secreción de hormonas gonadotróficas como folículoestimulante (FSH) y luteinizante (LH) de la hipófisis, responsables del control de la actividad ovárica, de la secreción de hormonas esteroides y la ovulación (**Arthur 1991, Hafez 2002**).

El rol principal de la secreción de LH es la inducción de la ovulación, luego de la cual las células del folículo ovulatorio se luteinizan y empieza la secreción de progesterona, la cual tiene un efecto de retroalimentación negativa en el hipotálamo, al evitar la secreción de GnRH y desensibilizar a los gonadotrófos a la acción de la GnRH (Stevenson 1997).

La retroalimentación positiva de la cascada de oxitocina desde el cuerpo lúteo al útero y de la prostaglandina F<sub>2</sub>α desde el útero al cuerpo lúteo probablemente sirve como un mecanismo que asegura la luteólisis. Producida la luteólisis, los niveles de progesterona declinan conjuntamente con el efecto inhibitorio de la progesterona sobre el hipotálamo y la hipófisis permitiendo el resurgimiento de los niveles de LH para iniciar un nuevo ciclo (Stevenson 1997).

En experimentos realizados por Leyva y García (1999) se infiere que el eje hipotalámico-hipofisiario de la alpaca en celo es sensible al efecto inhibitorio de la progesterona, sugiriendo que los días de celo que normalmente presentan las alpacas después de la ovulación, es porque los niveles de progesterona secretados por el cuerpo lúteo en formación son aún insuficientes para ejercer este efecto inhibitorio.

## **2.5. PRINCIPIOS BÁSICOS DE ULTRASONOGRAFÍA**

Como el sonar de un submarino, el diagnóstico ultrasónico está basado en la propagación de una onda de sonido a través de un medio fluido o semifluido (tejidos blandos del cuerpo) y el registro del “eco” o rebote del sonido para producir una imagen visual. Recibe el nombre de ultrasonido debido a la ultra-alta frecuencia de las ondas de sonido emitidas por el equipo (Echevarría 2001).



Esta técnica se basa en la propiedad de las ondas de ultrasonido de producir ecos (es decir ondas que rebotan) cuando el medio por donde se propagan cambia de densidad. Las ondas de ultrasonido se generan a partir de cristales que tienen la propiedad de transformar energía eléctrica en ondas mecánicas de ultrasonido y viceversa. En la ecografía de tiempo real en Modo B, los ecos generados en las interfases de tejidos con diferente densidad acústica, son recibidos por los cristales que generaron el ultrasonido y son transformados en una imagen bidimensional en una pantalla, en una amplia escala de grises, donde los tejidos más densos generan imágenes más claras (hiperecoicas) y los menos densos o con mayor proporción de agua generan imágenes grises a negras (hipoecoicas). De esta manera, se pueden obtener imágenes de los tejidos en tiempo real, lo que permite estudiar su forma, relaciones anatómicas y en algunos casos la función de ellos. Una propiedad fundamental de la técnica ecográfica es que, hasta donde se conoce, un individuo puede ser sometido a estudios ecográficos sucesivos y sistemáticos, sin que se produzcan efectos adversos (**Parraguez 2007**).

Los Transductores, contienen los cristales piezoeléctricos; éstos poseen la capacidad de transformar la energía eléctrica en sonido y viceversa, de tal manera que el transductor o sonda actúa tanto como emisor y receptor de ultrasonidos. La circonita de plomo con titanio es una cerámica usada frecuentemente como cristal piezoeléctrico y constituye el alma del transductor. Existen cuatro tipos básicos de transductores: sectoriales, anulares, de arreglo radial y los lineales; difieren tan sólo en la manera en que están dispuestos sus componentes (**Pineda y col 2009**).

Existen tres modos básicos de presentar las imágenes ecográficas, siendo: Modo A, Modo M, Modo B, también encontramos el efecto Doppler. Se denomina MODO A,

también conocido como de amplitud, es el que se empleó inicialmente para distinguir entre estructuras quísticas y las sólidas. Hoy en día es excepcionalmente empleado, salvo para comprobar los parámetros técnicos viendo la amplitud a las distintas profundidades (Pineda y col 2009). El MODO M empleado con las estructuras en movimiento, como el corazón, y muestra la amplitud en el eje vertical, el tiempo y la profundidad en el eje horizontal (Pineda y col 2009). El MODO B es la representación pictórica de los ecos y es la modalidad empleada en todos los equipos de ecografía en tiempo real (Pineda y col 2009). MODO B se refiere a la modalidad de brillo. La imagen es bidimensional compuesta por líneas de puntos grises de diferente brillo, de acuerdo a la textura del tejido. Si las señales son transmitidas, recibidas y procesadas continuamente una visualización continua de la imagen es producida y permite observar las estructuras y el movimiento (tiempo real), estas dos características se unen para dar el ultrasonido MODO B en modo real. Otra manera de estudiar las estructuras vasculares del tracto reproductivo y el corazón fetal puede ser mediante ultrasonografía Doppler (Samper 1988, McKinnon y Squires 1998).

El efecto DOOPLER es el cambio en la frecuencia del sonido de objetos en movimiento que son percibidos por un observador estacionario. Las máquinas de ultrasonido DOOPLER detectan el cambio de frecuencia y por lo tanto el movimiento que lo convierte en una señal audible. La frecuencia DOOPLER oscila a las pequeñas velocidades de flujo de los vasos sanguíneos, entre los 1-10 Khz.: este cambio es medido electrónicamente por el aparato y puede ser representado en forma de señal acústica, gráfica o digital. La utilidad de producción está dada principalmente a través del diagnóstico de preñez por la detección de estructuras vasculares del tracto reproductivo (Pedraza 1998, McKinnon y Squires 1998).

### **2.5.1. Ultrasonografía en Reproducción:**

A comparación de otras técnicas, como la laparoscopia o la laparotomía exploratoria, la ultrasonografía es una herramienta no invasiva, que es usada ampliamente para el examen repetido de ovarios y tracto reproductivo en muchas especies domésticas de importancia económica como el equino y el vacuno, y que fue introducida en camélidos sudamericanos hace poco más de una década, siendo bien tolerada y sin efectos adversos (**Bourke y col 1992**).

Con la ultrasonografía transrectal se ha estudiado en camélidos sudamericanos eventos reproductivos tales como el desarrollo de los folículos ováricos, la ovulación, el desarrollo y regresión del CL, la preñez temprana y mortalidad embrionaria, entre otros (**Bourke y col 1992**).

El estroma ovárico se ve ecogénico y más brillante que el resto de estructuras ováricas, los folículos 4 mm producen imágenes no ecogénicas (negras) redondeadas, fáciles de identificar (**Sumar 1989**).

La ovulación se considera ocurrida cuando se da la desaparición del folículo preovulatorio previamente visualizado en el ovario y puede ser detectada en promedio a los 1.8 días después de una monta simple (**Adams y col 1989**).

El cuerpo lúteo maduro de 11 a 13 mm en diámetro se observa como una estructura hipoecogénica con un área central ecogénica horizontal (**Adams y col 1989**). **Sumar (1989)** menciona que el CL de imagen similar a la descrita puede ser observable entre los 3-4 días post servicio.

En hembras no preñadas el útero se caracteriza por ser una estructura ecogénica densa y con un lumen no distinguible. A diferencia de las preñadas donde se distingue áreas no ecogénicas (**Bourke y col 1992**) debido a la presencia de fluido en el lumen uterino, detectado a los 14 días en un 100 % de hembras (**Sumar 1989**), distinguiéndose la vesícula embrionaria simple en el cuerno uterino izquierdo (**Adams y col 1989**) alrededor del día 12 post monta en alpacas (**Bravo y Mayta 2000**).

El embrión se detecta desde los 21 a 22 días de gestación (**Bourke y col 1992, Bravo y Mayta, 2000**) y a los 30 días se aprecian los latidos cardíacos y el cordón umbilical, de ahí en adelante hasta los 45 días la cavidad uterina y embrión se detectan con mayor facilidad (**Sumar 1989**). **Parraguez y col (1997)** realizó un diagnóstico temprano de preñez tan pronto como a los 9 días post cópula en alpacas y a los 7 días en llamas.

La ultrasonografía es una técnica útil para determinar el estado reproductivo de las hembras en ausencia de signos de comportamiento característicos de receptividad sexual, por lo cual la actividad reproductiva en camélidos sudamericanos puede ser manipulada para optimizar la eficiencia reproductiva y para desarrollar procedimientos tecnológicos como superovulación y transferencia embrionaria (**Bourke y col 1992, Del Campo y col 1995**).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES

##### 3.1.1. Ubicación

El presente estudio se realizó en el Centro de Producción Kotosh, perteneciente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL), ubicada en el Distrito, Provincia y departamento de Huánuco a 2 000 m s. n. m. cuyas características geográficas y meteorológicas son: 9°56'00" latitud sur y 76°16'30" longitud oeste, con un temperatura que oscila entre 18°C a 24°C. (Fuente: SENAMI, 2015)

##### 3.1.2. Animales experimentales y su manejo

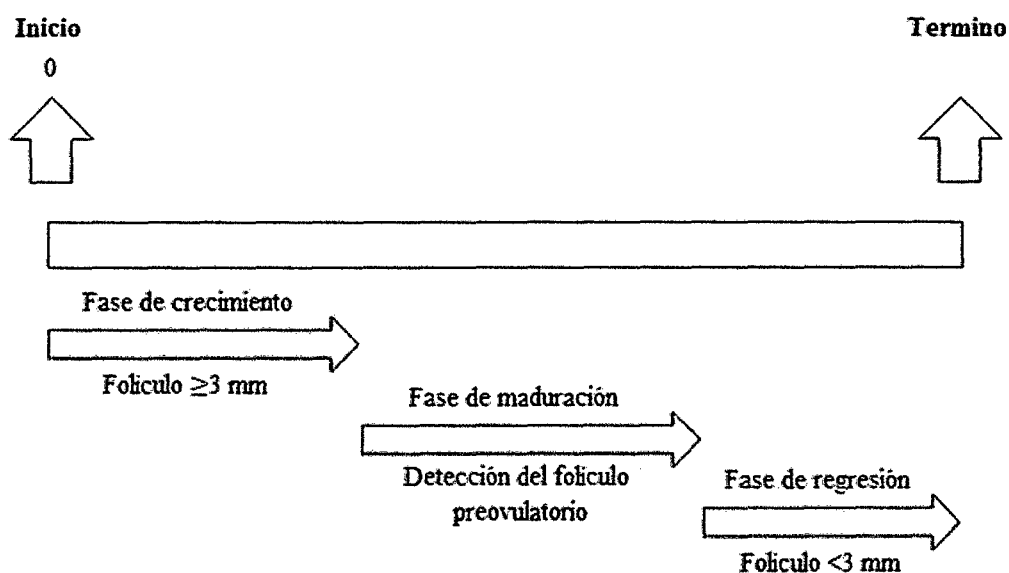
El estudio se realizó entre los meses de Julio a Noviembre 2015. Se seleccionaron 11 alpacas, clínicamente sanas, de raza Huacaya, con edades comprendidas entre 1 y 3 años ( $1,52 \pm 0,23$ ), condición corporal  $\bar{x} 2,86 \pm 0,23$  y peso  $\bar{x} 32,45 \pm 4,70$  kg (Anexo 1) Asimismo, cumpliendo con los objetivos del bienestar animal, los animales estuvieron durante estudio semiconfinamiento, bajo un manejo cuidadoso en cuanto a alimentación a base de alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) e instalaciones adecuadas y limpias.

#### 3.2. MÉTODOS

Las alpacas fueron seleccionadas según los criterios de inclusión y exclusión, mediante el examen clínico ultrasonográfico y empleando un equipo de ultrasonido ESAOTE de tiempo real en Modo B, con transductor endorrectal variable entre de 6 y 10

MHz y 10 cm de profundidad, con la finalidad de detectar problemas clínicos y/o lesiones consideradas discriminatorias para excluir a los animales del experimento. Considerando para ello, solo aquellas animales con tractos reproductivos y gónadas presentes y normales.

Se evaluaron 2 ondas foliculares consecutivas con exámenes ultrasonograficos interdiarios, considerando el día cero "0" del experimento el inicio de una onda emergente y cuando el folículo se encuentra en la fase de crecimiento con un diámetro de  $\geq 3$  mm, maduración y atresia de los subordinados hasta el término de la onda, es decir que el experimento ha terminado cuando el folículo preovulatorio comienza atresarse alcanzando un tamaño  $< 3$  mm (Bravo y col 1990). Los animales fueron ecografiados interdiario, anotando el tamaño de crecimiento del folículo preovulatorio y su presencia en el ovario correspondiente, así como de los folículos subordinados, cuyos resultados parciales fueron anotados en fichas especiales.



**Figura1.** Evaluación ultrasonografica interdiaria de la onda folicular, teniendo en cuenta las fases foliculares de las 11 alpacas de raza Huacaya.

### 3.2.1. Diámetro del folículo preovulatorio

La determinación del diámetro del folículo preovulatorio en su fase de maduración (>3 mm: máximo tamaño antes de la regresión) una vez introducido el transductor endorectal con el animal en estación y luego en decúbito esternal, se visualizó en la pantalla el folículo preovulatorio se congeló la imagen y se tomaron 2 medidas ecográficas morfométricas expresadas en milímetros para luego promediar los resultados y obtener la medida real. Asimismo, se observó los cambios de las estructuras de ambos ovarios, para luego dibujar su tamaño y posición del folículo dentro de la gráfica siguiendo el patrón de posición de las horas del reloj.

### 3.2.2. Tasa o ritmo de crecimiento folicular diario

El ritmo de crecimiento diario del folículo preovulatorio se determinó mediante la siguiente fórmula descrita por **Rodríguez y col 2013**.

$$TCFD = \frac{\text{Diámetro Final (DF)} - \text{Diámetro Inicial (DI)}}{\text{Nº de Días}}$$

### 3.2.3. Tiempo de duración de la onda folicular

Se considera que una onda folicular es completa, cuando su folículo en crecimiento y regresión fue registrado en su totalidad (**Bravo, Fowler, Stabenfeldt y Lasley 1990**) y este ha alcanzado un diámetro máximo y hasta cuando comienza a decrecer (fase de regresión) hasta alcanzar diámetros menores a 3 mm (**Bourke y col 1992**). Es decir, cuando fue detectada ultrasonográficamente la atresia del

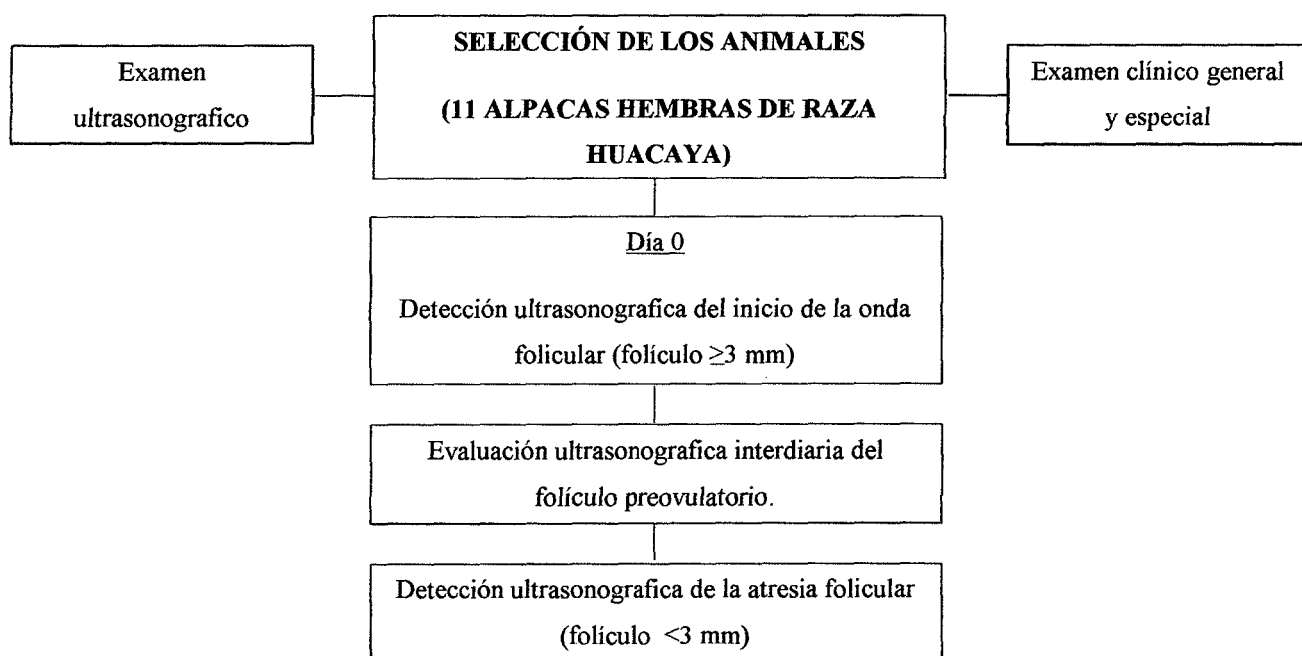
foliculo preovulatorio después de haber concluido la fase de regresión, se consideró finalizada dicha onda folicular. No se consideraron ondas foliculares incompletas.

### 3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó el estadístico T-student para muestras independientes y comparar los promedios del tamaño foliculo preovulatorio del lado derecho e izquierdo, para igualdad de medias del ritmo de crecimiento folicular del ovario derecho e izquierdo y para igualdad de medias del tiempo de duración en días de la onda folicular del ovario derecho e izquierdo con un  $P < 0,05$  de confianza.

Para la objetividad de la información se empleó la estadística descriptiva, para mostrar promedios, desviaciones estándar de las variables independientes evaluadas (diámetro del foliculo preovulatorio, ritmo de crecimiento y duración de la onda).

### 3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL



**Figura 2.** Examen que se realizó para la selección de la muestra y forma en la que se procedió durante la ejecución del proyecto.



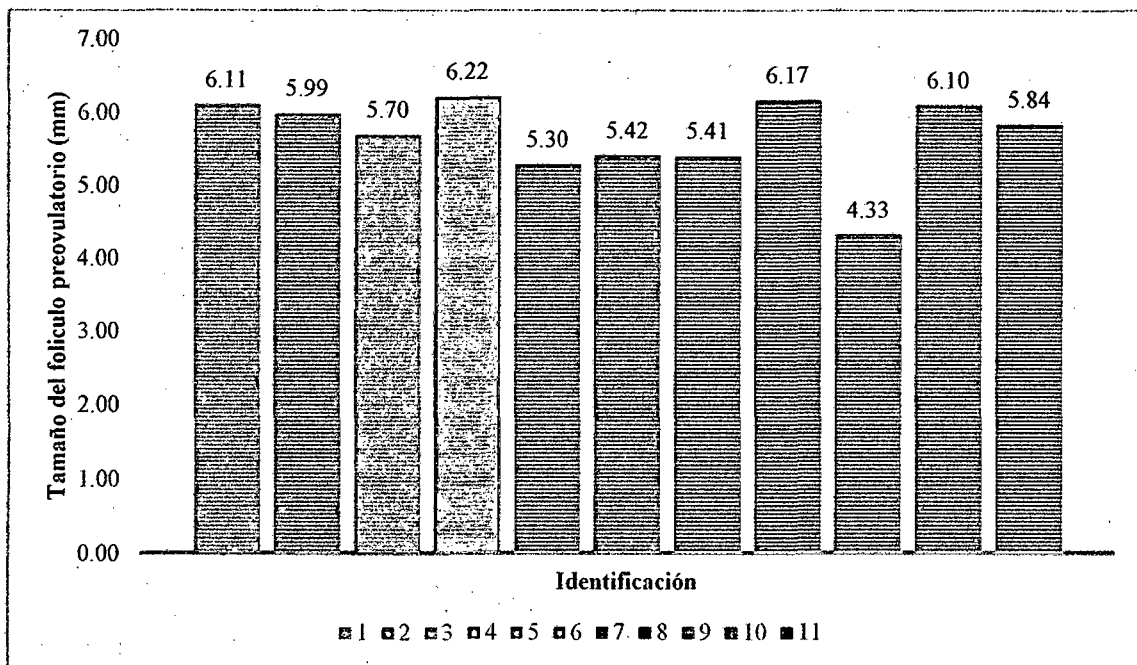
## IV. RESULTADO

### 4.1. DIÁMETRO DEL FOLÍCULO PREEVULATORIO

El Cuadro 1, muestra el promedio  $\pm$  DE, del diámetro del folículo preovulatorio determinadas en 2 ondas consecutivas en 11 alpacas de raza Huacaya, encontrándose un diámetro promedio antes de su regresión de  $5,69 \pm 0,56$  mm (rango 4,33 y 6,22 mm), siendo el mayor detectado en la alpaca N°6 con 6,22 mm y el menor detectado en la alpaca N°9 con 4,33 mm (Grafico 1).

**Cuadro 1.** Promedio  $\pm$  DE, del tamaño del folículo preovulatorio, en 11 alpacas de raza Huacaya.

N° de animales	Promedio $\pm$ DE, tamaño del folículo preovulatorio (mm)
11	5,69 $\pm$ 0,56



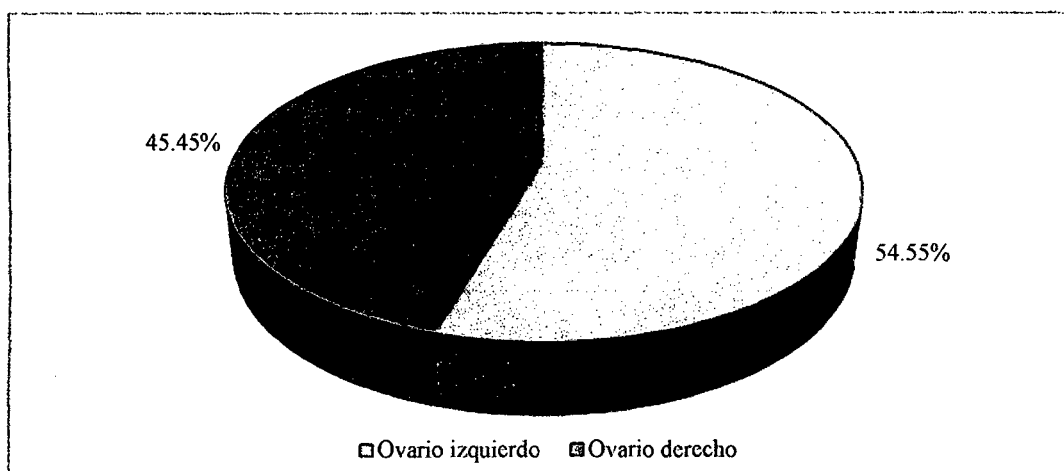
**Gráfico 1.** Muestra el tamaño del folículo preovulatorio en las 11 alpacas, siendo el mayor tamaño de 6,22 mm detectado en la alpaca N°6 y de 4,33 mm en la alpaca N°9.

El Cuadro 2, muestra el tamaño del folículo preovulatorio, detectado en relación al ovario correspondiente. Siendo el tamaño del folículo preovulatorio del ovario izquierdo de  $5,79 \pm 0,38$  mm, y encontrándose en el 54,55% (Gráfico 2). Mientras que el tamaño del folículo en el ovario derecho fue menor  $5,57 \pm 0,75$  mm y detectado en el 45,45 % de las alpacas, no encontrándose diferencia estadística significativa ( $P=0,544$ ).

**Cuadro 2.** Promedio  $\pm$  DE y porcentaje del tamaño del folículo preovulatorio en relación al ovario derecho e izquierdo en 11 alpacas.

Identificación	Ovario	Tamaño del folículo preovulatorio (mm)	$\bar{X} \pm DE$	% de crecimiento del folículo preovulatorio en relación al ovario
1	Izquierdo	6,11	5,79a 0,38	54,55 %
2		5,99		
3		5,70		
4		6,22		
5		5,30		
6		5,42		
7	Derecho	5,41	5,57a 0,75	45,45 %
8		6,17		
9		4,33		
10		6,10		
11		5,84		

a=letras iguales indican que no existe diferencia estadística entre el tamaño del folículo preovulatorio de ambos ovario.



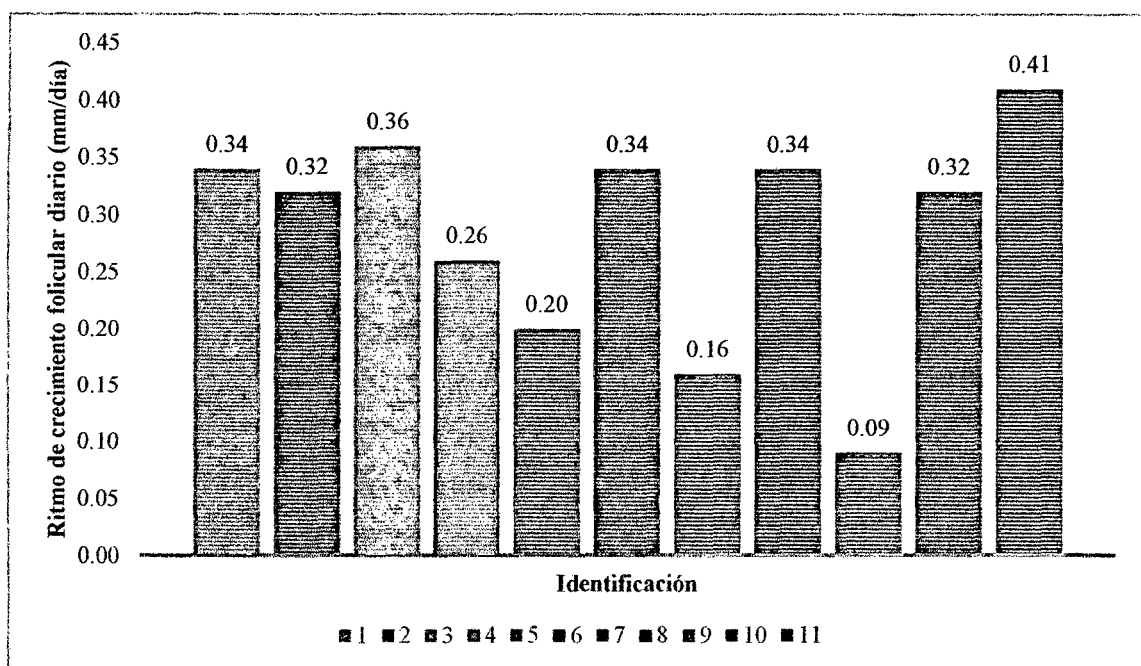
**Gráfico 2.** Porcentaje del crecimiento del folículo preovulatorio en relación al ovario, siendo mayor en el ovario izquierdo (54,55%) que el derecho (45,45%).

## 4.2. TASA O RITMO DE CRECIMIENTO FOLICULAR DIARIO

En el Cuadro y Grafico 3, se muestra el ritmo de crecimiento del foliculo preovulatorio desde la fase de crecimiento y dominancia, siendo el promedio de crecimiento diario de  $0,29 \pm 0,10$  mm/día y de 0,41 mm/día el mayor crecimiento diario detectado en la alpaca N°11 y el menor de 0,09 mm/día en la alpaca N°9.

**Cuadro 3.** Promedio  $\pm$  DE, ritmo de crecimiento diario del foliculo preovulatorio, en 11 alpacas de raza Huacaya.

N° de animales	Promedio $\pm$ DE, ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)
11	0,29 $\pm 0.10$



**Gráfico 3:** Muestra el ritmo de crecimiento diario del foliculo preovulatorio en las 11 alpacas, siendo 0,41 mm/día el mayor crecimiento diario detectado en la alpaca N°11 y el menor de 0,09 mm/día en la alpaca N°9.

El Cuadro 4, muestra el crecimiento diario del folículo preovulatorio, siendo más homogéneo y ligeramente mayor en el ovario izquierdo ( $\bar{x}$  0,30±0,06 mm/día) que cuando este se desarrolla en el ovario derecho ( $\bar{x}$  0,26±0,13 mm/día), no encontrándose diferencia estadística significativa  $P=0.532$ . Sin embargo, las alpaca N° 11 y 7, correspondiente al folículo dominante del ovario derecho, tuvieron un mayor y menor tasa de crecimiento de 0,41 mm/día y 0,16 mm/día respectivamente.

**Cuadro 4.** Promedio ± DE, del ritmo de crecimiento diario del folículo preovulatorio en relación al ovario derecho e izquierdo en 11 alpacas.

Identificación	Ovario	Ritmo de crecimiento folicular (mm/día)	$\bar{X}$ ±DE
1	Izquierdo	0,34	0,30a 0,06
2		0,32	
3		0,36	
4		0,26	
5		0,20	
6		0,34	
7	Derecho	0,16	0,26a 0,13
8		0,34	
9		0,09	
10		0,32	
11		0,41	

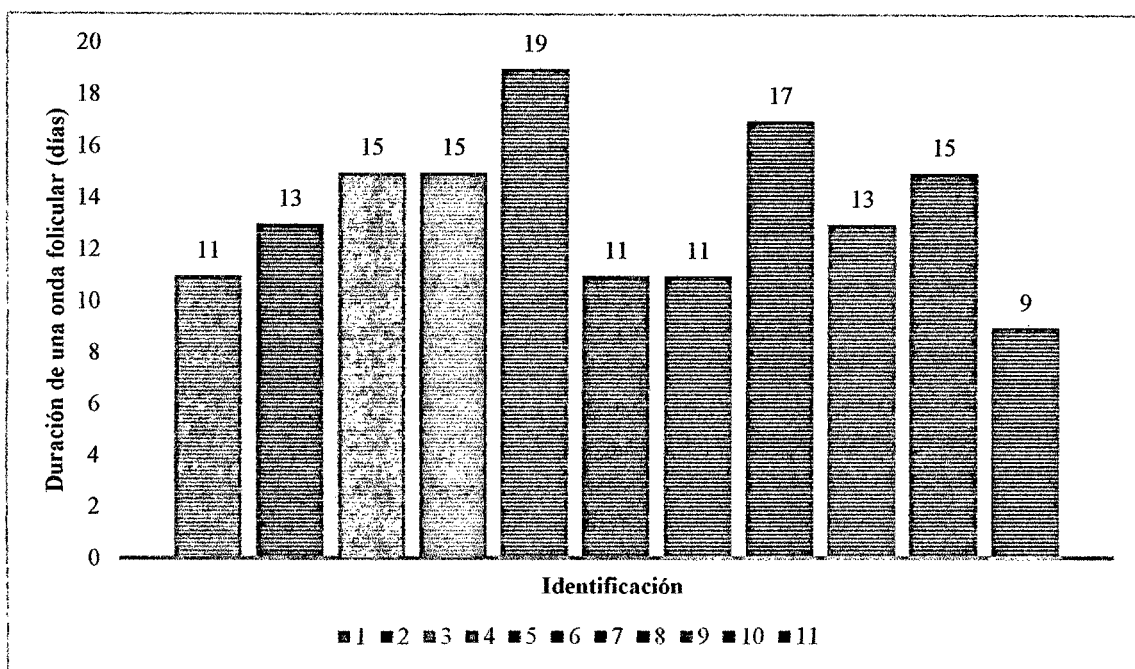
a=letras iguales indican que no existe diferencia estadística entre el ritmo de crecimiento folicular de ambos ovario.

#### 4.3. TIEMPO DE DURACIÓN DE UNA ONDA FOLICULAR

El cuadro 5, muestra el tiempo de duración de la onda folicular, siendo el promedio de 13,55±2,98 días y con un rango entre 9-19 días (Cuadro 6), no encontrándose diferencia estadística significativa ( $P=0,606$ ) cuando el folículo preovulatorio indistintamente se encontró en el ovario izquierdo o derecho.

**Cuadro 5.** Promedio  $\pm$  DE, duración de la onda folicular, en 11 alpacas de raza Huacava.

N° de animales	Promedio $\pm$ DE, duración de la onda folicular (días)
11	13,55 $\pm$ 2,98



**Gráfico 4.** Tiempo de duración de la onda folicular en 11 alpacas de raza Huacaya, encontrándose una duración de 19 días detectada en la alpaca N°5 y 9 días en la alpaca N°11.

**Cuadro 6.** Promedio  $\pm$  DE, duración de una onda folicular en 11 alpacas de raza Huacaya.

Identificación	Ovario	Tiempo de duración de la onda folicular (días)	$\bar{X}$ $\pm$ DE
1	Izquierdo	11,00	14,00a 3,03
2		13,00	
3		15,00	
4		15,00	
5		19,00	
6		11,00	
7	Derecho	11,00	13,00a 3,16
8		17,00	
9		13,00	
10		15,00	
11		9,00	

a=letras iguales indican que no existe diferencia estadística del tiempo de duración de la onda folicular entre ambos ovarios.

## V. DISCUSIÓN

El estudio ultrasonográfico con transductor endorrectal fue realizado sin ninguna dificultad, todos los animales manifestaron predisposición a la realización del examen.

Con respecto al diámetro promedio del folículo preovulatoria detectado en las 11 alpacas de raza Huacaya, fue menor a lo reportados por diferentes autores, quienes señalan que el folículo preovulatorio en esta misma especie alcanza un diámetro máximo de  $\geq 7$  mm, antes de empezar el proceso de atresia (**Brown 2000, Fernández Baca 1993, Bravo y col 1990**) e inclusive pudiendo alcanzar una media de diámetro del folículo dominante de  $10,3 \pm 1,6$  mm en alpacas de raza Suri criadas a 3 812 msnm y con pastura natural (**Hanco y col 2015**) y si comparamos con otras especies también resulto ser menor a las llamas, donde el folículo dominante alcanza un mayor diámetro ( $9,7 \pm 0,2$  mm) que en no preñadas ( $11,5 \pm 0,2$  mm) y anovulatorias ( $12,1 \pm 0,4$  mm) (**Adams 2001**). Igualmente la lactación parece tener efecto, pues en llamas no lactantes el diámetro (12 mm) es mayor que en las lactantes (10mm) (**Bravo 1997**).

Dentro de los factores contribuyentes para que un folículo preovulatorio no pueda alcanzar diámetros iguales al promedio, podrían estar involucrados el peso del animal, quien al parecer influencio en la alpaca N°9, cuyo peso 25 kg PV registrado al inicio del estudio no corresponde al 60% de su peso adulto que es  $\geq 33$  Kg, fue quien presentó un diámetro del folículo preovulatorio de 4,33 mm, siendo el menor diámetro entre todos los folículos preovulatorios detectados. Por lo tanto, estos animales tienden a presentar un comportamiento reproductivo alterado (**Leyva y Sumar 1981**). Asimismo, en las alpacas restantes que corresponden al 90,9% (10/11), el cambio de habitad y de

manejo relacionado con la semiestabulación y sobre todo el cambio drástico del alimento de pastos naturales, cortos, duros existentes en las zonas alto andina, a una alimentación si bien es cierto de mejor calidad proteica como la alfalfa, también requiere cierta adaptación a la nueva dieta para influenciar de manera positiva en el comportamiento reproductivo como productivo (producción de carne y producción de fibra) (**Bonacic 1999**). Estos factores generan estrés endocrinológico el cual afectan la secreción de GnRH en el hipotálamo y por ende la secreción hipofisaria de FSH de importancia para el inicio del reclutamiento y de la fase de maduración del folículo dominante, si este mecanismos se ven comprometidos se convierten en factores adversos, como la nutrición que no solo se afectará al diámetro folicular si no a un pobre desarrollo y calidad del ovocito. Por lo tanto, el desarrollo folicular puede estar asociado a factores que vinculan la nutrición con la reproducción (**Lucy 2003, Butler 2000, Beam y Butler 1999**).

La tasa diaria de crecimiento folicular de  $0,29 \pm 0,10$  mm/día, también fue inferior al  $1,4 \pm 0,3$  mm/día, reportado por **Vaughan y col (2004)** en la misma especie. Asimismo, resultó ser más lenta a la observada en llamas (**Bravo y col 1990, Chaves y col 2002**), en guanacos (**Riveros y col 2010**) y en otras especies como la yegua (**Rodríguez y col 2013**) y similar a la tasa de crecimiento reportada en vicuñas (**Miragaya y col 2004**).

Con respecto al promedio de duración de la onda folicular, fue de  $13,55 \pm 2,98$  días y con un rango entre 9-19 días, superior en 2,45 días a las alpacas de raza Suri (**Hanco 2015**) y a las vicuñas, cuya duración media de una onda folicular es de  $7,2 \pm 0,5$  días y con rango de 4-11 días (**Miragaya y col 2004**), pero menor a los  $15,4 \pm 0,5$  días de duración media de la onda incluyendo fases de crecimiento, estática y regresión



reportado por **Vaughan y col (2004)**. Esto estaría supeditado a factores geográficos y medioambientales. Sin embargo, también se sugiere que la duración de la onda folicular varía en relación al diámetro del folículo dominante; es decir, un menor intervalo estaría asociado con el menor diámetro del folículo (**Chaves y col 2002**).

Asimismo, si comparamos con la duración de la onda folicular en otras especies como la llama esta resultó ser menor en promedio entre 6,45 y 11,45 días (**Adams y col 1990**), 9,02 y 9,05 días reportado por **Chaves y col (2002)**, **Aba y col (2000)** respectivamente. Además, teniendo en consideración, que esta especie evidencia ondas foliculares superpuestas con intervalo de 11 días.

Por otro lado, en el ovario izquierdo la onda folicular ocurrió en 9,1%, más que en el ovario derecho ( $P \geq 0,05$ ), siendo parecido a lo que ocurre en llamas, donde el ovario derecho se aprecia el 51% de las ovulaciones y en el izquierdo el 47% y en ambos ovarios 2% (**Bravo y col 1990, Sumar 2000**). Aunque otros autores reportan que en las llamas la aparición de folículos dominantes se distribuye en partes iguales entre los ovarios (**Chaves y col 2002**), y la onda folicular se presenta de manera alternada entre el ovario derecho e izquierdo, esto se comprueba con la presencia del folículo dominante en ambos ovarios en un 85 % (**Fernández Baca 1993**). Mientras que en los guanacos se observa todo lo contrario, las ondas foliculares ocurren en el 48% en el ovario izquierda y el 52% en el ovario derecho y con alternancia de la onda en el 93% entre ambos ovarios. Es decir, con la presencia de un folículo dominante alterno en el ovario contralateral.

Esta variabilidad de resultados con respecto a los autores mencionados podría variar por la condición racial, especie y por el ambiente donde fueron desarrollados los estudios.

## VI. CONCLUSIONES

El diámetro promedio del folículo preovulatrio fue de  $5,69 \pm 0,56$  mm y con un rango entre 4,33 y 6,22 mm, siendo de  $5,79 \pm 0,38$  mm, cuando se desarrolla en el ovario izquierdo y encontrándose en el 54,55% de las alpacas, mientras que el tamaño del folículo preovulatorio del ovario derecho fue ligeramente menor  $5,57 \pm 0,75$  mm y detectado en el 45.45 % ( $P=0,544$ ).

El ritmo de crecimiento del folículo preovuloatorio desde la fase de crecimiento y dominancia, es de  $0,29 \pm 0,10$  mm/día, siendo más homogéneo y ligeramente mayor en el ovario izquierdo ( $\bar{x} 0,30 \pm 0,06$  mm) que cuando este se desarrolla en el ovario derecho ( $\bar{x} 0,26 \pm 0,13$  mm) ( $P=0.532$ ).

La duración promedio de la onda folicular fue de  $13,55 \pm 2,98$  días y un rango entre 9-19 días, indistintamente cuando el folículo preovulatorio se encuentra en el ovario izquierdo o derecho ( $P=0,606$ ).

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aba, M., Kindahl, H., Forsberg, M., Quiroga, M. & Auza, N. (2000). Levels of progesterone and changes in prostaglandin F<sub>2</sub> release during luteolysis and early pregnancy in llamas and the effect of treatment with flunixin meglumine. *Anim Reprod Sci*, 59:87-97.
- Adams, G., Griffin, P. & Ginther, O. (1989). In situ morphologic dynamics of ovaries, uterus and cervix in llamas. *Biol Reprod*, 41(3):551-558.
- Adams, G., Sumar, J. & Ginther, O. (1990). Effects of lactational and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas (*Lama glama*). *J Reprod Fertil*, 90: 535-545.
- Adams, G. (2001). Comparative Aspects of Follicular Dynamics in Camelids. In *Rev Inv Vet.-Perú. Suplemento 1. XXIV Reunión Científica APPA* (pp. 142-146). Lima: (s.n.).
- Arthur, G. (1991). *Reproducción y obstetricia veterinaria*. (s. l.): Editorial Interamericana.
- Bravo, P.W., Fowler M., Stabenfeldt, G. & Lasley B. (1990). Ovarian follicular dynamics in the llama. *Biol Reprod*, 43:579-585.
- Bravo, P.W., Pezo, D. & Alarcón, V. (1995a). Evaluation of early reproductive performance in the postpartum alpaca by progesterone concentrations. *Anim Repro Sci*, 39:71-77.

- Bravo, P.W., Lasley, B. & Fowler, M. (1995b). Resumption of ovarian follicular activity and uterine involution in the postpartum llama. *Theriogenology*, 44:783-791.
- Bravo, P.W. (1997). Ovarian function in domesticated South American camelids. In: Current therapy in large animal. *Theriogenology* (Vol 2, pp. 803-806.). Saunders Company Philadelphia: Edit by Younquist, R.
- Bravo, P.W. & Mayta, M. (2000). Growth of the conceptus in alpacas. *Amer J Vet Res*, 61 (12):1508-1511.
- Brown, B. (2000). A review on reproduction in South American camelids. *Anim Reprod Sci*, 58: 169-195.
- Bonacic Cristián (1991). Características biológicas y productivas de los camélidos sudamericanos. *Rev Avances en ciencias veterinarias*, 27(1).
- Bourke, D.A., Adam C.L. & Kyle C.E. (1992). Ultrasonography as a maid to controlled breeding in the Llama (*Lama glama*). *Veterinary Record*, 130: 424-428.
- Butler, W.R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 60-61:449-457.
- Cárdenas, O., Ratto, M., Cordero, A. y Huanca, W. (2001). Determinación de la fertilidad en llamas con un servicio, mediante conducta sexual y ecografía. *Rev Inv Vet. Perú*, Supl 1:467-469.
- Chaves, M.G., Aba, M., Agüero, A., Egey, J., Berestin, V. & Rutter, B. (2002). Ovarian follicular wave pattern and the effect of exogenous progesterone on follicular activity in non-mated llamas. *Anim Reprod Sci*, 69 (1-2): 37-46.

- Chiri, R., Mollo, J. y Sempertegui G. (2001). Determinación de la pubertad en la llama hembra (*Lama glama*). *Revista de investigación-Camélidos sudamericanos. UNEPCA-FCP-UTO*. Oruro, Bolivia.
- Del Campo, M., Del Campo D., Adams, G. & Mapletof, R. (1995). The application of new technologies to South American Camelids. *Theriogenology*, 43:21-30.
- Echevarria, L. (2001). La ecografía como técnica diagnóstica. En Investigación veterinaria FMV-UNMSM (Perú). *Laboratorio de reproducción animal*, 12(2): 185-186.
- Fernández Baca, S. (1971). *La Alpaca: reproducción y crianza* (pp.43). Lima: Boletín N° 7. IVITA. Fac. Nac. Mayor de San Marcos.
- Fernández Baca, S. (1993). Manipulation of reproductive functions in male and female New World camelids. *Anim Reprod Sci*, 33:307-323.
- García, W. (2005). *Manual del Técnico Alquero* (pp. 11, 13-14). Lima: Imprenta Amauta.
- Gigli, I. (2006). *Consideraciones sobre la Dinámica Ovárica en Equino, Bovino y Camélidos Sudamericanos* (pp. 16-17). Argentina: (s.n.).
- Hafez, E. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales domésticos* (7<sup>ma</sup> ed.). Madrid, España: Editorial Mc graw hill.
- Hanco, E.G., Llaca, J., Quispe Y.M., Pérez M.G., Luque N. y Pérez (2015). U.H. Dinámica folicular ovárica en alpacas de la raza suri (*Vicugna pacos*). *Rev. Spemnova*, 5(1):51-54.

- Leyva V. y Sumar J. (1981). Evaluación del peso corporal al empadre sobre la capacidad reproductiva de hembras alpacas de un año de edad. En *Libro de Res. de proyectos de investigación realizados por la UNMSM (1980-1981)* (tomo III, pp. 39). Lima: (s.n.).
- Leyva, V. y García, W. (1999). Efecto de la Progesterona exógena sobre la función del cuerpo lúteo de alpacas. En *Res. II Congreso Mundial sobre Camélidos* (pp. 87). Cusco, Perú: (s.n.).
- Lucy, M.C. (2003). Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Anim Reprod Sci, Suppl* 61:415-427.
- McKinnon, A.O. y Squires, E.L. (1998). *Medicina y Cirugía Equina: evaluación ultrasonográfica del aparato reproductivo* (4<sup>ta</sup> ed.). (Vol. 2, pp. 882-895). España: INTERMEDICA.
- Miragaya, M.H., Aba M.A., Capdevielle E.F., Ferrer M.S., Chaves M.G., Rutter B. & Agüero A. (2004). Follicular activity and hormonal secretory profile in vicuña (*Vicugna vicugna*). *Theriogenology*, 61 (4):663-671.
- Miragaya, M. (2007). Dinámica folicular en llamas y vicuñas avances en superovulación. En *I Simposio Internacional de Biotecnología Aplicada en Camélidos Sudamericanos* (pp. 117). Huancavelica-Perú: Industria Gráfica Edición.
- Novoa, C., Fernández Baca, S., Sumar, J. y Leyva, V. (1972). Pubertad en la alpaca. *Rev. Inv. Pec. (IVITA)*, 1(1): 29-35.

- Novoa, C. (1989). Reproducción. En *Simposio de producción de alpacas y llamas. XII Reunión Científica Anual-APPA* (pp.67-72). Perú: (s.n.).
- Novoa, C. (1991). Fisiología de la Reproducción de la hembra. En *Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos* (cap. 3, pp. 93-103). (s. l.): Edi. Fernández Baca, S. Santiago.
- Novoa, C. (1992). Reproducción de Camélidos. *Rev. Cien. Vet.*, 8(4).
- Parraguez, V., Cortéz S., Gazitúa G., Macniven V. & Raggi L. (1997). Early pregnancy diagnosis in alpaca (*Lama pacos*) and llama (*Lama glama*) by ultrasound. *Anim Reprod Sci.*, 47:113-121.
- Parraguez, V.H. (2007). La ecografía como herramienta para la producción de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos. En *Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos*. Recuperado de <http://www.produccionbovina.com>.
- Pedraza, M.A. (1998). *El Ultrasonido aplicado a la reproducción de la hembra bovina*. Monografía (Médico Veterinario) (pp. 200). Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Pineda, C. (2009). *Reumatología: principios físicos básicos del ultrasonido* (pp. 62-64). México: (s.n.).
- Pollard, J., Littlejohn, R. & Scott, I. (1994). The effects of mating on the sexual receptivity of female alpacas. *Anim Reprod Sci*, 34:289-297.
- Pollard, J., Littlejohn, R. & Moore, G. (1995). Seasonal and other factors affecting the sexual behaviour of alpacas. *Anim Reprod Sci*, 37:349-356.

- Riveros, J., Gerhard, S., Cristian, B., Bernd, H., Chaves, G. & Urquieta, B. (2010). Ovarian follicular dynamics and hormonal secretory profiles in guanacos (*Lama guanicoe*) Anim. Reprod. Sci., 119: 63–67.
- Rodríguez, A., Bazán, A., Rodríguez, J., Espinoza, J., Vásquez, M., Lucas J. y Huanca W. (2013). Evaluación del folículo ovárico de yeguas criollas post-administración de Hcg. En *Invest. Vet. del Perú*, (abr./jun.): 1-5.
- Sato, A., Valencia, R. y Montoya L. (1986). Revisión anatómica del aparato reproductor de la alpaca hembra (*Lama Pacos*). Recuperado de:  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/racs/n02\\_1986/pdf/a04.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/racs/n02_1986/pdf/a04.pdf)
- Stevenson, J. (1997). Clinical reproductive physiology of the cow. In *Current Therapy in large animal. Theriogenology*. (s.l.): Edit by Younquist, R.
- Sumar, J., Novoa C. y Fernández Baca, S. (1972). Fisiología reproductiva post-partum en la alpaca. *Rev. Inv. Pec. IVITA. UNMSM*, 1(1):21-27.
- Sumar, J. y Alarcón, V. (1989). Estímulo coital y fertilidad en alpacas. En *Resum XII Reunión Cient Anu Asoc Peruana Prod Anim* (pp. 67). Lima, Perú: (s.n.).
- Sumar, J. (1997). Avances y Perspectivas en Reproducción de Camélidos. En *Memorias del I Symposium Internacional Avances en Reproducción de Rumiantes* (pp. 30-44). Lima: (s.n.).
- Sánchez, C. (2004). *Crianza y Producción de Alpacas* (pp. 29, 75, 72-73). Lima: Ripalme.
- San Martín, M., Copaira, M., Zúñiga, J., Rodríguez, R., Bustinza, G. & Acosta, L. (1968). Aspects of reproduction in the alpaca. *J Reprod Fertil*, 16:395-399.



Samper, J. C. 1988. *Usos del ultrasonido para maximizar la eficiencia reproductiva de los equinos* (pp.27-28). (s.l.): Acovez.

Sumar, J. (2000). Llamas and Alpacas. In *Reproduction in farm animals* (pp. 218-228). (7<sup>th</sup> ed.). USA: Edit by Hafez, ESE.

Vaughan, J.L., Macmillan, K.L., D'Ochhio, M.J. (2004). Ovarian follicular wave characteristics in alpacas. *Anim. Reprod Sci.* 80: 353-361.

# **ANEXOS**

**Cuadro 7.** Promedio  $\pm$  DE de los datos generales correspondientes a 11 alpacas de la raza Huacaya en estudio.

<b>Identificación</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Condición corporal</b>
1	1,00	34,00	3,00
2	2,00	34,00	3,00
3	2,00	34,00	3,00
4	1,00	33,00	3,00
5	1,00	34,00	2,50
6	1,00	36,00	2,50
7	2,00	36,00	2,50
8	1,00	36,00	3,00
9	1,00	25,00	3,00
10	1,00	35,00	3,00
11	1,00	34,00	3,00
<b>X</b>	<b>1,27</b>	<b>33,73</b>	<b>2,86</b>
<b><math>\pm</math>DE</b>	<b>0,47</b>	<b>3,07</b>	<b>0,23</b>

**Cuadro 8.** Promedio  $\pm$  DE del diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento y duración de la onda folicular; en ambos ovarios.

IDENTIFICACIÓN	Ovario	Tamaño del folículo preovulatorio (mm)	Ritmo de crecimiento* (mm/día)	Duración de la onda folicular (días)
1	Izquierdo	6,11	0,34	11,00
2	Izquierdo	5,99	0,32	13,00
3	Izquierdo	5,70	0,36	15,00
4	Izquierdo	6,22	0,26	15,00
5	Izquierdo	5,30	0,20	19,00
6	Izquierdo	5,42	0,34	11,00
7	Derecho	5,41	0,16	11,00
8	Derecho	6,17	0,34	17,00
9	Derecho	4,33	0,09	13,00
10	Derecho	6,10	0,32	15,00
11	Derecho	5,84	0,41	9,00
	$\bar{X}$	5,69	0,29	13,55
	$\pm$ DE	0,56	0,10	2,98

\*La Tasa de Crecimiento Folicular Diario (TCFD), se calculó mediante la siguiente fórmula descrita

por Rodríguez y col, 2013:  $TCFD = \frac{\text{Diámetro Final (DF)} - \text{Diámetro Inicial (DI)}}{\text{Nº de Días}}$

**Cuadro 9.** Promedio  $\pm$  DE del tamaño del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento y duración de la onda folicular; del ovario izquierdo.

Identificación	Tamaño del folículo preovulatorio (mm)	Ritmo de crecimiento (mm/día)	Duración de la onda folicular (días)
1	6,11	0,34	11,00
2	5,99	0,32	13,00
3	5,70	0,36	15,00
4	6,22	0,26	15,00
5	5,30	0,20	19,00
6	5,42	0,34	11,00
	$\bar{X}$	5,79	14,00
	$\pm$ DE	0,38	3,03

**Cuadro 10.** Promedio  $\pm$  DE del tamaño del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento y duración de la onda folicular; del ovario derecho.

Identificación	Tamaño del folículo preovulatorio (mm)	Ritmo de crecimiento (mm/día)	Duración de la onda folicular (días)
7	5,41	0,16	11,00
8	6,17	0,34	17,00
9	4,33	0,09	13,00
10	6,10	0,32	15,00
11	5,84	0,41	9,00
$\bar{X}$	<b>5,57</b>	<b>0,26</b>	<b>13,00</b>
$\pm$ DE	<b>0,75</b>	<b>0,13</b>	<b>3,16</b>

**Cuadro 11.** Prueba de comparación de promedios para igualdad de medias del diámetro del folículo preovulatorio (mm) del lado derecho e izquierdo.

Prueba t-student para muestras independientes

		Estadística de grupo			
Folículo preovulatorio	Ovario	n	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
	Izquierdo	6	5.7900	.37747	.15410
	Derecho	5	5.5700	.75449	.33742

		Prueba t para la igualdad de medias					
Folículo preovulatorio	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	.630	9	<u>.544</u>	.22000	.34898	-.56946	1.00946
No se asumen varianzas iguales	.593	5.646	<u>.576</u>	.22000	.37094	-.70163	1.14163

P=0,544 se acepta Ho, no hay diferencias en los promedios del diámetro del folículo preovulatorio del ovario derecho respecto al izquierdo.

**Cuadro 12.** Prueba de comparación de promedios para igualdad de medias del ritmo de crecimiento folicular (mm/día) del ovario derecho e izquierdo.

		Estadística de grupo			
Ritmo de crecimiento folicular	Ovario	n	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
	Izquierdo	6	30.3333	6.12100	2.49889
	Derecho	5	26.4000	13.35290	5.97160

		Prueba t para la igualdad de medias					
Ritmo de crecimiento folicular	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Se asumen							
varianzas iguales	.649	9	<u>.532</u>	3.93333	6.05709	-9.7687	17.63543
No se asumen							
varianzas iguales	.608	5.391	<u>.568</u>	3.93333	6.47336	-12.350	20.21687

P=0,532 se acepta Ho, no hay diferencias en los promedios del ritmo de crecimiento folicular del ovario izquierdo respecto al derecho.

**Cuadro 13.** Prueba de comparación de promedios para igualdad de medias del tiempo de duración (días) de la onda folicular del ovario derecho e

Prueba t-student para muestras independientes

Estadística de grupo					
Tiempo de duración	Ovario	n	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
	Izquierdo	6	14.0000	3.03315	1.23828
	Derecho	5	13.0000	3.16228	1.41421

Prueba t para la igualdad de medias							
Tiempo de duración	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Se asumen							
varianzas iguales	.534	9	<u>.606</u>	1.00000	1.87182	-3.2343	5.23435
No se asumen							
varianzas iguales	.532	8.492	<u>.608</u>	1.00000	1.87972	-3.2913	5.29134

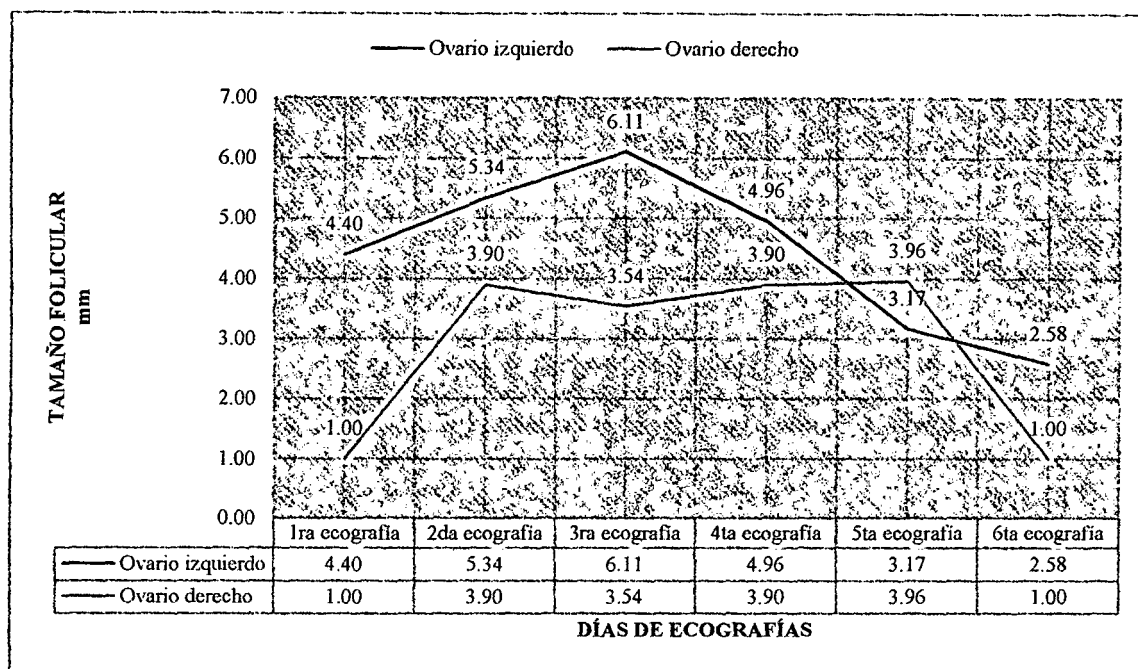
P=0,606 se acepta  $H_0$ , no hay diferencias en los promedios del tiempo de duración de la onda folicular cuando el folículo preovulatorio está presente en el ovario derecho o izquierdo.

**DATOS:**

Identificación : 01  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 1 Año  
 Peso : 34 kg  
 Condición corporal : 3,0  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 1,17 cm x 7,91 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,27 cm x 9,08 mm



**Figura 3.** Fotografía de la alpaca N°1.

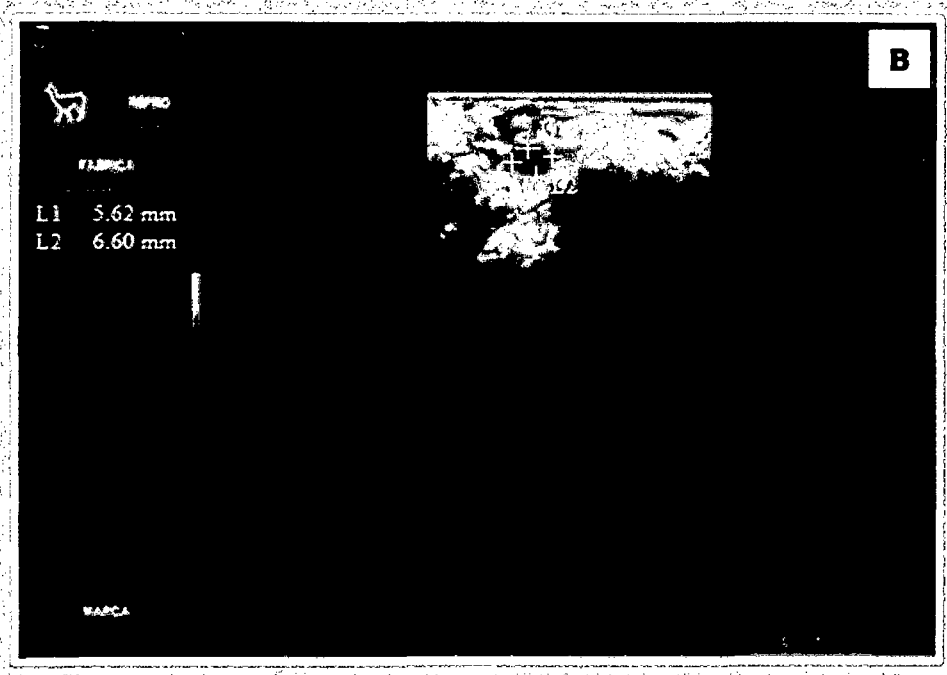


**Gráfico 5.** Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°1.

**Cuadro 14.** Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°1.

Examen ecográficos			Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3er			
4,40 mm	5,34 mm	6,11 mm	6,11	0,34	11

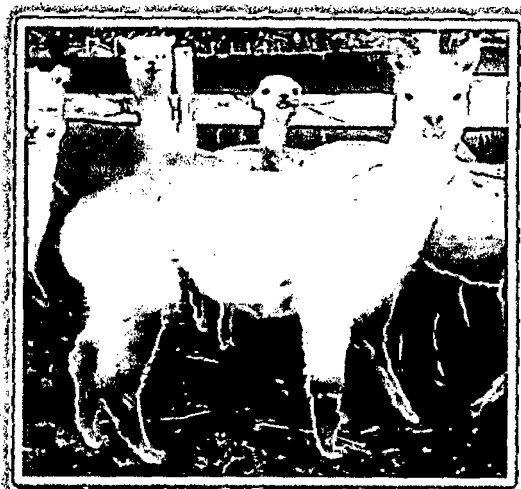




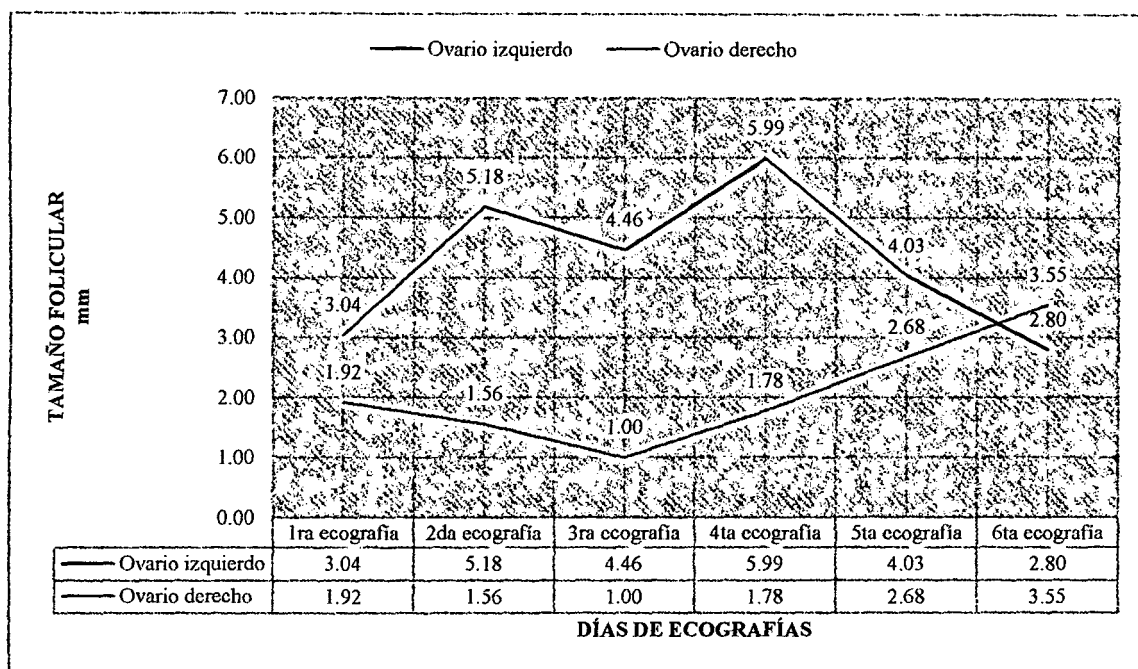
**Figura 4.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 4,40 mm. **B**, un folículo dominante de 6,11 mm.

**DATOS:**

Identificación : 02  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 3 Años  
 Peso : 34 kg  
 Condición corporal : 3,0  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 1,21 cm x 8,34 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,57 cm x 9,10 mm



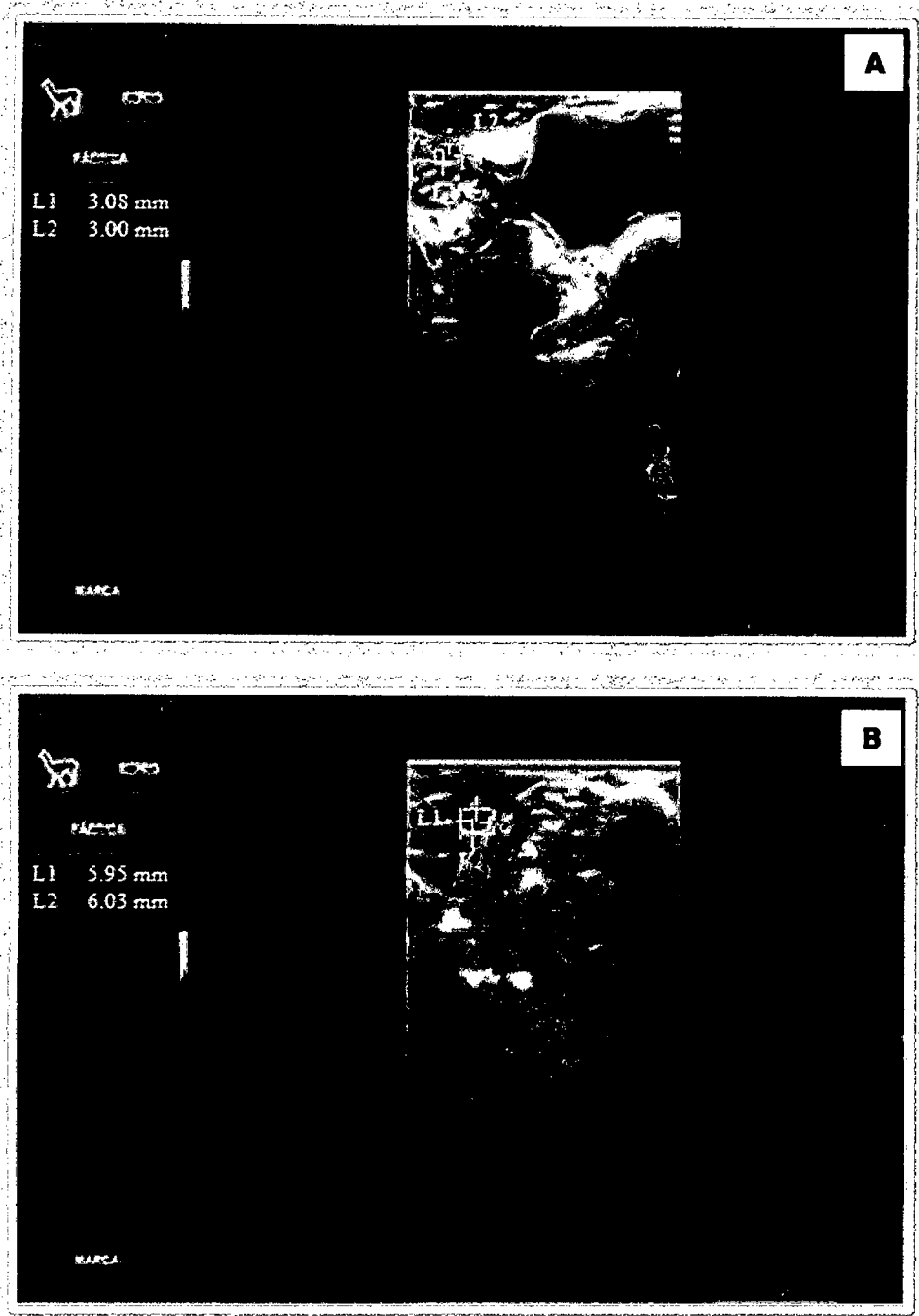
**Figura 5.** Fotografía de la alpaca N°2.



**Gráfico 6.** Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°2.

**Cuadro 15.** Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°2.

Examen ecográficos				Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra	4ta			
3,04 mm	5,18 mm	4,46 mm	5,99 mm	5,99	0,32	13



**Figura 6.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 3,04 mm. **B**, un folículo dominante de 5,99 mm.

**DATOS:**

Identificación : 03  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 3 Años  
 Peso : 34 kg  
 Condición corporal : 3,0  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 1,14 cm x 8,54 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,15 cm x 8,47 mm



Figura 7. Fotografía de la alpaca N°3.

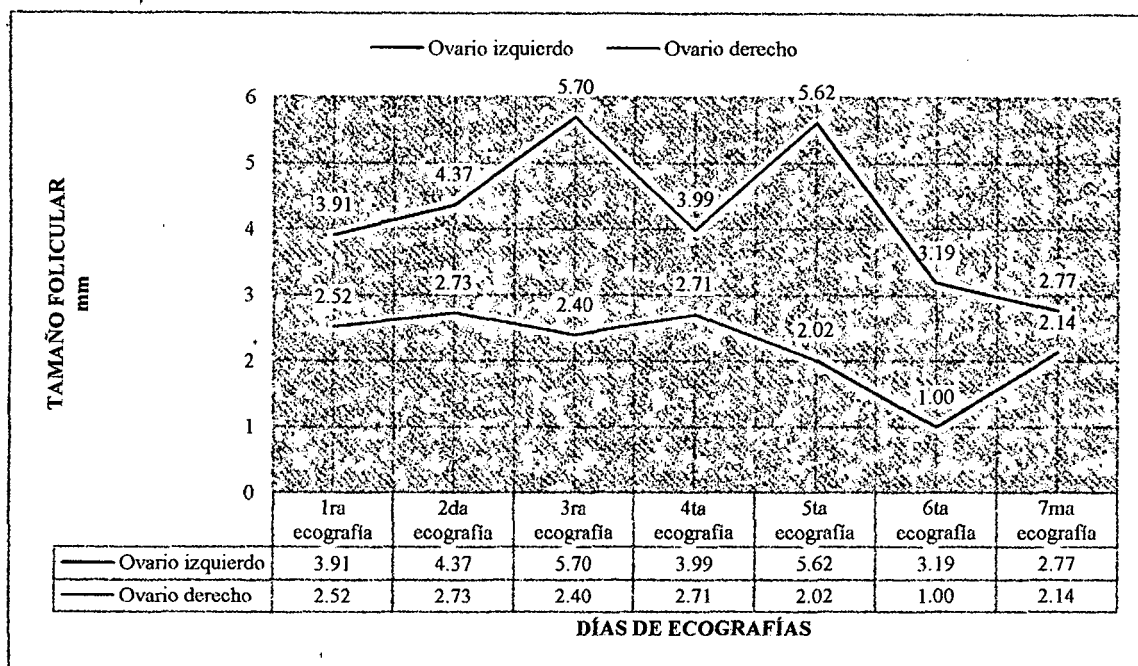
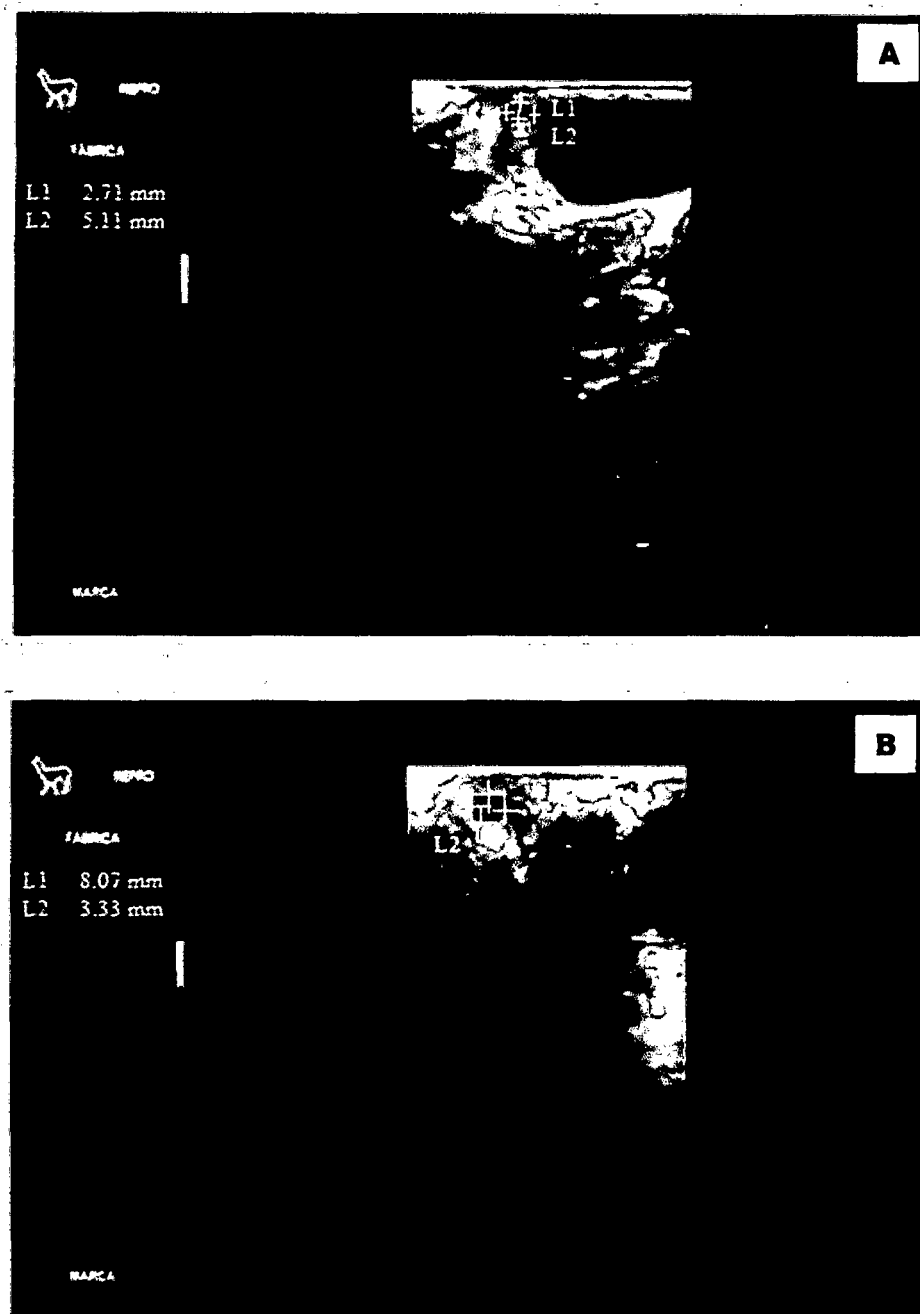


Gráfico 7. Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°3.

Cuadro 16. Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°3.

Examen ecográficos			Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra			
3,91 mm	4,37 mm	5,70 mm	5,70	0,36	15



**Figura 8.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 3,91 mm. **B**, un folículo dominante de 5,70 mm.

**DATOS:**

Identificación : 04  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 1 Año  
 Peso : 31 kg  
 Condición corporal : 3,0  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 1,04 cm x 7,06 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,25 cm x 7,38 mm

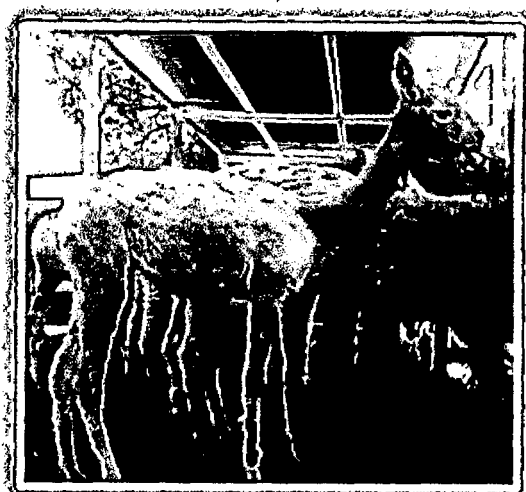


Figura 9. Fotografía de la alpaca N°4.

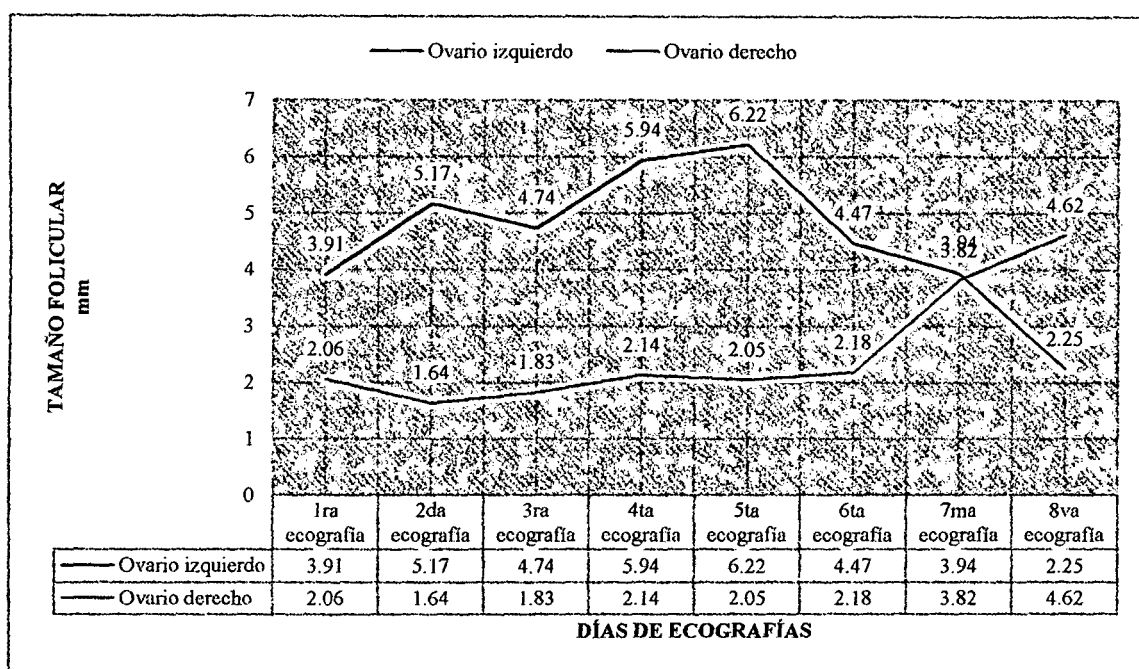
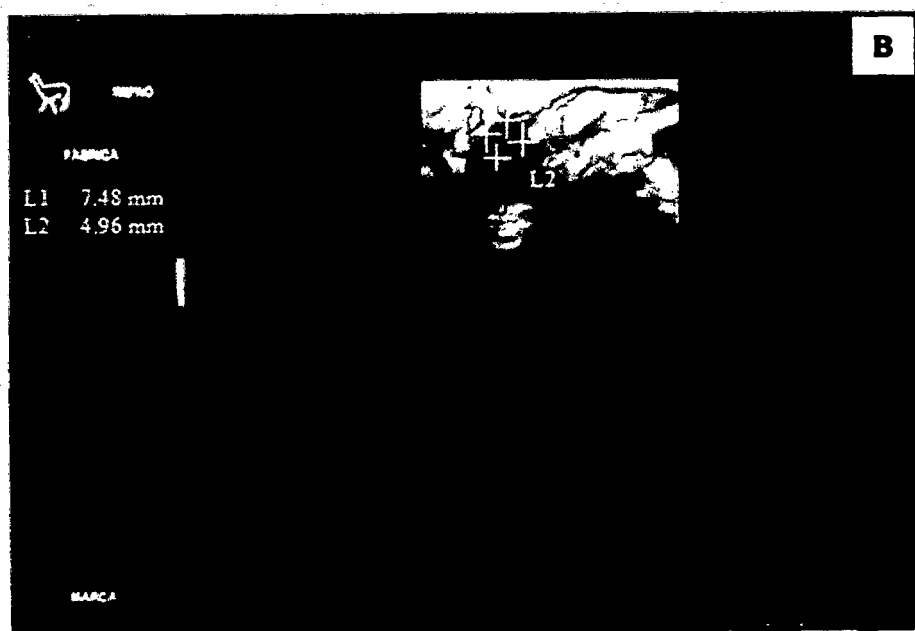


Gráfico 8. Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°4.

Cuadro 17. Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°4.

Examen ecográficos					Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra	4ta	5ta			
3,91 mm	5,17 mm	4,74 mm	5,94 mm	6,22 mm	0,26	15	



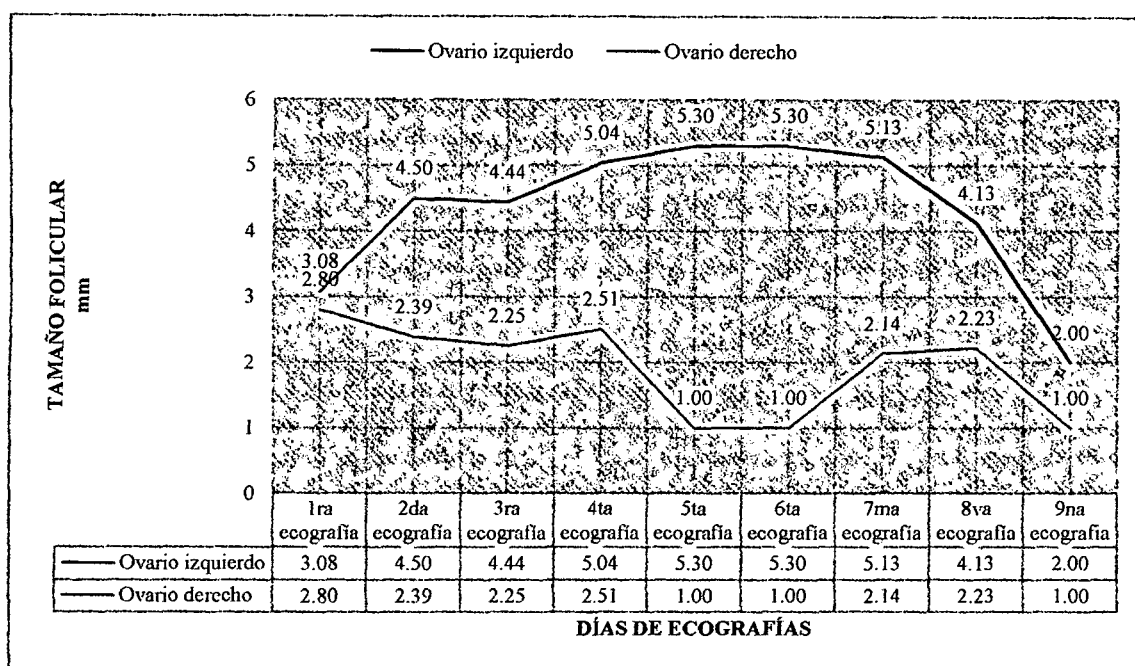
**Figura 10.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 3,91 mm. **B**, un folículo dominante de 6,22 mm.

**DATOS:**

Identificación : 05  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 1 Año  
 Peso : 25 kg  
 Condición corporal : 2,5  
 Tamaño de los ovarios  
 Ovario derecho : 9,53 mm x 6,45 mm  
 Ovario izquierdo : 1,09 cm x 7,25 mm



**Figura 11.** Fotografía de la alpaca N°5.

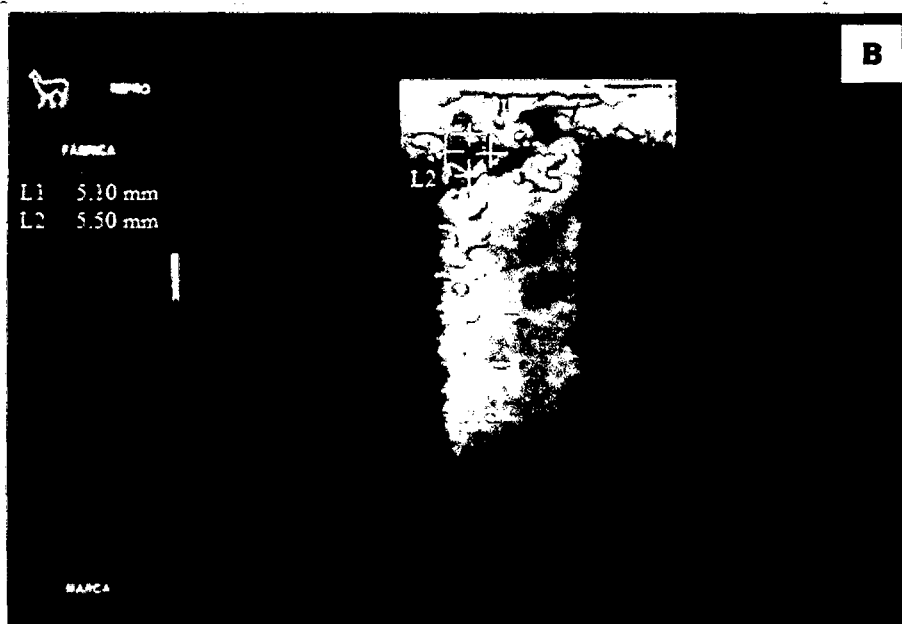
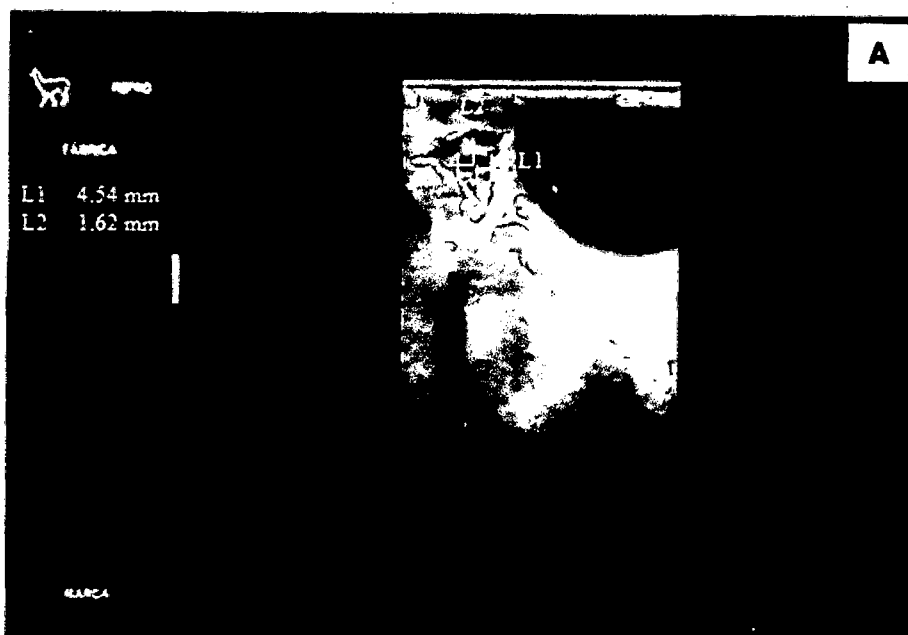


**Gráfico 9.** Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°5.

**Cuadro 18.** Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°5.

Examen ecográficos					Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra	4ta	5ta			
3,08 mm	4,50 mm	4,44 mm	5,04 mm	5,30 mm	5,30	0,20	19





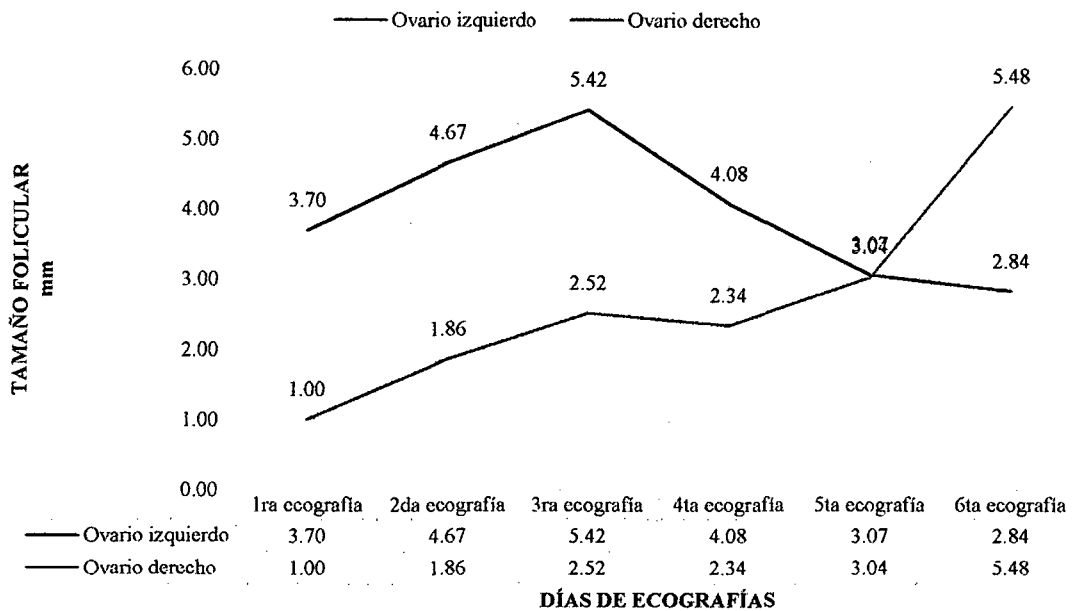
**Figura 12.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 3,08 mm. **B**, un folículo dominante de 5,30 mm.

**DATOS:**

Identificación : 06  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 1 Año  
 Peso : 36 kg  
 Condición corporal : 2,5  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 1,11 cm x 7,48 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,15 cm x 8,58 mm



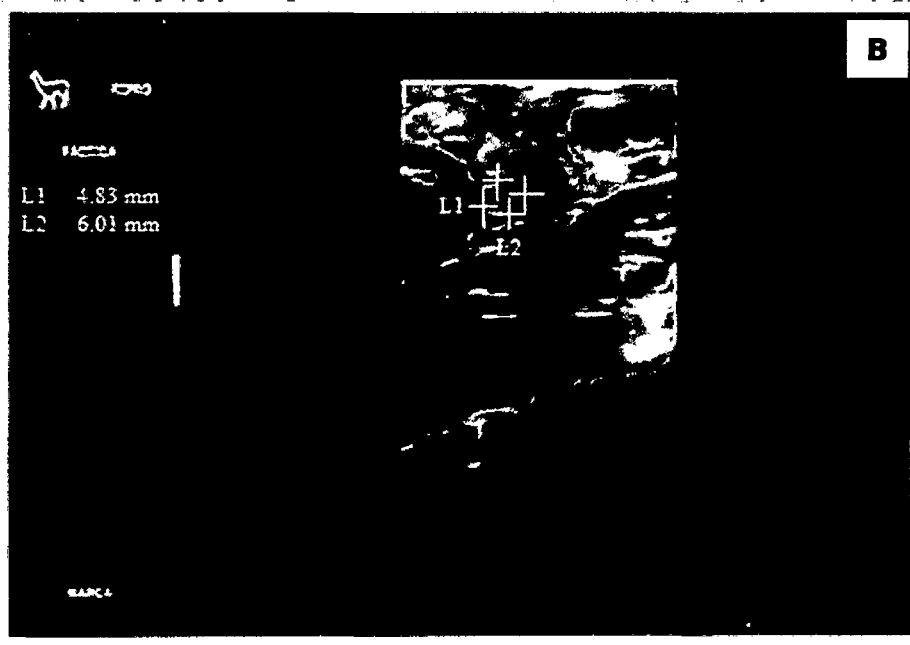
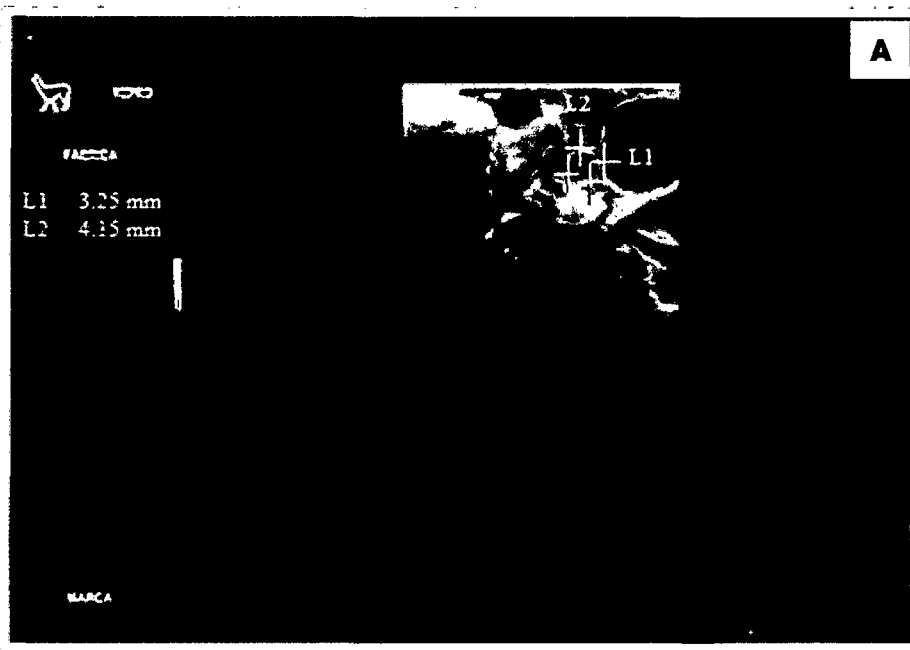
**Figura 13.** Fotografía de la alpaca N°6.



**Gráfico 10.** Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario izquierdo y desarrollo folicular del ovario derecho de la alpaca N°6.

**Cuadro 19.** Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°6.

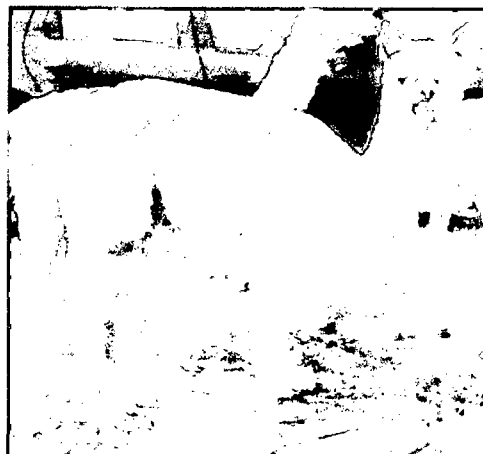
Examen ecográficos			Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra	5,42	0,34	11
3,70 mm	4,67 mm	5,42 mm			



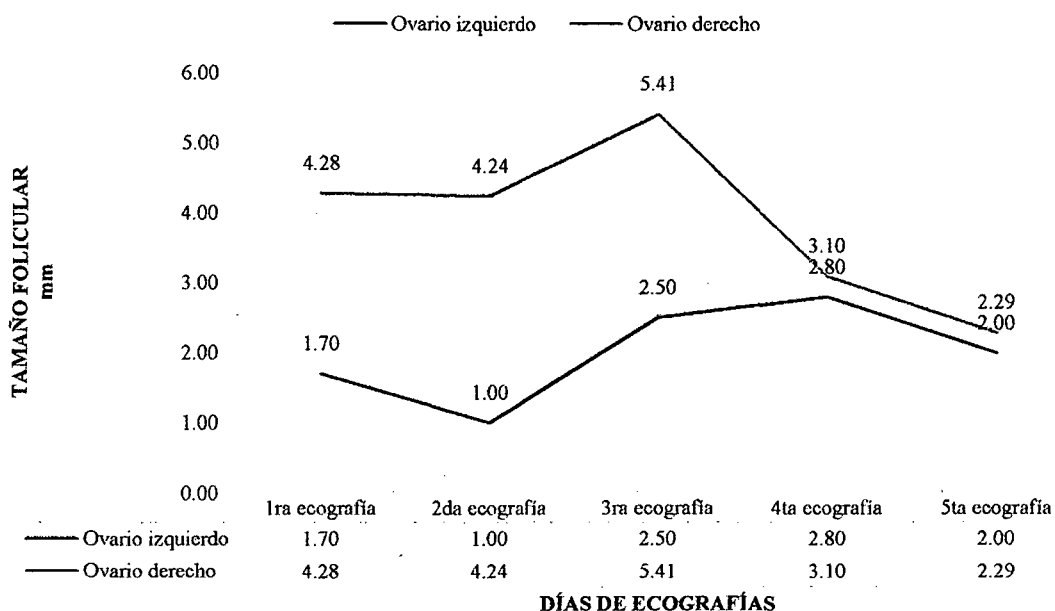
**Figura 14.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 3,70 mm. **B**, un folículo dominante de 5,42 mm.

**DATOS:**

Identificación : 07  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 3 Años  
 Peso : 36 kg  
 Condición corporal : 2,5  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 7,73 mm x 7,64 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,14 cm x 6,38 mm



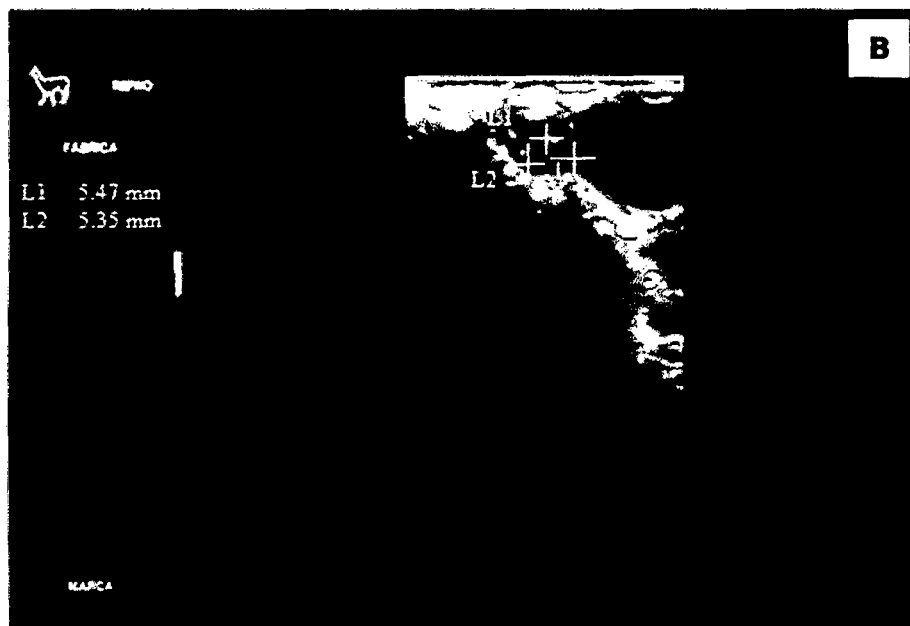
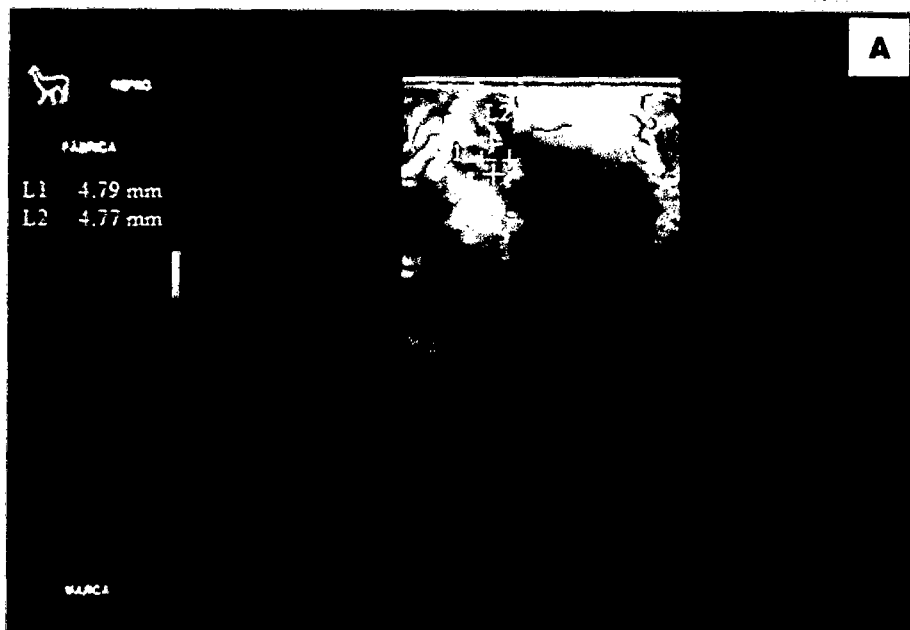
**Figura 15.** Fotografía de la alpaca N°7.



**Gráfico 11.** Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario derecho y desarrollo folicular del ovario izquierdo de la alpaca N°7.

**Cuadro 20.** Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°7.

Examen ecográficos			Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra			
4,28 mm	4,24 mm	5,41 mm	5,41	0,16	11



**Figura 16.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 4,28 mm. **B**, un folículo dominante de 5,41 mm.

**DATOS:**

Identificación : 08  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 1 Año  
 Peso : 36 kg  
 Condición corporal : 3.0  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 1,08 cm x 8,75 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,13 cm x 8,75 mm

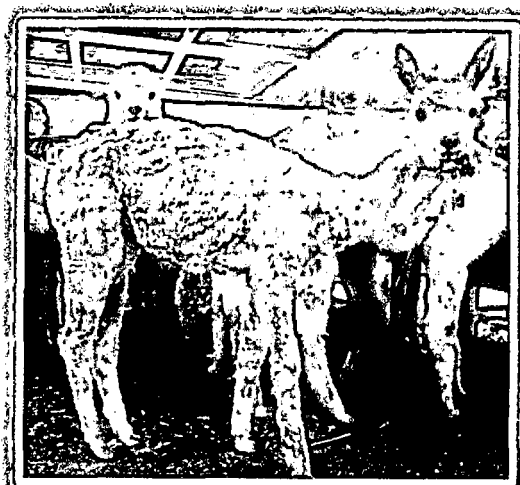


Figura 17. Fotografía de la alpaca N°8.

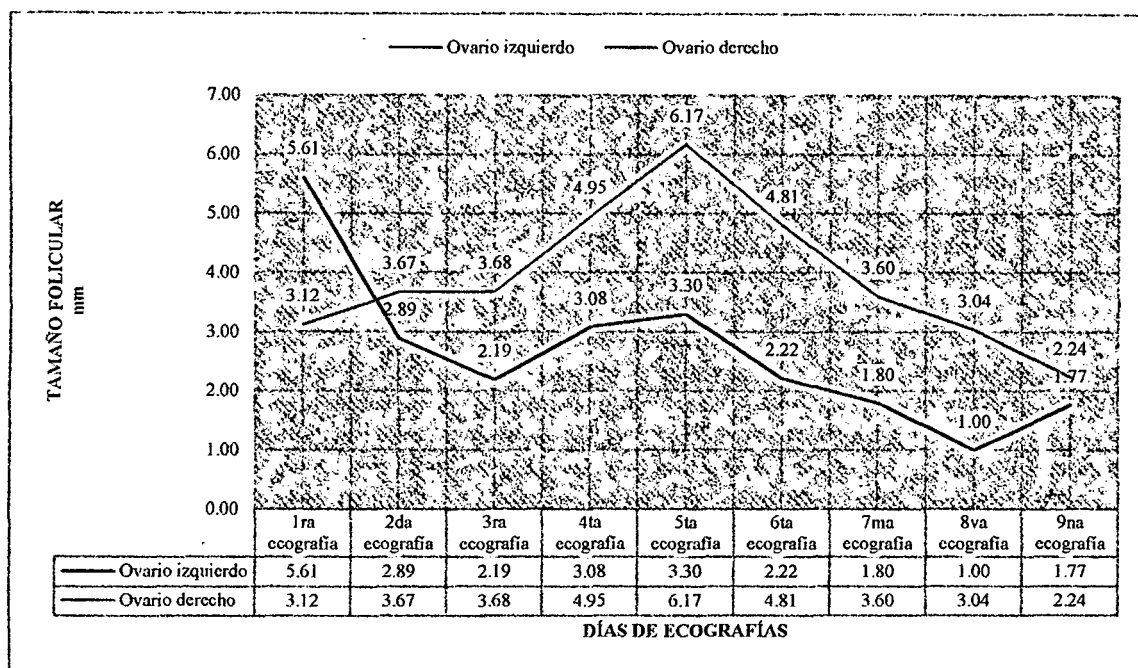
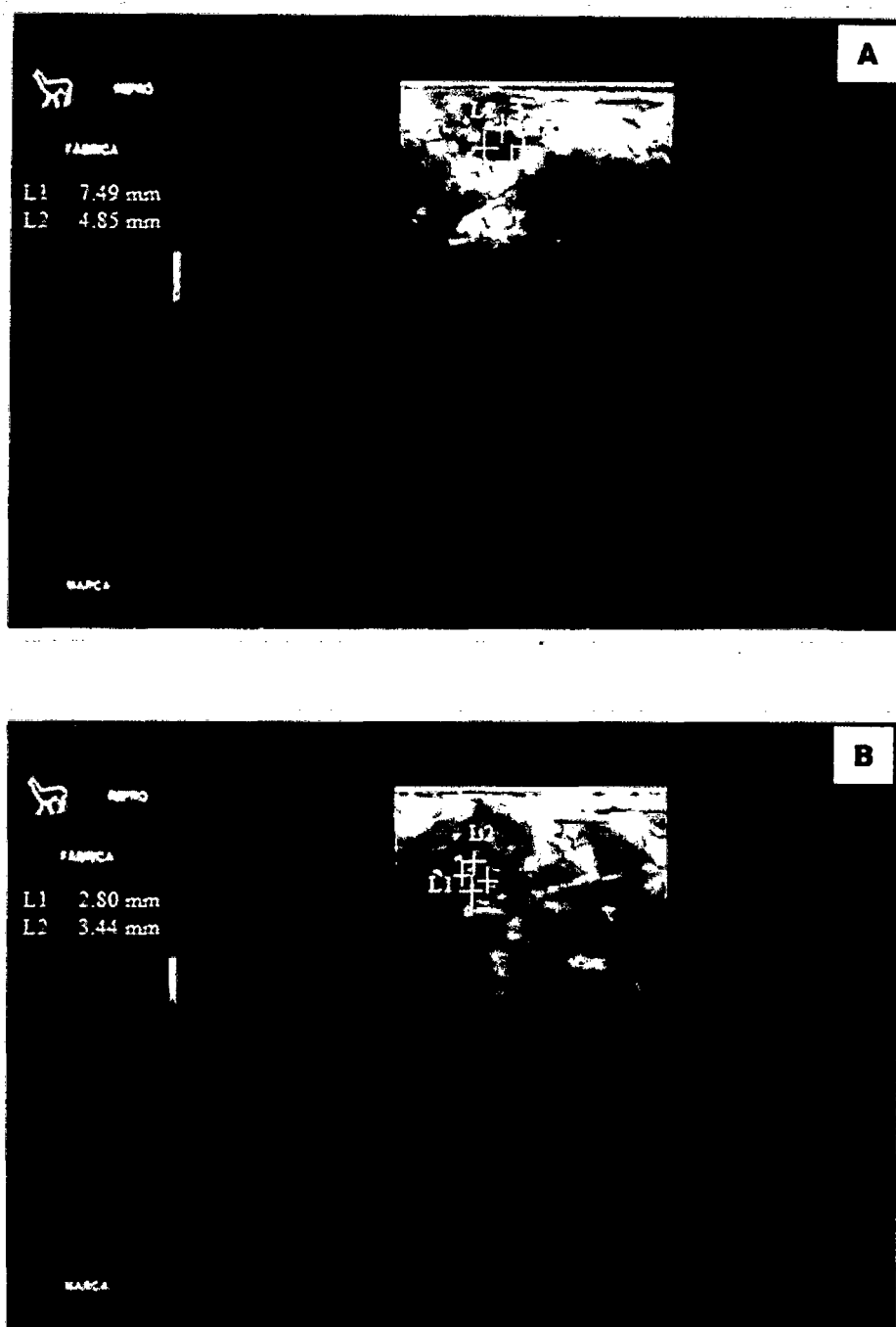


Gráfico 12. Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario derecho y desarrollo folicular del ovario izquierdo de la alpaca N°8.

Cuadro 21. Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°8.

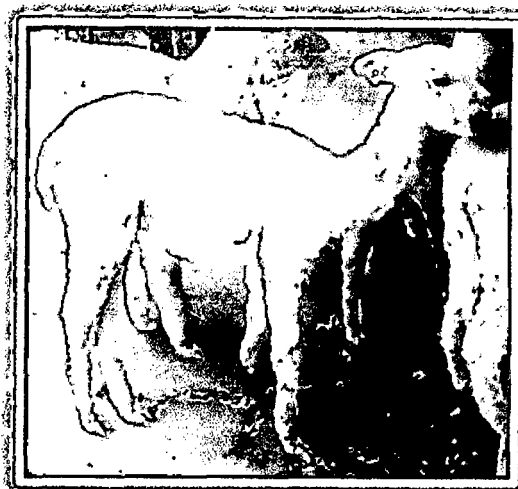
Examen ecográficos					Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra	4ta	5ta			
3,12 mm	3,67 mm	3,68 mm	4,95 mm	6,17 mm	6,17	0,34	17



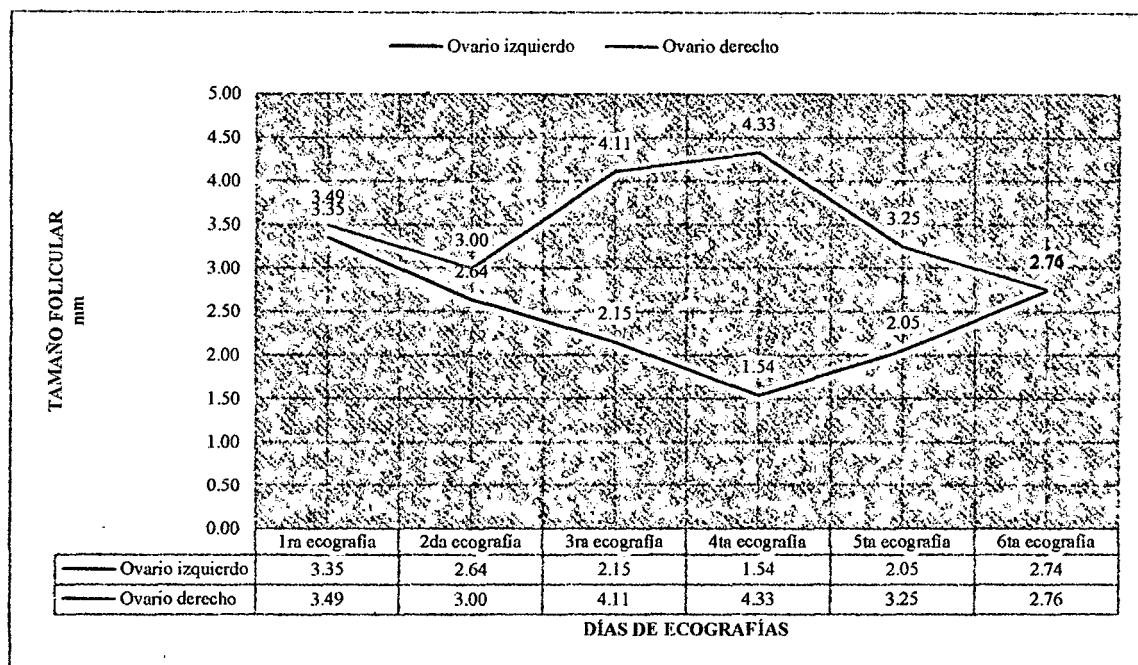
**Figura 18.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 4,28 mm. **B**, un folículo dominante de 5,41 mm.

**DATOS:**

Identificación : 09  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 1 Año  
 Peso : 22 kg  
 Condición corporal : 3.0  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 9,81 mm x 8,22 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,19 cm x 8,85 mm



**Figura 19.** Fotografía de la alpaca N°9.

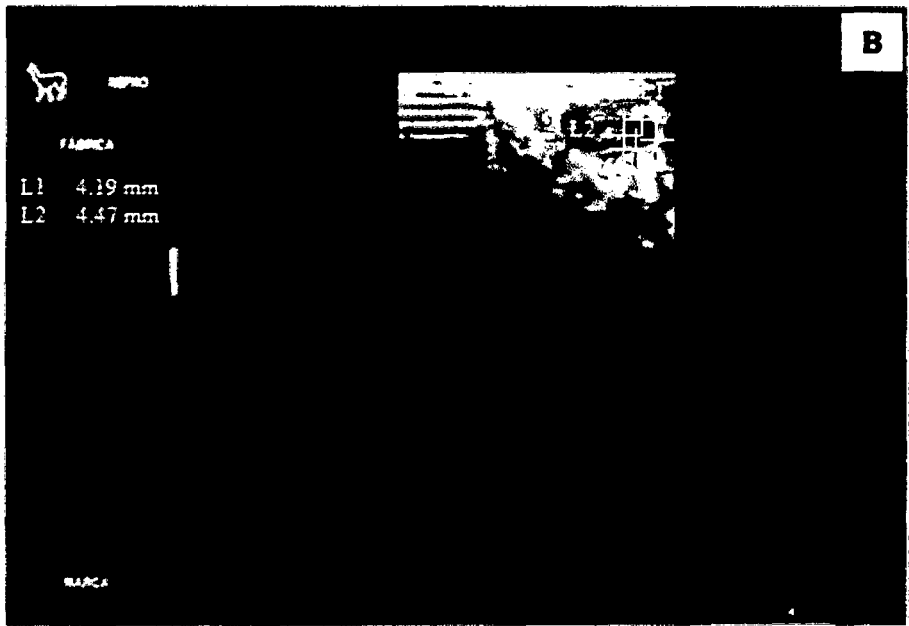
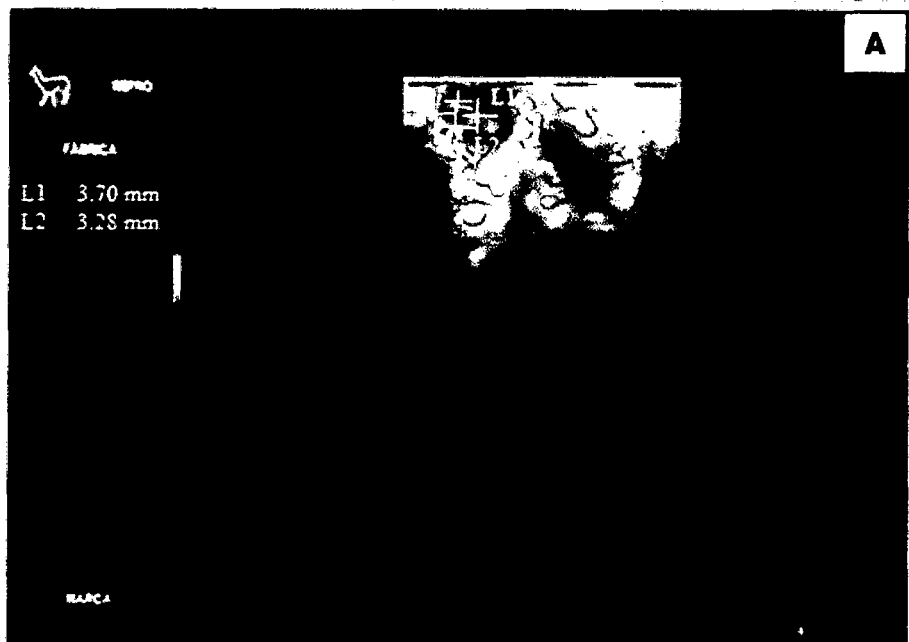


**Gráfico 13.** Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario derecho y desarrollo folicular del ovario izquierdo de la alpaca N°9.

**Cuadro 22.** Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°9.

Examen ecográficos				Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra	4ta			
3,49 mm	3,00 mm	4,11 mm	4,33 mm	4,33	0,09	13

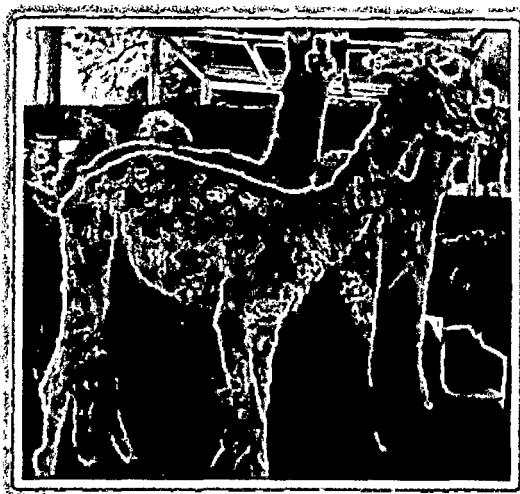




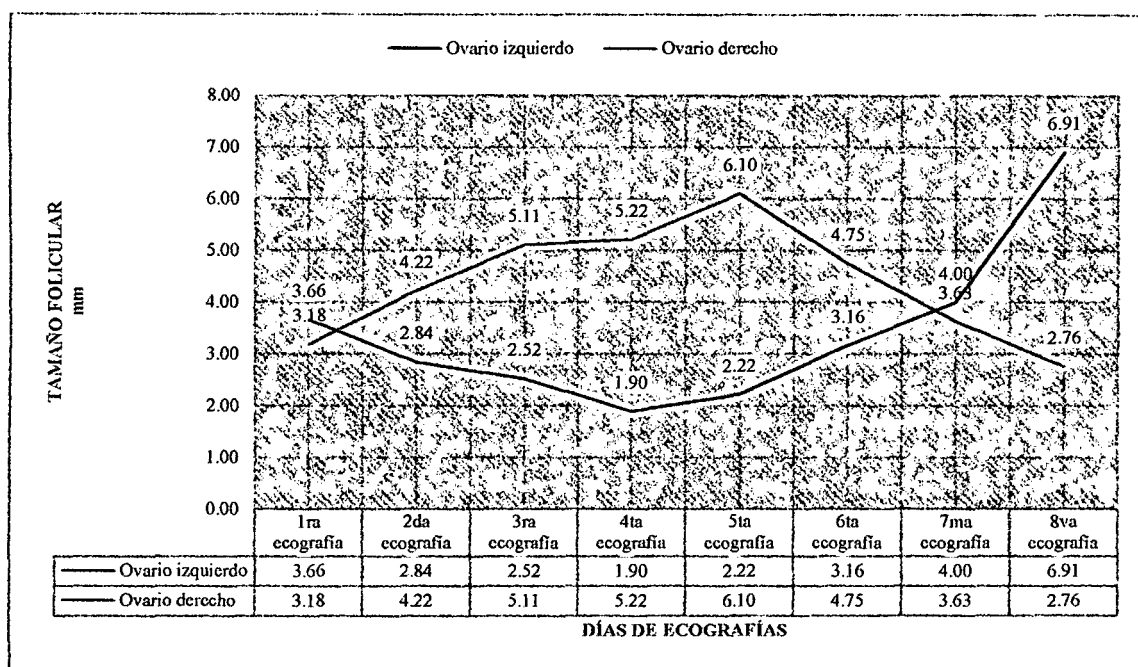
**Figura 20.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 3,49 mm. **B**, un folículo dominante de 4,33 mm.

**DATOS:**

Identificación : 10  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 1 Año  
 Peso : 35 kg  
 Condición corporal : 3,0  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 9,54 mm x 6,69 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,12 cm x 7,43 mm



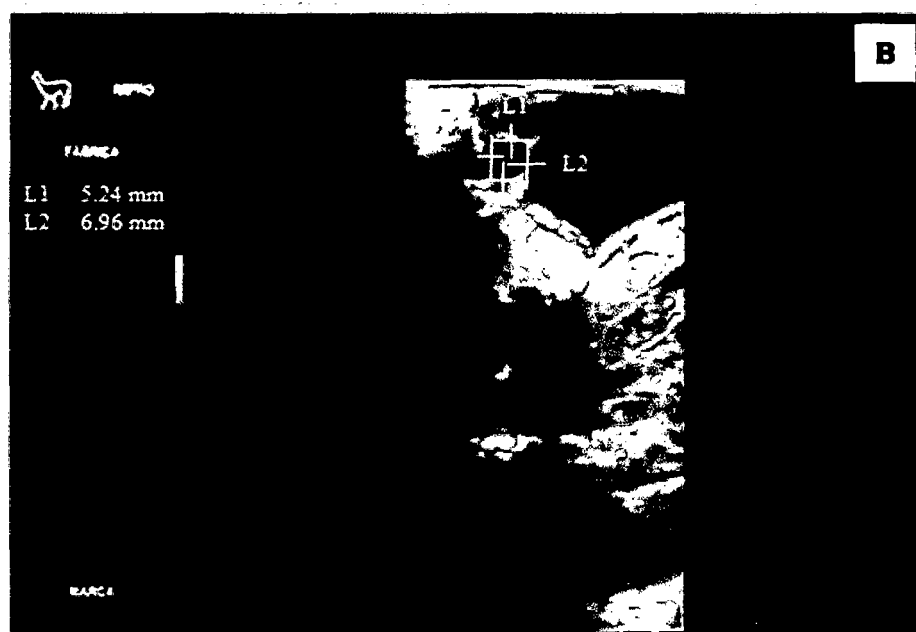
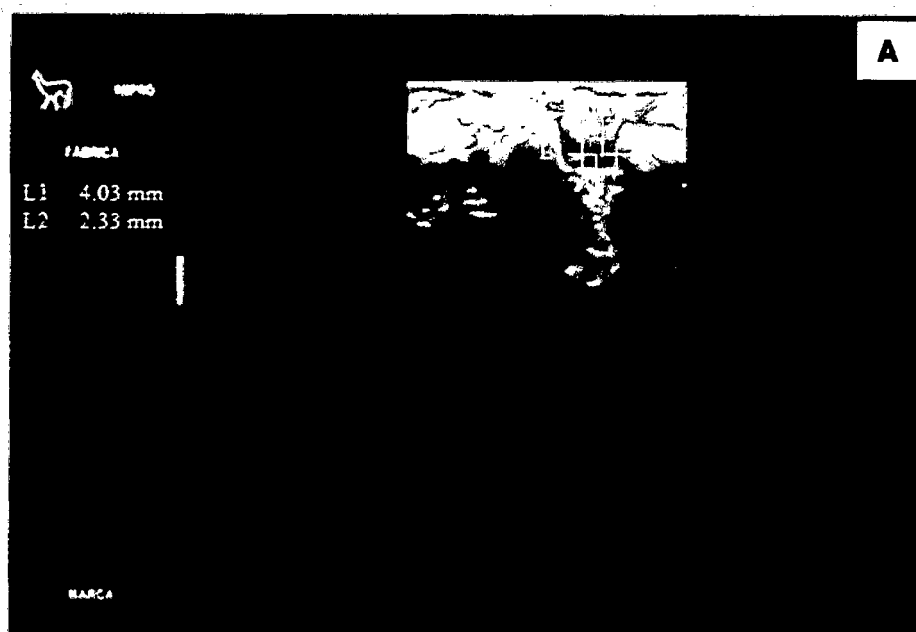
**Figura 21.** Fotografía de la alpaca N°10.



**Gráfico 14.** Desarrollo del foliculo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario derecho y desarrollo folicular del ovario izquierdo de la alpaca N°10.

**Cuadro 23.** Diámetro del foliculo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°10.

Examen ecográficos					Tamaño del foliculo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra	4ta	5ta			
3,18 mm	4,22 mm	5,11 mm	5,22 mm	6,10 mm	6,10	0,32	15



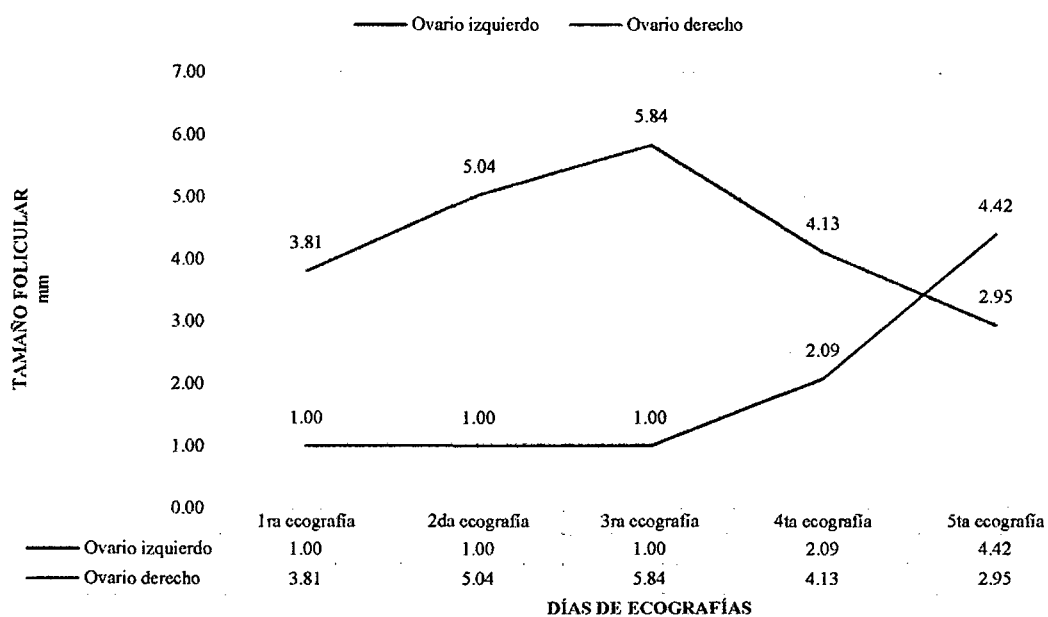
**Figura 22.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 3,18 mm. **B**, un folículo dominante de 6,10 mm.

**DATOS:**

Identificación : 11  
 Raza : Huacaya  
 Color : Blanco  
 Edad : 1 Año  
 Peso : 34 kg  
 Condición corporal : 3,0  
 Tamaño de los ovarios  
 - Ovario derecho : 1,07 cm x 7,37 mm  
 - Ovario izquierdo : 1,03 cm x 6,93 mm



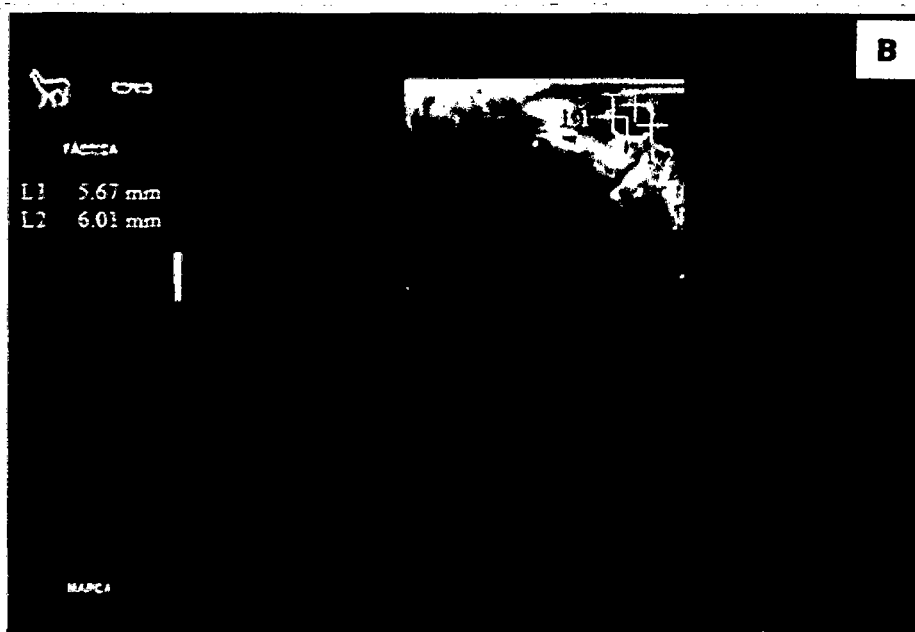
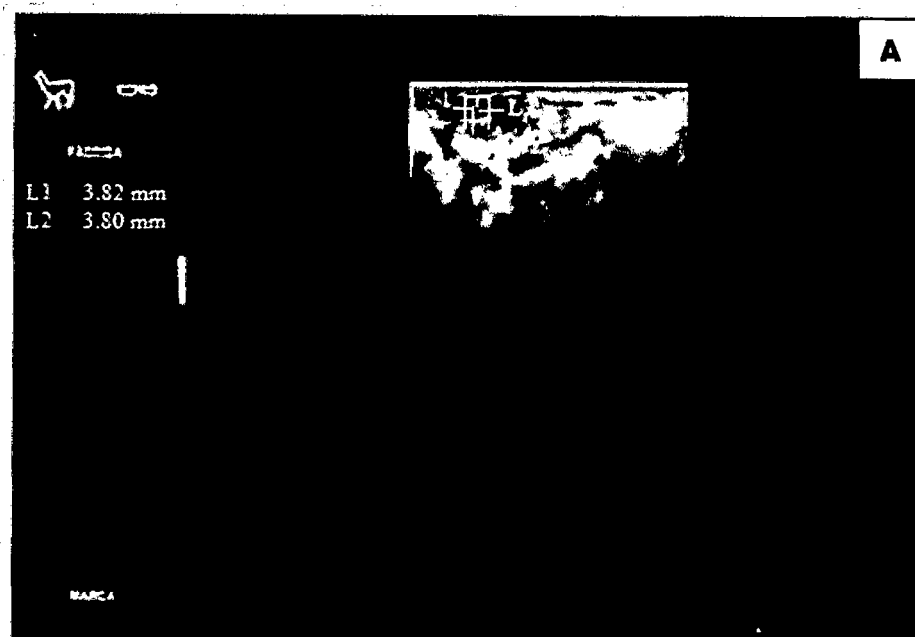
**Figura 23.** Fotografía de la alpaca N°11.



**Gráfico 15.** Desarrollo del folículo preovulatorio (crecimiento, maduración y atresia) del ovario derecho y desarrollo folicular del ovario izquierdo de la alpaca N°11.

**Cuadro 24.** Diámetro del folículo preovulatorio, ritmo de crecimiento diario y duración de la onda folicular de la alpaca N°11.

Examen ecográficos			Tamaño del folículo dominante (mm)	Ritmo de crecimiento folicular diario (mm/día)	Tiempo de duración de la onda folicular (días)
1ra	2da	3ra			
3,81 mm	5,04 mm	5,84 mm	5,84	0,41	09



**Figura 24.** Ultrasonografías del ovario izquierdo. **A**, muestra un folículo en crecimiento de 3,81 mm. **B**, un folículo dominante de 5,84 mm.

## NOTA BIOGRÁFICA



### Datos generales:

RAMOS SOLÓRZANO, Myla Guadalupe

24 años

Natural de Huánuco

Nací un 19 de Julio de 1991, en el Distrito de San Miguel de Cauri, Provincia de Lauricocha, Departamento de Huánuco. Hija de Eliazer Ramos Azucena y Egma Solórzano Berrios, naturales del Departamento de Huánuco. Estudié mi primaria en la I.E.P. Marcos Duran Martel, a lo largo de la formación primaria me empezó a gustar el área del cuidado de los animales; durante los estudios de nivel secundario en la I.E.P. Mariscal Cáceres, reafirmo mi vocación en Medicina Veterinaria. Terminé el colegio en el 2007, postulando a la UNHEVAL en el 2008 e inicié mis estudios en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en el 2009.



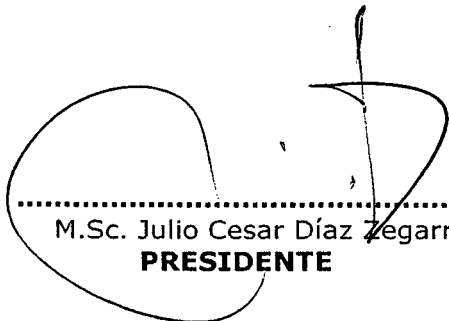
## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En la ciudad de Huánuco, Cayhuayna - Distrito de Pillco Marca, a los ..... 16 ..... días del mes de ...DICIEMBRE... del 2015, siendo las ..... 10:20 ..... horas, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos se reunieron en el Auditorio de la Facultad, los Miembros integrantes del Jurado examinador para proceder a la Evaluación de Sustentación de la Tesis Titulada: "**CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR EN ALPACAS DE RAZA HUACAYA (Vicugna pacos), BAJO CONDICIONES DE SEMICONFINAMIENTO**", de la Bachiller **Myla Guadalupe, RAMOS SOLÓRZANO** para **OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO**, estando integrado por los siguientes miembros:

- M.Sc. Julio Cesar Díaz Zegarra (PRESIDENTE)
- MVZ. Alcides Cotacallapa Vilca (SECRETARIO)
- MV. Anselmo Canches Gonzales (VOCAL)
- Mg. Ernestina Ariza Avila (ACCESITARIO)

Finalizado el acto de sustentación, los miembros del Jurado procedieron a la calificación, cuyo resultado fue ...APROBADO..., con la nota de ...DIECISEIS... (16), con el calificativo de: ...BUENO...

Con lo que se dio por finalizado el proceso de Evaluación de Sustentación de Tesis. Siendo a horas ...11:20 a.m..., en fe de la cual firmamos.

  
.....  
M.Sc. Julio Cesar Díaz Zegarra  
**PRESIDENTE**

.....  
MVZ. Alcides Cotacallapa Vilca  
**SECRETARIO**

  
.....  
MV. Anselmo Canches Gonzales  
**VOCAL**

  
.....  
Mg. Ernestina Ariza Avila  
**ACCESITARIO**