



**Universidad de Cuenca**



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**MAESTRIA EN REPRODUCCIÓN ANIMAL**

**DETECCIÓN DE ESTRO POR OBSERVACIÓN VISUAL Y EL SISTEMA DE  
PARCHE ESTRUS ALERT EN VACAS CHAROLAIS MESTIZAS  
SINCRONIZADAS.**

**Tesis previo a la obtención del título de  
MAGÍSTER EN REPRODUCCIÓN ANIMAL**

**El Autor:**

**MVZ Jorge Luis León Cózar**

**Director:**

**Dr. MsC. Saúl Landívar Abril**

**Cuenca – Ecuador**

**2013**



## RESUMEN

El éxito de cualquier programa de cría extensivo, requiere por parte del personal calificado la correcta detección e identificación de los diferentes signos primarios y secundarios de celo en las vacas. El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de dos métodos de detección de celo, observación visual (OV) y parche estrus alert (PEA) en vacas Charolais mestizas de entre 51 y 60 meses de edad, condición corporal de 7,50 a 7,75 y 66 a 68 días abiertos. Las vacas (n=60) fueron sincronizadas con dos inyecciones de 25 mg de PGF2 $\alpha$ , a intervalos de 14 días y fueron asignados a dos grupos.

Grupo tratado se colocó el PEA en la parte más alta del sacro para medir el grado de decoloración del mismo. La detección visual de celo tanto en grupo testigo y tratado se realizó dos veces al día am y pm durante 30 minutos, las vacas detectadas en celos fueron inseminadas inmediatamente. El porcentaje de detección de celo fue similar ( $p=0.114$ ) en vacas con PEA 58,32% (21/36) y OV 41,7% (15/36). Los porcentajes de gestación para los dos métodos de detección no difirieron ( $p=0,184$ ) PEA 46,7% (14/30) y OV 30% (9/30). El porcentaje de detección global fue del 60% (36/60) dando un porcentaje de gestación entre los dos métodos del 38,3% (23/60). La interacción entre tratamiento con la edad, condición corporal y días abiertos no afectó el porcentaje de detección de celos ( $p>0.05$ ). Se concluye que la aplicación del método de parches estrus alert mejora la detección de celos en un 16,6% siempre que se lo utilice con el método de observación visual.

Palabras claves: celo, Estrus Alert, bovinos, detección, visual.



## ABSTRAC

The success in any extensive raising program, requires from the qualify personnel the correct detection and identification of the different primarily and secondary signs of heat on cows. The objective of the actual study was to evaluate the efficiency of two heat detection methods, the (OV) Visual observation and (PEA) Patch Estrus alert in Mixed Charolais cows in between 51 and 60 months old, with a physical condition from 7,50 to 7,75 and open days from 66 to 68. The cows (n=60) were synchronized with two shoots of 25mg of PGFT2a, in intervals of 14 days and were assigned to two groups. To the group treated were marked with PEA in the highest part of the sacrum bone to measure the declaration grade on it. The visual detection of heat on the tested group and the treated group was done twice a day in the morning am and night pm for 30 minutes, the cows detected on heat were inseminated immediately. The percentage of global detection was 60% (36/60) resulting in a gestation percentage between the two methods of 38,3% (23/60). The interaction of the treatment comparing age, corporal condition and open days did not affect the percentage of heat detection ( $p>0.05$ )

The conclusion of the study show us that the application of the method (PEA) increases de detection of heat in about 16,6% as long as the Visual Method is used.



## CONTENIDO

### RESUMEN

### ABSTRACT

I INTRODUCCION.....	15
OBJETIVOS: .....	16
General:.....	16
Específicos: .....	16
II REVISION DE LITERATURA.....	17
2.1. CICLO ESTRAL DE LA VACA. ....	17
2.1.1. Estro. ....	17
2.1.2. Metaestro.....	17
2.1.3. Diestro.....	18
2.1.4. Proestro.....	18
2.2. REGULACIÓN ENDOCRINA DEL CICLO ESTRAL. ....	19
2.3. DINÁMICA FOLICULAR OVÁRICA DURANTE EL CICLO ESTRAL. ....	21
2.4. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL CELO. ....	23
2.4.1. Características del celo. ....	23
2.5. DETECCIÓN DEL CELO. ....	24
2.5.1. Problemas en la detección de celos.....	24
2.6. ESTRATEGIAS PARA AYUDAR A LA DETECCIÓN DE CELOS.....	25
2.6.1. Actividades a realizar para optimizar la detección de celos. ....	25
2.6.2. Herramientas de ayuda para la detección de celos.....	27
III MÉTODO Y MATERIALES.....	30
3.1. MÉTODO: .....	31
3.1.1. Lugar. ....	31
3.1.2. Unidad de observación.....	32
3.1.3. Criterios de inclusión y exclusión.....	32



**Universidad de Cuenca**

3.2.1.	Selección de la muestra .....	33
3.2.2.	Determinación de celos.....	35
3.2.3.	Procesamiento de la información.....	35
3.3.	MATERIALES.....	36
3.3.1.	Materiales físicos:.....	36
3.3.2.	Materiales Químicos: .....	36
3.3.3.	Materiales Biológicos:.....	37
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
4.1.	Resultados .....	38
V	DISCUSIÓN.....	47
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
5.1.	Conclusiones.....	52
5.2.	Recomendaciones.....	52
VII	BIBLIOGRAFÍA .....	53
ANEXOS	.....	62



Universidad de Cuenca

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Parche Estrus Alert.....	57
Anexo 2. Mapa de la Provincia Morona Santiago .....	58
Anexo 3. Hoja de campo.....	59
Anexo 4. Ficha reproductiva .....	60
Anexo 5. Chequeo ecográfico de vacas en celo.....	61
Anexo 6. Ecografía vaca con síntomas de celo y sin presencia de folículo .....	62
Anexo 7. Folículo de vaca en celo .....	63
Anexo 8. Folículo de vaca en celo .....	64
Anexo 9. Folículo preovulatorio .....	65
Anexo 10. Chequeo ecográfico.....	66



## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Características de las vacas Charolais clasificadas por el método de detección de estros después de la segunda inyección con PGF2 $\alpha$ .....	38
<b>Cuadro 2.</b> Acontecimientos que se presentaron en las vacas Charolais clasificadas por método de detección de celo después de la segunda inyección con PGF2 $\alpha$ .....	39
<b>Cuadro 3.</b> Efecto de dos métodos de detección de celo en vacas Charolais sobre la tasa de celo y porcentaje de concepción de las mismas.....	40
<b>Cuadro 4.</b> Riesgo relativo de manifestación de celo de acuerdo a las variables en el modelo final de regresión logística.....	41
<b>Cuadro 5.</b> Porcentaje de manifestación de celo en vacas Charolais por edad en meses.....	42
<b>Cuadro 6.</b> Porcentaje de manifestación de celo en vacas charoláis por condición corporal.....	42
<b>Cuadro 7.</b> Porcentaje de manifestación de celo en vacas charoláis por días abiertos.....	43



Universidad de Cuenca

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cantón Morona.....	28
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de vacas que manifestaron celo y el porcentaje de concepción según el tipo de método de detección de celos.....	45
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de vacas que manifestaron celo con los dos métodos de detección de celos y el porcentaje de concepción total.....	46



Universidad de Cuenca



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Jorge Luis León Cózar, autor de la tesis "**Detección de estro por observación visual y el sistema de parche Estrus Alert en vacas Charolais mestizas sincronizadas.**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 23 de julio de 2013



Jorge Luis León Cózar  
1400679898

---

*Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999*

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



Universidad de Cuenca



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Jorge Luis León Cózar, autor de la tesis "**Detección de estro por observación visual y el sistema de parche Estrus Alert en vacas Charolais mestizas sincronizadas.**", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Reproducción Animal. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 23 de julio de 2013



Jorge Luis León Cózar  
1400679898

---

*Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999*

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



Universidad de Cuenca

Dr. Saúl Landívar Abril, MSc.

**CERTIFICA:**

Que, una vez que he acompañado en el proceso de desarrollo de la Tesis: **“DETECCION DE ESTRO POR OBSERVACION VISUAL Y EL SISTEMA DE PARCHES ESTRUS ALERT EN VACAS CHAROLAIS MESTIZAS SINCRONIZADAS”**, realizada por el Dr. Jorge Luis León Cózar, me permito autorizar su presentación.

Cuenca, julio 23 del 2013

Atentamente,

  
Dr. Saúl Landívar Abril, MSc.  
DIRECTOR DE TESIS



Universidad de Cuenca

El Tribunal de Grado:

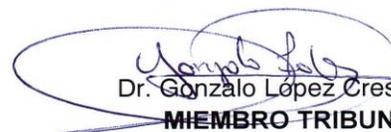
**CERTIFICA:**

Que ha procedido a revisar minuciosamente el Trabajo de Tesis: **“DETECCION DE ESTRO POR OBSERVACION VISUAL Y EL SISTEMA DE PARCHES ESTRUS ALERT EN VACAS CHAROLAIS MESTIZAS SINCRONIZADAS”**, realizada por el Dr. Jorge Luis León Cózar, quedando autorizada su presentación.

Cuenca, julio 23 del 2013

Atentamente,

  
Dr. Guillermo Serpa García, MSc.  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**

  
Dr. Gonzalo López Crespo, MSc.  
**MIEMBRO TRIBUNAL**



**Universidad de Cuenca**

## **DEDICATORIA**

A mi hermosa compañera y amada esposa Patricia, que junto a la niña de mis ojos Emilia forman el pilar más importante de mi vida.

**Jorge Luis.**



Universidad de Cuenca

## AGRADECIMIENTO

Un eterno agradecimiento a mis padres, Jorge Y Edit, por sus consejos y su confianza.

Al Dr. Saúl Landívar Abril, director de esta investigación.

Al Dr. Carlos Soria Parra, por ser más que un profesor por ser mi AMIGO Y MAESTRO.

A todas las personas que forman mi familia por su apoyo.

A la Universidad de Cuenca especialmente a los profesores de la facultad de Ciencias Agropecuarias.



## I INTRODUCCION

La falta de detección de estro por un mal diagnóstico representa grandes pérdidas económicas para la industria ganadera lechera y cárnica (Senger, 1994).

Los métodos para detectar el estro en vacas incluyen el uso de la observación visual (Xu et al, 1998; Rae et al, 1999; Cavalieri et al, 2003; Solano et al, 2005). Presión de dispositivos detectores de calor (parches) (Nebel et al, 1992; At-Taras y Spahr, 2001; Saumande, 2002), toros vasectomizados o animales tratados hormonalmente, pintura o tiza en la cola, (Morais et al, 2006), conductibilidad eléctrica del moco cervical (Cardoso, 2002), método para analizar la vocalización de las vacas (Schon et al., 2007).

La cuantificación de las características de celo, tales como la duración del estro, el número de montajes recibidos se han basado históricamente en la observación visual continua o vídeos de vacas (Esslemont y Bryant, 1976; Esslemont et al, 1980; Hurnik et al, 1975), sin embargo este método utilizado en combinación con otros el beneficio global es más eficaz. Por lo tanto la tasa de detección de celo, determina el punto más importante para mantener un adecuado número de crías de remplazo en el hato bovino.

La precisión y la eficiencia en la detección de celos, seguida de una Inseminación Artificial oportuna, es el mayor desafío a que se enfrentan muchos de los rebaños bovinos (Foote, 1975).

La detección de calores realizada por observación visual es una pérdida repentina de tiempo ya que debe llevarse a cabo hasta cinco veces al día durante un determinado periodo de tiempo ya que al no realizar este tipo de prácticas, el porcentaje de detección de celos disminuye considerablemente, repercutiendo directamente en el número de crías/año/hato.

Los dispositivos adheribles como parches son utilizados con mayor frecuencia debido a una mayor eficacia en la detección de celos en comparación con el



### **Universidad de Cuenca**

método de observación visual por sí solo. Este método es colocado en la región más alta del sacro para ayudar a identificar a las vacas receptivas a la monta, debido a su cambio de color de gris a fluorescente. Jiménez et al 2007, reportó que un dispositivo de parche Kamar mejoró el porcentaje de eficacia en la detección de calores en 84%, en comparación con la observación visual 60% en novillas mestizas de doble propósito.

Por lo tanto el objetivo de este trabajo de investigación fue determinar la eficacia en la detección de celo en vacas en el cantón Morona provincia de Morona Santiago, con la utilización del dispositivo Estrus Alert frente a la observación visual en vacas mestizas Charolais y determinar la precisión de estos instrumentos para optimizar el momento adecuado de la inseminación artificial confirmado a través del desarrollo folicular diagnosticado por ecografía.

Para el presente trabajo investigativo se han planteado los siguientes

### **OBJETIVOS:**

#### **General:**

- Detectar el estro de manera visual y por el sistema de parche Estrus Alert en vacas Charolais mestizas sincronizadas.

#### **Específicos:**

- Comparar la eficacia de la detección de celo por medio de observación visual frente al uso de la técnica de la decoloración del parche Estrus Alert en vacas Charolais mestizas.



## II REVISION DE LITERATURA

### 2.1. CICLO ESTRAL DE LA VACA.

El ciclo estral representa el patrón cíclico de la actividad ovárica que facilita a las hembras pasar de un período no reproductivo (receptividad) a un periodo de no receptividad (gestación). El comienzo del ciclo estral se produce en el momento de la pubertad. En las novillas la pubertad ocurre a los 6-12 meses de edad, generalmente con un peso entre 200-250 kg. La duración normal de un ciclo estral en bovinos es de 18-24 días (Forde et al., 2011). El ciclo consta de dos fases: la fase lútea (14-18 días) y la fase folicular (4-6 días). La fase lútea es el período donde se forma el cuerpo lúteo proveniente de la ovulación del ciclo anterior, a menudo designado como metaestro y diestro, mientras que la fase folicular es el período posterior la desaparición del cuerpo lúteo (luteólisis) hasta la ovulación a menudo designada como más proestro y estro. Durante la fase folicular, ocurre la maduración final y la ovulación del folículo ovulatorio, el ovocito es liberado permitiendo la fertilización. (Hernández ,2012).

#### 2.1.1. Estro.

En esta etapa la hembra acepta la copula o la monta. El estro es provocado por el incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por el folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo la duración de esta etapa es de 8 a 18 horas. (Hernández ,2012).

#### 2.1.2. Metaestro.



### **Universidad de Cuenca**

Es la etapa posterior al estro, tiene una duración de cuatro a cinco días, durante esta etapa ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente se desarrolla el cuerpo hemorrágico (cuerpo lúteo en proceso de formación). Durante esta etapa las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores a 1 ng/ml momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a su madurez. El momento en que las concentraciones de progesterona son superiores a 1 ng/ml se toma como criterio fisiológico para determinar el final del metaestro y el inicio del diestro. Un evento hormonal que se destaca en este periodo consiste en la presentación del pico posovulatorio de FSH, lo cual desencadena la primera oleada del desarrollo folicular. Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral. (Hernández, 2012),

#### **2.1.3. Diestro.**

Es la etapa de mayor duración del ciclo estral de 14 a 18 días durante esta etapa el cuerpo lúteo mantiene su plena funcionalidad, lo que se refleja en concentraciones sanguíneas de progesterona mayores a 1 ng/ml. Además en esta etapa se puede encontrar folículos de diferentes tamaños debido a las oleadas foliculares. Después de este periodo de tiempo de exposición a progesterona, el endometrio comienza a secretar  $PGF2\alpha$  en un patrón pulsátil, el cual termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro. En términos endocrinos cuando el cuerpo lúteo pierde de su funcionalidad, es decir, cuando las concentraciones de progesterona disminuyen por debajo de 1 ng/ml, termina el diestro y comienza el proestro. Cabe mencionar que durante esta etapa. La LH se secreta con frecuencia muy baja y la FSH tienen incrementos responsables de las oleadas foliculares. (Forde et al., 2011).

#### **2.1.4. Proestro.**



## Universidad de Cuenca

Se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. El proestro en la vaca dura de dos a tres días. Un evento hormonal característico de esta etapa es el incremento de la frecuencia de los pulsos de secreción de LH que conducen a la maduración final del folículo ovulatorio y al incremento de estradiol sérico, lo que desencadena el estro.

## 2.2. REGULACIÓN ENDOCRINA DEL CICLO ESTRAL.

Los bovinos son animales poliestríticos y demuestran comportamiento de celo aproximadamente cada 21 días. El ciclo estral está regulado por las hormonas del hipotálamo (Hormona liberadora de gonadotropina, GnRH), en la hipófisis anterior libera la hormona folículo estimulante y la hormona luteinizante, en los ovarios (progesterona, P4, estradiol E2 e inhibinas) y en el útero (prostaglandina F2 $\alpha$ ). Estas hormonas funcionan a través de un sistema de retroalimentación positiva y negativa para gobernar el ciclo estral de las vacas (Roche, 1996). La GnRH se aisló en primera ocasión a partir del hipotálamo de los cerdos y es un decapeptido (Baba et al., 1971). Su control en el ciclo estral está mediada a través de sus acciones en la hipófisis anterior que regula la secreción de los gonadotrofos, para la liberación de LH y FSH (Schally et al., 1971b).

La secreción pulsátil de los niveles basales de GnRH desde el centro tónico del hipotálamo y la oleada preovulatoria de GnRH desde el centro generador de pulsos del hipotálamo evita la desensibilización de los receptores de GnRH en las células gonadotroficas en la hipófisis anterior.

Después del transporte de GnRH desde el hipotálamo a la glándula hipófisis a través del sistema sanguíneo portal hipófisario (Moenter et al., 1992), La GnRH se une a su receptor que funciona acoplado a proteína G en la superficie celular de las células gonadotrofas (Kakar et al., 1993), luego ocurre una liberación de calcio intracelular por esta unión se activa los intermediarios mitogénicos, activados a través de proteínas quinasas (MAPK) vía de señalización que culmina en la



### **Universidad de Cuenca**

liberación de FSH y LH de los compartimentos de almacenamiento en el citoplasma (Weck et al., 1998).

FSH sólo se almacena en gránulo de secreción en el citoplasma durante periodos cortos de tiempo, mientras que la LH se almacena durante más tiempo en el ciclo estral (Farnworth, 1995). Durante la fase folicular del ciclo estral hay un ambiente hormonal de progesterona basal debido a la regresión del cuerpo lúteo. El aumento de las concentraciones de E<sub>2</sub>, derivados del rápido desarrollo del folículo dominante preovulatorio, la disminución de las concentraciones de progesterona, induce un aumento de la GnRH y permite la visualización de la conducta celo durante el cual las novillas o vacas son sexualmente receptivas son simultáneamente montadas.

Esta oleada preovulatoria de GnRH induce un desencadenamiento de LH y FSH (Sunderland et al., 1994). Sólo cuando las concentraciones séricas de progesterona son basales los pulsos de LH se producen cada 40-70 min durante 2-3 días ocurriendo la ovulación del folículo (Roche, 1996). La ovulación ocurre 10-14 h después de iniciado el celo y es seguida por la fase lútea.

El comienzo de la fase lútea se conoce también como metaestro y suele durar 3-4 días. Se caracteriza por la formación del cuerpo lúteo del folículo ovulado conocido como cuerpo hemorrágico. Después de la ovulación, las concentraciones de progesterona comienzan a aumentar debido a la formación del cuerpo lúteo, en la que las células de la granulosa y de la teca del folículo ovulado comienzan a luteinizarse y comienzan producir progesterona en para el establecimiento y mantenimiento de la gestación o la reanudación del ciclo estral. Durante la fase lútea las concentraciones del progesterona siguen siendo elevadas pero al mismo tiempo ocurre repentinamente oleadas de desarrollo folicular debido inicialmente a la liberación de FSH de la hipófisis anterior que provoca el reclutamiento folicular.



**Universidad de Cuenca**

Sin embargo, estos folículos que se desarrollan durante la fase lútea del ciclo estral no ovulan. La progesterona que está presente en la fase lútea del ciclo estral, a través de retroalimentación negativa, sólo permite la secreción de mayor amplitud pero de menor frecuencia de pulsos de LH que son inadecuados para la ovulación del folículo dominante. Por último, durante el período de proestro, las concentraciones de progesterona comienzan a disminuir en respuesta a la destrucción o regresión del cuerpo lúteo ocasionado por la secreción de PGF2 $\alpha$  de origen uterino (Hernández, 2012).

### **2.3. DINÁMICA FOLICULAR OVÁRICA DURANTE EL CICLO ESTRAL.**

El crecimiento, desarrollo y maduración del folículo son procesos fundamentales para la alta eficiencia de la reproducción en los animales de granja. Un número fijo de folículos primordiales se establece durante el desarrollo fetal, con un crecimiento de un folículo que toma un periodo de tiempo entre 3-4 meses, durante este tiempo el crecimiento folicular es dependiente e independiente de gonadotrofinas (Webb et al., 2004).

El crecimiento dependiente de gonadotrofinas en los bovinos se produce en dos a tres oleadas foliculares en cada ciclo estral (Hernández, 2012).

Cada oleada de crecimiento folicular implica el reclutamiento, selección y dominancia seguido ya sea por atresia o la ovulación del folículo dominante.

Tanto FSH y LH tienen su papel en el desarrollo del folículo. Dado que los folículos están involucrados en los mecanismos de retroalimentación positivos y negativos del eje hipotálamo-hipófisis-gónada así como también el estradiol e inhibina, todas estas regulan el ciclo estral de la vaca.



### **Universidad de Cuenca**

El comienzo de la acción dependiente de gonadotrofinas se caracteriza por la aparición de folículos entre 5-20 mayores a 5mm y es correlacionado con un aumento transitorio en las concentraciones de FSH (Sunderland et al, 1994). Esto marca el principio de la dependencia a FSH del crecimiento folicular. Los receptores de FSH (FSH-R) se localizan en la células de la granulosa de los folículos alrededor del día 3 del ciclo estral (Camp et al, 1991). La FSH permite llevar a cabo las vías de señalización que incluyen el crecimiento y proliferación celular. Este transitorio aumento en la concentraciones de FSH también conducen al aumento en la actividad de la enzima aromatasa (P450; CYP19) en las células de la granulosa de los folículos, enzimas que transforman andrógenos a estrógenos (Hillier, 1994).

A medida que el folículo dominante se desarrolla, este aumenta de diámetro y se conoce como un folículo dominante. Este aumento en el tamaño conduce a un aumento en la concentración de estradiol e inhibina en el líquido folicular (Hillier, 1994). Este aumento en las concentraciones de estas dos hormonas, pero en concreto con la de inhibina suprime la pulsatilidad de FSH desde la hipófisis anterior a través de la reducción de la retroalimentación positiva a FSH.

El folículo dominante seleccionado pasa cada vez a ser más sensible a la LH y continua creciendo en ausencia de FSH. Independiente de la etapa del ciclo estral en la que se encuentre la vaca, la dependencia de los folículos de FSH a LH depende de la aparición de receptores de LH en las células de la granulosa (Xu et al., 1995). A medida que el folículo crece los receptores para LH aumentan en las células de la granulosa y por lo tanto este folículo pasa a ser el dominante (Xu et al, 1995). Los aumentos transitorios de LH que ocurren alrededor del momento de la selección del folículo, permiten que este folículo siga produciendo estradiol y creciendo en ausencia de FSH.



### **Universidad de Cuenca**

Durante la fase lútea los pulsos de LH ocurren con mayor frecuencia de 20-30 pulsos cada 24 horas pero estos son de menor amplitud y cuando esta a la mitad de la fase lútea estos pulsos son de menor frecuencia 6-8 pulsos cada 24 horas pero son de mayor amplitud lo que ocasiona la maduración final y la ovulación del folículo dominante. Durante la fase lútea al existir una retroalimentación negativa por parte del estradiol e inhibina hacia la FSH los folículos seleccionados que no adquieren receptores para LH y por lo tanto sufren atresia, pero al disminuir las concentraciones de estas hormonas una nueva oleada de crecimiento folicular surge debido al aumento de las concentraciones de FSH. El aumento de la concentración de estradiol induce también expresión del comportamiento estral necesario para el éxito apareamiento.

## **2.4. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL CELO.**

La presencia de los signos del celo se presenta mayormente en horas de la noche entre las 18:00 y 06:00 horas se han registrado un 70% de los celos. (Guastavino, 2009), y el 30% restante entre las 06:00 y 18:00 horas. (Guastavino, 2009).

### **2.4.1. Características del celo.**

García en el 2010 divide a las características de comportamiento del celo bovino, en dos categorías, las principales y las secundarias.

#### **2.4.1.1. Principales.**

- Pasividad a la monta: Único indicador de que la hembra se encuentra en celo

#### **2.4.1.2. Secundarias.**

Estas no son específicas del celo. Las hembras las manifiestan antes, durante y después del celo.



#### **Universidad de Cuenca**

- Actividad de Monta
- Inquietud
- Disminuye la producción de leche
- Lamido y olfateo de genitales
- Vacas que se colocan en círculo. La que se encuentra en celo intenta descansar su barbilla en la espalda de la otra. Esto puede conducir o no a la actividad de monta.
- Rozamiento de cuello y cabeza
- Encuentros cabeza-cabeza
- Baja en el consumo / apetito
- Nerviosismo

#### **2.4.1.3. Signos Físicos.**

- Pelos de la grupa de la hembra despeinados
- Aumento de la temperatura corporal
- Falta de pelo en la grupa
- Descarga mucus cervical de la vulva
- Edematización de la vulva. (García, 2010)

El tiempo promedio que dura el celo es de 10 a 16 horas y la intensidad depende de factores fisiológicos, genéticos y ambientales. Hay diferencias según momento de parto, animales que se encuentran en celo al mismo momento, edad, nutrición, lluvias y tormentas, etc. (Morales, 2011).

### **2.5. DETECCIÓN DEL CELO.**

#### **2.5.1. Problemas en la detección de celos.**

Guastavino en el 2007 divide a los principales problemas de la detección de celo en fisiológicos y de manejo.



Universidad de Cuenca

### **2.5.1.1. Fisiológicos.**

- La corta duración del celo.
- Tendencia a manifestarse en el horario de 18 a 6 hs (horario de difícil observación).
- Un único indicador: la pasividad a la monta.

### **2.5.1.2. De Manejo.**

- La identificación de los animales es errónea, llevando a fallas en los registros de datos.
- Poco conocimiento por parte del responsable sobre detección.
- No se le brinda el debido tiempo a la actividad de detección. Se trata de detectar cuando se realizan otras actividades.

## **2.6. ESTRATEGIAS PARA AYUDAR A LA DETECCIÓN DE CELOS.**

Existen actividades que sirven para incrementar la detección de celos de manera visual entre las mismas tenemos la capacitando al personal en lo referente a la detección de celos, dar valor a la actividad, identificación correcta de los animales y utilizando métodos de ayuda para la detección de celo. (Morales, 2011)

### **2.6.1. Actividades a realizar para optimizar la detección de celos.**

Establecer un procedimiento estándar de operación.

Se debe establecer claramente y comunicar al personal encargado cuales son los procedimientos a seguir para la detección de celos. (López, 2011)

#### **2.6.1.1. Utilizar récords.**

Es importante mantener información actualizada del rebaño la cual se puede usar con confianza en la toma de decisiones de inseminación. La información mínima a



**Universidad de Cuenca**

la cual se debe tener acceso durante la detección de celos debe incluir los días postparto de la vaca y el celo o inseminación previa. (López, 2011)

#### **2.6.1.2. Optimizar el tiempo de observación.**

Observe las vacas en los momentos y lugares en donde hay una mayor probabilidad de expresión de celo. El problema es que la vaca moderna tiende a expresar celos más cortos y menos intensos haciendo que la detección de celos sea más complicada. (López, 2011)

#### **2.6.1.3. Ofrecer una superficie de piso adecuada.**

Una superficie de piso confortable y con buena tracción permite que las vacas se sientan cómodas para buscar compañeras en celo, montarlas, y permitir que otras vacas las monten. (López, 2011)

#### **2.6.1.4. Evite el hacinamiento.**

Las vacas necesitan suficiente espacio para interactuar y expresar celo. En instalaciones con sobrepoblación no solamente se limita el espacio físico para la actividad de monta pero también se crea un grado alto de estrés debido a la constante competencia por comida, agua, y echadero. Bajo estas condiciones la actividad de celo se ve drásticamente afectada. (López, 2011)

#### **2.6.1.5. Reducir problemas de patas.**

Vacas cojas generalmente no montan o no permiten que otras vacas las monten. El tratamiento inmediato de animales con problemas de patas así como el establecimiento de una rutina para la identificación y monitoreo de la incidencia de cojeras (evaluación de locomoción). (López, 2011)



Universidad de Cuenca

#### **2.6.1.6. Utilizar ayudas para la detección de celos.**

El uso de ayudas para la detección de vacas en celo ha sido ampliamente difundido en la industria. La mayoría de estas herramientas se basa en la identificación de algún cambio de comportamiento de la vaca en celo como por ejemplo la actividad de monta o el incremento en locomoción. Una de las herramientas que más exitosamente se usa es la aplicación de los parches en la espina dorsal de la vaca, cerca de la base de la cola. (López, 2011)

#### **2.6.1.7. Utilizar toda la información disponible.**

Utilizar toda la información que se tenga a disposición para tomar la mejor decisión de inseminación posible. (López, 2011).

### **2.6.2. Herramientas de ayuda para la detección de celos.**

Guastavino en el 2007 sugiere que para la detección eficaz del celo se podrían utilizar las siguientes herramientas:

#### **2.6.2.1. Parches / Etiquetas detectoras de monta.**

Etiquetas autoadhesivas que deben ser pegadas en la grupa del animal. Poseen en su parte superior coloración gris que se desprenderá por la monta de otro animal, mostrando el color fluorescente que se encuentra debajo. Las sucesivas montas nos brindaran información confiable a simple vista, sobre el momento por el cual se debe inseminar al animal.

#### **“PARCHE ESTRUS ALERT”**

ESTRUS ALERT ® es lo último en "parches de grupa" para ganado en ayuda para la detección de celos y se adhiere con pegamento adecuado.



### **Universidad de Cuenca**

Es altamente resistente a los arañazos; es prácticamente imposible de rayar la capa superior, pero puede ser contagiado con la presión y la fricción.

Así que el color fuerte de muestra que ha habido contacto entre vacas evitando falsos positivos

La aplicación se la realiza con aerosol adhesivo se utiliza en la grupa de la vaca, en el lado blanco del parche Estrus Alert. El pegamento se deja actuar durante 30-45 segundos, a continuación, aplicar el parche a la zona de pegado en la vaca. Sólo comprobar que no se ha acurrucado y ya está listo para ir. No aplicar con lluvia o al ganado mojado.

Aplicar los detectores a sus hembras antes de "entrar en calor" al sincronizar los ciclos de estro o después de la reproducción y trasplante de embriones para monitorear devoluciones a celo.

Los detectores tienen una superficie 'Rub-Off' de color gris oscuro y una capa debajo de la señal luminosa (en rojo, fucsia, verde o amarillo). Este color brillante comienza a mostrar a través de la capa gris después de los primeros montajes resultantes de la presión de frotamiento. Soportes adicionales como resultado una mayor exposición color. Si se aplican las etiquetas y se observaron a tiempo, no hay ninguna posibilidad de una lectura falsa.

Gracias a esta alternativa lograremos óptimos resultados de detección de calor, lo que mejora en gran medida su rentabilidad si se utiliza para la IA, trasplante de embriones o con fines de reproducción natural, sabiendo que sus vacas no pierden sus celo y esto es importante.



Universidad de Cuenca

### **2.6.2.2. Ampollas adheridas a la grupa.**

También autoadhesivas. Las mismas estallan en el momento en que la vaca es montada por otro animal y manchan con una tinta de color rojizo que indica actividad de monta.

### **2.6.2.3. Pintura / Tiza / Crayón.**

Se utilizan para pintar y marcar la cola del animal. Las sucesivas montas eliminarán el color dejando el pelo del animal limpio. Eso será el indicador de celo.

### **2.6.2.4. Detectores electrónicos.**

Es un aparato que nos indica el momento de ovulación en el ciclo reproductivo. La medición consiste en la introducción de la sonda en la vagina, la cual nos brindará los resultados.

### **2.6.2.5. Medidor de pasos.**

Una característica de comportamiento para determinar el celo en las vacas es la inquietud. Algunos estudios afirman que las hembras en celo pueden llegar a caminar hasta un 400% más que cuando no lo están. Los medidores controlan la actividad de los animales. La principal clave está relacionada en saber interpretar correctamente cuando la vaca se encuentra en celo. Los hay para aplicar por encima del corvejón, en el cuello del animal o detrás del miembro posterior.

### **2.6.2.6. Animales Alterados.**

Los animales pueden ser alterados estructuralmente o hormonalmente. Estructuralmente, podemos llamar a la alteración quirúrgica del pene del toro para que no pueda servir a las hembras (el deseo sexual sigue existiendo para así poder utilizarlo como detector de celos). De manera hormonal, se utilizan las



#### **Universidad de Cuenca**

hembras con hormonas masculinas para así aumentar su deseo y agresividad sexual (androgenizadas). El aumento de las hormonas en las hembras se traduce en las vacas que puedan llegar a estar en celo. Las mejores vacas para realizar lo antes mencionado son las que se encuentran genéticamente infértiles llamadas "Freemartins". Las mismas deben ser las vacas que ya no se ordeñan o las que se encuentran correctas, estructuralmente hablando.

Para lograr mejores resultados, se le pueden agregar a los animales los marcadores en el mentón, el cual se ubica en la parte inferior de la mandíbula, para así poder mejorar la detección de celos. (Forde et al., 2011).

#### **2.6.2.7. Cuadro con posibles celos.**

Estos cuadros son utilizados para determinar cuándo una vaca entrará en su período de celo. Se preparan sobre la base de los 21 días del ciclo estral de las hembras. De todas maneras, el levantador de celos deberá estar atento y tomar recaudos porque puede existir variación del ciclo estral de 19 a 23 días. Con los cuadros se podrá determinar los ciclos previstos de las hembras. (Forde et al., 2011).

#### **2.6.2.8. Videos.**

Se utilizan para monitorear de manera precisa los movimientos y actividades de los animales. Se ubican varias cámaras alrededor de ellos para así facilitar la detección de celos. El motivo principal de esta ayuda es poder identificar a los animales claramente. (Murray, 2007).

### **III MÉTODO Y MATERIALES**



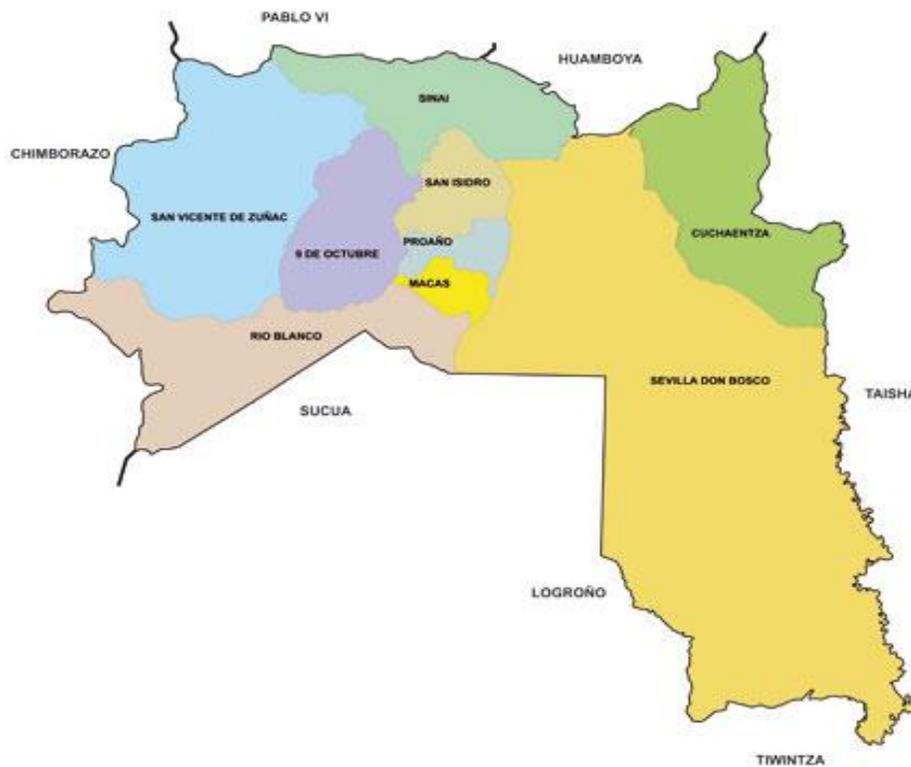
Universidad de Cuenca

### 3.1. MÉTODO:

#### 3.1.1. Lugar.

##### 3.1.1.1. Lugar de la investigación.

El presente proyecto de investigación se realizó en la Provincia de Morona Santiago, Cantón Morona en las diferentes fincas ganaderas de zonas cercanas a la ciudad de Macas.



**Figura 1. Cantón Morona**  
Fuente: Google Earth



Universidad de Cuenca

### **3.1.1.2. Características climatológicas del lugar de investigación:**

Temperatura media anual: 14 a 37 °C

Precipitación media anual: 1500 a 4000 mm

Luminosidad media anual: 70% radiación solar en temporada seca

Nubosidad media anual: 10 a 30% en temporadas secas y de 80 a 100% en temporada lluviosa (Fuente: Revista cantonal de Morona 2009)

### **3.1.2. Unidad de observación.**

Las vacas que se investigaron fueron de la raza charoláis mestizas que tuvieron las siguientes variables controladas.

- Condición corporal
- Edad
- Estado sanitario
- Estado Reproducción
- Alimentación

### **3.1.3. Criterios de inclusión y exclusión.**

#### **3.1.3.1. Criterios de Inclusión.**

- Que provengan de fincas del cantón Morona (La Marujita, Lorena, Los Leones, San Andrés, San Rafael).
- Vacas identificadas y con registro reproductivo.
- Animales vacunados para aftosa, rabia, carbunco y desparasitados
- Condición corporal: 7 hasta 8
- Raza: Charoláis mestiza.
- Edad: desde 30 a 60 meses.



#### **Universidad de Cuenca**

- Ciclos estrales regulares: Normales.
- Precocidad reproductiva: máximo 100 días abiertos mínimo 30 días post parto.
- Uno o dos servicios por concepción en gestaciones anteriores.
- Ningún problema en el parto.
- Ningún tipo de problema del puerperio (metritis, endometritis vaginitis y piometra).

#### **3.1.3.2. Criterios de Exclusión.**

- Vacas sin identificación ni registro reproductivo
- Animales sin antecedentes reproductivos
- Condición corporal: menor a 7 y superior a 8
- Edad: por debajo de 30 meses y por encima de 60 meses
- Ciclos estrales irregulares: Anormales
- Precocidad reproductiva: Más de 80 días de periodo abierto post parto.
- Uno o más servicios post parto.
- Antecedentes de parto distócico.
- Presencia de “Anillo de burdi” grado 1,2 o 3
- Antecedentes de prolapso vaginal o uterino.
- Problemas del puerperio (metritis, endometritis vaginitis y piometra).

#### **3.2. Diseño Experimental**

Se evaluará la eficacia del parche Estrus Alert en vacas Charolais mediante el análisis de las variables dependientes como la tasa de celo observado; mediante una tabla de contingencia 2x2. Todos los datos se recopilarán durante el ensayo y serán analizados a través del programa SPSS versión 20. Las pruebas estadísticas a realizadas fueron la no paramétrica Ji cuadrado.

#### **3.2.1. Selección de la muestra.**



### Universidad de Cuenca

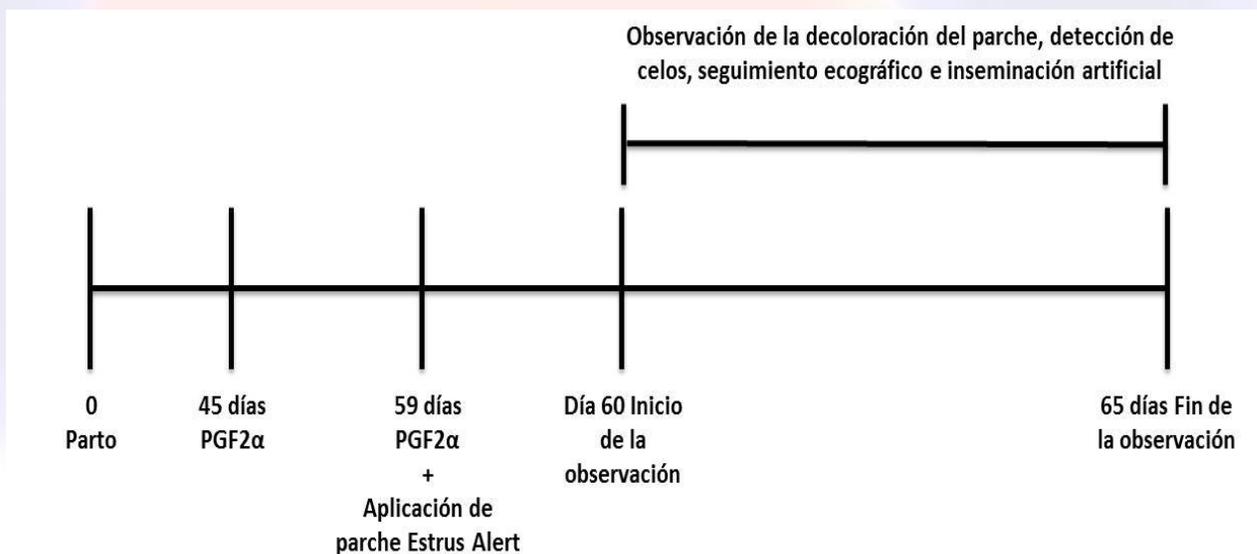
La muestra estuvo constituida por 60 vacas vacías, las mismas que fueron agrupadas aleatoriamente en dos grupos, experimental y grupo control, con un chequeo ginecológico previo; cada grupo contó con 30 animales, que cumplieron los criterios de inclusión.

Luego de la asignación de las vacas a cada grupo se las sincronizo con dos inyecciones de 25 mg de PGF2 $\alpha$  con intervalo de 14 días.

#### 3.2.1.1. Grupo Experimental.

A las 30 vacas del grupo experimental se les aplico la primera dosis de prostaglandina PGF2 $\alpha$  y 14 días después, al momento de la aplicación de la segunda dosis se colocó el parche Estrus alert en la parte más alta del sacro.

##### 3.2.1.1.1. Esquema del cronograma a utilizar para vacas con parche.



Fuente: el autor

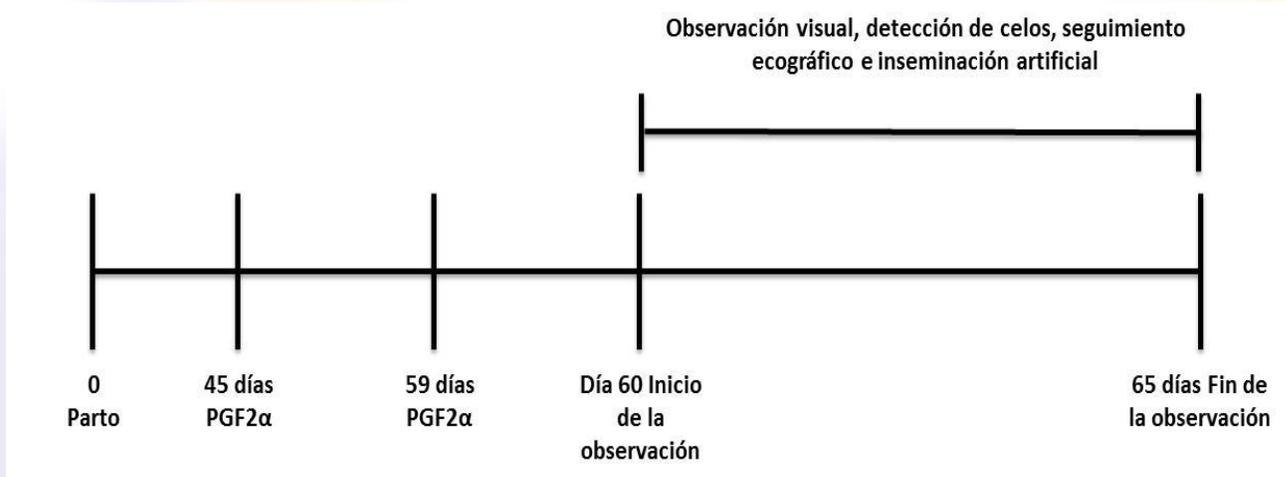
#### 3.2.1.2. Grupo control.



Universidad de Cuenca

A las 30 vacas del grupo control se les aplico la primera dosis de prostaglandina PGF2 $\alpha$  y 14 días después, al momento de la aplicación de la segunda dosis no se le coloco el parche.

### 3.2.1.2.1. Esquema del cronograma a utilizar para vacas sin parche.



Fuente: El autor.

### 3.2.2. Determinación de celos.

Las vacas fueron observadas luego de transcurridas 24 horas de la última dosis de PGF2 $\alpha$ , durante cinco días, dos veces al día durante 30 minutos por el personal calificado en la detección de celos.

### 3.2.3. Procesamiento de la información.

Una vez realizado el trabajo de campo, se ingresó los datos a un registro reproductivo, y a una hoja de campo los eventos que se observaron:

- Presencia de signos externos de celo



### **Universidad de Cuenca**

- Presencia de un folículo preovulatorio con ecografía
- Decoloración del parche Estro Alert
- Porcentaje de detección de celo
- Comparar eficacia en detección del celo de manera visual comparado con el parche Estro Alert

### **3.3. MATERIALES.**

Los materiales que se empleados para la investigación del experimento se clasificaron de acuerdo a su utilización en recursos biológicos, materiales de laboratorio y materiales fungibles.

#### **3.3.1. Materiales físicos:**

- Equipo de Ultrasonografía Aloka 505
- Sonda de 5.5 MHz.
- Parche Estrus Alert
- Equipo de trabajo de campo
- Registros de Control
- Materiales de Oficina
- Computador
- Impresora

#### **3.3.2. Materiales Químicos:**

- Prostaglandina.
- Parche Estrus Alert



Universidad de Cuenca

### 3.3.3. Materiales Biológicos:

- Vacas mestizas de la raza Charolais
- Alimento. (gramalote)
- Suplemento mineral ( suprafos-f)

#### COMPOSICION DE SUPRAFOS –F

CADA KILOGRAMO CONTIENE:

Fósforo	15,00 %
Calcio	23,40 %
Cloruro Sodio	5,00 %
Oxido de Magnesio	2,00 %
Zinc	4,000 mg
Manganeso	800 mg
Hierro	1.000 mg
Cobre	1.000 mg
Yodo	80 mg
Cobalto	20 mg
Selenio	20 mg
Vitamina A	200 000 UI
Vitamina D	3 60 000 UI
Vitamina E	100 UI
Flavomycin 80 G	1,00 %



## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

**Cuadro 1. Características de las vacas Charolais clasificadas por el método de detección de estros después de la segunda inyección con PGF2  $\alpha$ .**

	Observación visual (OV)	Parche estrus alert (PEA)
N° de vacas	30	30
Edad en meses	50,6	50
Condición corporal	7,50	7,53
Días abiertos	66,37	67,93

Las características de la vacas Charolais para cada tratamiento después de la aplicación de la PGF2 $\alpha$  se resume en el **cuadro 1**. Para la edad de las vacas se presentó una media en la OV de 50,6 y PEA 50 meses; la condición corporal fue para OV 7,50 y 7,53 para PEA unidades y días abiertos OV 66,37 y PEA 67,93 respectivamente, esto demuestra que el manejo de la muestra y de las variables a analizar fue lo más homogénea haciendo que la realización del experimento sea el más adecuado posible.



**Estadísticos descriptivos Parche estrus alert**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
DIA post aplicación de PGF 2 alfa	30	1	5	3,57	1,135
Condición corporal	30	7	8	7,53	,507
Edad	30	36	60	50,00	8,387
Días abiertos	30	45	94	67,93	15,328
N válido (según lista)	30				

**Estadísticos descriptivos Observación visual**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
DIA post aplicación de PGF 2 alfa	60	1	5	3,80	1,162
Condición corporal	60	7	8	7,50	,504
DIAS ABIERTOS	30	45	96	66,37	16,656
Edad	60	36	60	50,60	8,863
N válido (según lista)	30				

**Cuadro 2. Acontecimientos que se presentaron en las vacas Charolais clasificadas por método de detección de celo después de la segunda inyección con PGF2 $\alpha$ .**

	Observación visual (OV)	Parche estrus alert (PEA)	Error estándar de la media
Nº de vacas	30	30	
Inseminación artificial después de la segunda aplicación de PGF2 $\alpha$ (días)	3,8	3.57	0,150



Universidad de Cuenca

Los acontecimientos presentados para ambos tratamientos posteriores a la aplicación de PGF2 $\alpha$  se resumen en el cuadro 2, el intervalo de días a la IA (inseminación artificial) después de la aplicación de la hormona fue de 3,8 días para OV y 3,57 días para PEA.

**Cuadro 3. Efecto de dos métodos de detección de celo en vacas Charolais sobre la tasa de celo y porcentaje de concepción de las mismas.**

Tratamiento	Manifestación de Celos	Concepción
Observación visual	41,7% <sup>a</sup> (15/36)	30% <sup>a</sup> 9/30
Parche Estrus Alert	58,3 <sup>a</sup> (21/36)	46,7% <sup>a</sup> 14/30
<b>Total</b>	<b>60%</b>	<b>38,3%</b>
	<b>p=0.114</b>	<b>p=0.184</b>

**a, literales iguales en columnas indican que no hay diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos (p>0.05)**

En el cuadro 3 se muestra el análisis mediante Ji cuadrada del efecto de los dos métodos de detección de celos, **observación visual** (41,7%) y **parche estrus alert** (58,3%) sobre el porcentaje de celos detectados (**p=0.114**) y posteriormente sobre el porcentaje de gestación (**p=0.184**), siendo estos no significativos uno del otro método, sin embargo la efectividad en la detección de celo del método PEA fue mejor en una 16,6% frente al de OV, en la literatura la eficiencia de detección mediante la observación visual oscila entre el 38 y 56%.

De igual forma se comparó el porcentaje de gestación entre grupos no existiendo diferencias estadísticas significativas (**p=0.184**), 46,7% Parche estrus alert y 30% Observación visual, respectivamente, pese a existir una diferencia del 16,7% más para el método parche estrus alert.



**Cuadro 4. Riesgo relativo de manifestación de celo de acuerdo a las variables en el modelo final de regresión logística.**

VARIABLES	Clasificación	N	% Detección de celos	Riesgo relativo	IC 95%	P
<b>Tratamiento</b>	Observación Visual	30	<u>41,7</u>			
	Parche Estrus Alert	30	<u>58,32</u>	2,33	0.78-7.27	0.126
<b>Edad</b>	≤ 48	36	<u>94,44</u>			
	> 48	24	<u>62,5</u>	1,42	0.47-4,52	0.534
<b>Condición corporal</b>	≤ 7	30	<u>50</u>			
	> 7	30	<u>70</u>	2,55	0.81-8,62	0.107
<b>Días Abiertos</b>	≤ 60	27	<u>59,25</u>			
	> 60	33	<u>60,60</u>	1,30	0.72-2.75	0.649

El efecto del tratamiento sobre la tasa de detección de celos no fue significativo. No se encontraron interacciones significativas entre tratamientos con las otras variables medidas ( $p > 0.05$ ). En el **cuadro 4** se muestra los porcentajes de detección de celo y el riesgo relativo de las variables incluidas en el método de regresión logística binaria. Basándose en la razón de probabilidad para el suceso de un evento, el riesgo de detección de celos comparados con todas las variables edad, condición corporal y días abiertos no se encontró diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ).



**Cuadro 5. Porcentaje de manifestación de celo en vacas charolais por edad en meses.**

<b>Grupo</b>	<b>Vacas menores a 48 meses</b>	<b>Vacas mayores a 48 meses</b>
<b>Parche Estrus Alert</b>	<b>70 %<sup>a</sup></b> (14/20)	<b>70 %<sup>a</sup></b> (7/10)
<b>Observación Visual</b>	<b>43,75 %<sup>a</sup></b> (7/16)	<b>57,14 %<sup>a</sup></b> (8/14)

**a, literales iguales en columnas indican que no hay diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos ( $p>0.05$ )**

En el cuadro 5 se muestra la interacción entre el tratamiento, parche estrus alert y observación visual con la variable edad, en la que no se encontraron diferencias estadísticas significativas. La detección de celo por el tratamiento de parche estrus alert en vacas menores y mayores a 48 meses mostraron similares porcentajes 70%, en comparación con el grupo testigo que obtuvo resultados menores, vacas < 48 meses 43,7% y > 48 meses 57,1%.

**Cuadro 6. Porcentaje de manifestación de celo en vacas charoláis por condición corporal.**



Grupo	Vacas menores a 7 puntos	Vacas mayores a 7 puntos
<b>Parche Estrus Alert</b>	<b>64,28 %<sup>a</sup></b> (9/14)	<b>75 %<sup>a</sup></b> (12/16)
<b>Observación Visual</b>	<b>37,5 %<sup>a</sup></b> (6/16)	<b>64,28 %<sup>a</sup></b> (9/14)

**a, literales iguales en columnas indican que no hay diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos ( $p>0.05$ )**

En el cuadro 6 se muestra la interacción entre el tratamiento, parche estrus alert y la observación visual con la variable condición corporal, en la que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p>0.05$ ), no obstante el mejor porcentaje (75%) se encontró en el método de PEA para vacas con una condición corporal mayor a 7 puntos, en comparación con los demás; PEA condición menor a 7 64,2%; OV menor a 7 puntos 35,7% y OV mayor a 7 puntos 64,2%.

**Cuadro 7. Porcentaje de manifestación de celo en vacas charoláis por días abiertos**

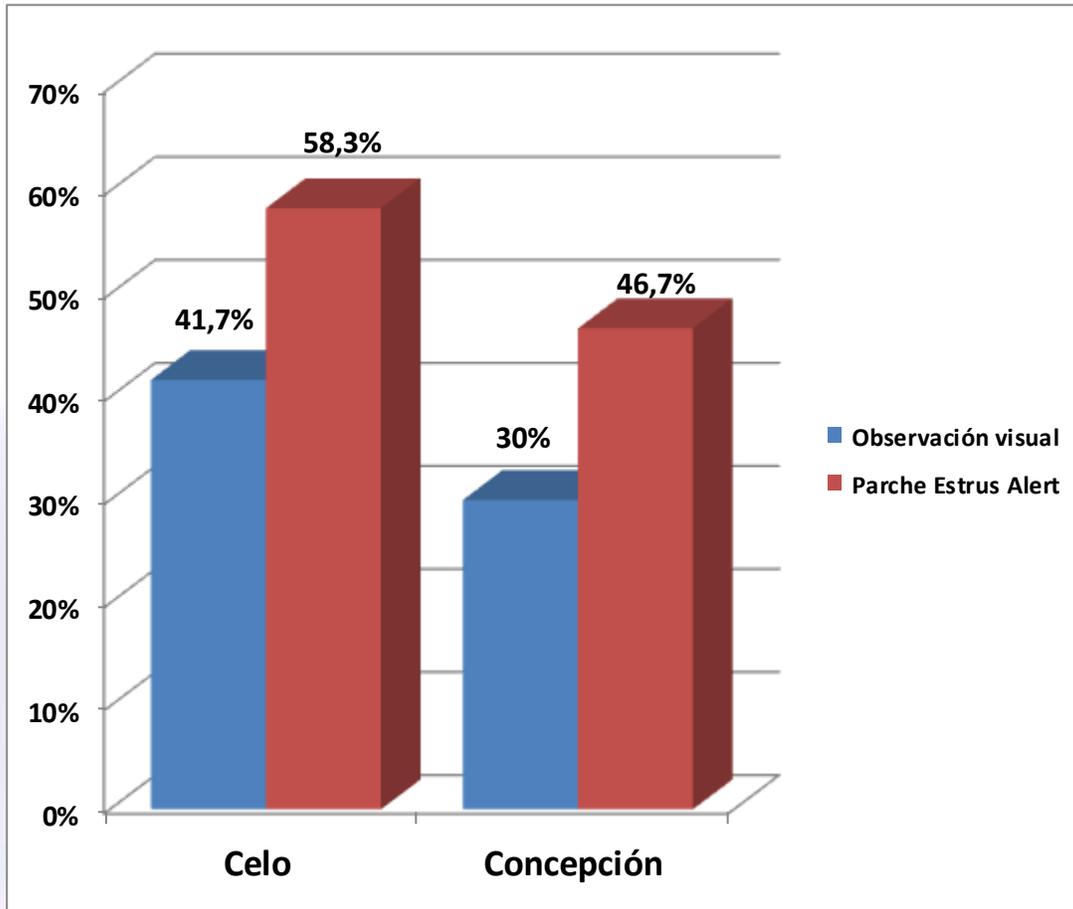
Grupo	Vacas menores a 60 días	Vacas mayores a 60 días
<b>Parche Estrus Alert</b>	<b>50 %<sup>a</sup></b> (6/12)	<b>83.33 %<sup>a</sup></b> (15/18)
<b>Observación Visual</b>	<b>66,7 %<sup>a</sup></b> (10/15)	<b>33.33 %<sup>a</sup></b> (5/15)

**a, literales iguales en columnas indican que no hay diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos ( $p>0.05$ )**



### **Universidad de Cuenca**

Los días abiertos es un índice que refleja la eficiencia reproductiva especialmente en la detección de celos y la posterior fertilidad de las hembras del hato al analizar la interacción entre el tratamiento, parche estrus alert y la observación visual con la variable días abiertos, (cuadro 7) no se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), sin embargo el mayor porcentaje lo obtuvo el método PEA en la variable mayor a 60 días abiertos (83,3%), en comparación con el resto. PEA < a 60 días 50%: OV < 60 días 66,7% y OV > 60 días 33,3%. Idealmente una vaca debe parir un ternero al año. Para lograr dicho objetivo, por lo menos el 90 % de las vacas deben estar ciclando a los 60 días posparto y concebir en el transcurso de los 85 días (días abiertos). Cabe recalcar que cualquier problema que exista con la eficiencia en la detección de celo, tasa de concepción e intervalo de parto primer servicio va afectar los días abiertos.

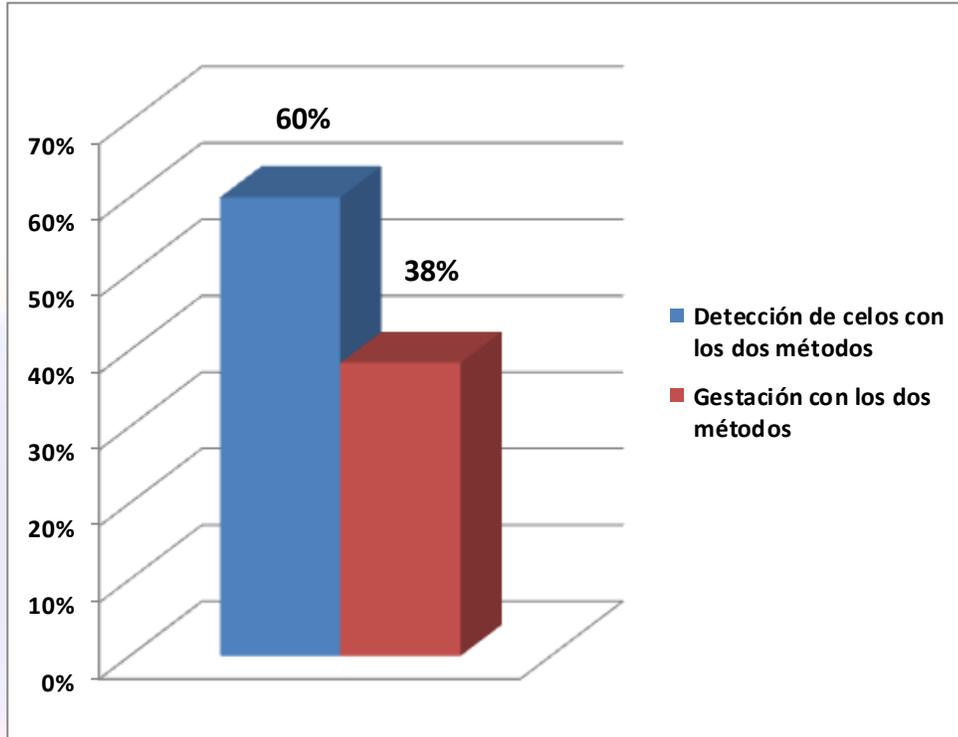


**Figura 2. Porcentaje de vacas que manifestaron celo y el porcentaje de concepción según el tipo de método de detección de celos.**

En relación a la tasa de gestación, la figura 2 muestra el porcentaje de animales diagnosticados preñados sobre el total de animales que manifestaron signos de celo y fueron cubiertos. De acuerdo a los resultados expuestos, no se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos, no obstante el método de parche estrus alert obtuvo el valor más alto 58,3% en la detección de celos frente al 41,7% de la observación visual. Al utilizar el método de parches estrus alert el 46,7% de los animales cubiertos fueron diagnosticados como positivos al diagnóstico de gestación frente al 30% que reportó el método de observación visual.



Universidad de Cuenca



**Figura 3. Porcentaje de vacas que manifestaron celo con los dos métodos de detección de celos y el porcentaje de concepción total.**

Al comparar la tasa de detección de celos globales por combinación de los dos métodos se llegó a una eficiencia del 60% que dio como resultado alcanzar una tasa de gestación global del 38%, cabe recalcar este valor alcanzado no es el más eficiente pero se debe tomar en cuenta que las condiciones donde se realizó el estudio no eran las más adecuadas ya que limitantes como un sistema extensivo pueden repercutir en los resultados. .



## V DISCUSIÓN

La detección de estro en rebaños de ganado bovino en crianza puede ser una de las tareas que consumen mucho tiempo dentro de todo el manejo del hato (Perry, 2005), sin embargo el éxito de cualquier programa de cría requiere detectar a animales que están listos para ser inseminados en el momento adecuado antes de que ocurra la ovulación. Así la falla en la detección de estros o la incorrecta detección del mismo puede resultar en pérdidas económicas muy significativas (Heersche y Nebel 1994). Sin embargo el monitoreo continuo de más de 500 animales que exhibieron estro natural en 3 estudios separados indicaron que más del 55% de las vacas exhiben celo desde las 6 pm a 6 am (Hurnik and King, 1975; Xu et al., 1998.).

Los resultados del presente estudio muestran que el uso de la observación visual [41,7% (15/36)] y parche estrus alert [58,32% (21/36)] para la eficiencia en la detección celos en vacas charolais en un sistema de crianza extensiva no muestran diferencias estadísticas significativas (**p=0.114**), a pesar de haber existido una diferencia favorable en la tasa de detección de celo del 16,6% para el método de decoloración del parche estrus alert; esto se puede deber a que el tamaño de la muestra fue demasiado pequeña. Valores similares a estos resultados fueron reportados por Perry, 2005 quien comparó tres métodos en la eficiencia de detección de celos para vaquillas angus y cruza angus, alcanzando para la observación visual (91%), toros con desviación de pene (92%) y parche estrusalert (89%) no encontrando diferencia (**p>0.65**) esto corroborado con P4 sérica. Así mismo Xu et al 1998 reportó que el porcentaje en la eficiencia en detección de calores en vacas lecheras en pastoreo mediante observación visual



### **Universidad de Cuenca**

con crayones marcadores fue de 98,4% frente al método de detección de celos electrónico Heat Watch 91,7 %.

Los Bajos porcentajes de detección de estro fueron encontrados en nuestro estudio en comparación con informes anteriores que compararon Heat Watch (Walker et al, 1995; Stevenson et al, 1996) y los sistemas de podómetro (Pennington, 1986) con el observación visual. La causa más probable de estos valores bajos se relaciona con condiciones de estrés calórico y a que las hembras de raza cárnica como la charoláis tienen una alta tasa de celos de duración menor a 12 horas y hasta un 30% de estas tienen celos que comienza y terminan durante la noche, pasando totalmente desapercibidos por el personal.

La eficiencia de cada uno de los métodos de detección de estro en este estudio no fue mayor al 60%, frente al encontrado por Perry, 2005 quien reportó que el porcentaje de detección de celo bajo un sistema de crianza intensivo para los tres métodos fue superior al 89%, este resultado quizás se deba a que en nuestro estudio fue realizado bajo un sistema de crianza intensiva al sogeo y las condiciones de manejo no son las mismas.

No obstante, los resultados obtenidos en este estudio, resultan ser superiores a los citados por Peralta et al., 2005 quienes reportan eficiencias de detección de celos de 49,3% para el método de observación visual y 37,2% para el ALPRO (sensor que registra actividad motora) y 48% para el Heat Watcha en un rebaño comercial lechero de 1075 vacas durante el verano, resultados que demuestran la superioridad de la observación visual frente a otras técnicas desarrolladas para la detección de celos. Sin embargo la tasa de concepción para las vacas inseminadas cuando se detecta por observación visual fue mucho más bajo ( $P < 0,05$ ) en comparación con todos los sistemas. En consecuencia, tanto las vacas



### **Universidad de Cuenca**

detectadas por observación visual no están siendo identificadas correctamente en celo o el momento de la IA estuvo fuera del rango en relación con la ovulación.

Sin embargo los resultados obtenidos por Xu et al., 1998 con respecto a la tasa de concepción fue similar para la observación visual 65% y Heat Watch 65,8%.

Todos los valores obtenidos en este estudio se asemejan a los resultados publicados por los investigadores citados en este estudio, atribuyéndose que las diferencias entre métodos quizás se deba a la variabilidad del medio donde se ejecutó la investigación ya que se conoce que el estrés calórico disminuye la conducta estral en la vaca, el tipo de animales que se utilizó y las diferencias entre manejo y alimentación bajo un sistema intensivo de pastoreo al sogueo.

Otras causas que podrían explicar la baja detección de celo en este estudio es la no identificación de los signos secundarios (frotamiento y lameduras) por cuanto Pennington et al., 1985 describe que estos signos fueron más frecuentes en comparación con la actividad de monta durante la época de altas temperaturas.

La causa más probable de la disminución en la tasa de detección de celo en los dos métodos aplicados se puede deber a una reducción en la expresión del comportamiento estral debido al letargo físico causado por el estrés calórico. La reducción de la actividad física es en sí misma probablemente a una respuesta adaptiva al medio que ayuda al organismo a limitar la producción de calor (Hansen y Arechiga, 1999). Por otra parte, algunos investigadores han informado que el estrés por calor aumenta la secreción de cortisol (Elvinger et al, 1992), cuya acción es bloquear el comportamiento sexual inducido por el estradiol (Hein y Allrich, 1992). Otros estudios demostraron una reducción en la concentración sanguínea de 17- $\beta$  estradiol, a consecuencia de la alta temperatura y humedad del ambiente (Wilson et al, 1988).



### Universidad de Cuenca

El porcentaje de gestación mide la rapidez con que una vaca se preña y depende esta mucho de la tasa de detección de celos.

El número de vacas gestantes que resultaron de la inseminación artificial realizada dentro del periodo de celo por los dos sistemas fue de [30% (9/30)] % y [46,7% (14/30)], para la observación visual y decoloración del parche estrus alert respectivamente (**Figura 2**), siendo resultados no significativos (**p=0.184**) pese al existir un 16,7% de tasa de gestación para el tratamiento de parche estrus alert. La utilización del método de observación visual deja al 70% de las vacas sin preñar, en cambio, al detectar los celos por el método parche estrus alert esta cifra disminuye al 53,3%.

Es importante señalar que es necesario alcanzar tasas de detección de celos de un 70% para mejorar los índices de eficiencia reproductiva (Sepúlveda y Rodero, 2002), y cabe resaltar que la duración de la viabilidad funcional de los gametos (espermatozoides y óvulos), el tiempo de transporte de estos a través del tracto genital femenino hasta el lugar de la fertilización son algunos de los eventos biológicos más importantes que afectan el tiempo para la realización de la inseminación artificial (Nebel et al., 2000). La combinación de los dos métodos de detección de celos (observación visual y parche estrus alert) dio un total de 23 vacas gestantes que representa el 38%, este porcentaje se obtuvo en el tiempo que duro el estudio (**Figura 3**), esta tasa de concepción de los dos sistemas es mayor a los obtenido por Peralta et al 2004 quien reporta una tasa de gestación global entre los sistemas de observación visual, ALPRO y heatwatch del 36%, sin embargo estos resultados no superan a los obtenido por los siguientes autores Dransfield et al, 1998 quien reporto una tasa de gestación para el sistema heatwatch del 45,3%.

Las baja tasa de gestación para los dos métodos se puede deber a que este estudio se realizó en una zona que posee temperatura ambiental alta, y por lo que se sabe el estrés por calor disminuye los porcentajes de fertilidad, esto se debe a que el estrés calórico causa la supresión de la dominancia folicular y la capacidad



### Universidad de Cuenca

esteroidogénica de la células de la teca y de la granulosa, otros efectos implican una reducción en la concentraciones plasmáticas de LH e inhibina que causa el deterioro de los ovocitos y la calidad de los mismos repercutiendo en el desarrollo del embrión que resulta en un aumento de la mortalidad embrionaria (Wolfenson et al., 2000).

El porcentaje de detección de celos no fue afectado ( $p > 0.05$ ) cuando se los comparó con las variables edad, condición corporal y días abiertos **cuadro 4**, esto se puede deber a que estas variables fueron controladas al inicio del experimento y el tamaño de la muestra fue demasiado pequeña.

Las combinaciones de diferentes métodos de detección de celos mejora la tasa de gestación que cuando se utiliza uno solo, por cuanto mejoraría la detección de varios signos de celo, cuando la vaca esta sexualmente activa.



## VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- La eficiencia en el sistema de detección de celo parche estrus alert es más alta si se lo combina con la observación visual, lo que demuestra que un método por sí solo no puede ser tomado como única herramienta para esta tarea.
- Un gran número de vacas no fueron detectadas en celo mediante el método observación visual, debido a la falta de precaución de la persona responsable de hacerlo; por cuanto la mayor parte de los celos en vacas se presentan en las últimas horas de la tarde y primeras horas de la mañana.
- Los factores ambientales asociados con el estrés por calor fueron la causa de que las vacas no pudieron manifestar signos de celo con la suficiente intensidad para ser detectados.
- Los dos métodos registran variaciones considerables en su porcentaje de detección de celos; sin embargo ambos resultaron tener un 60 % de eficiencia total en la detección de celos.
- La decoloración del parche estrus alert es más eficiente en la detección de celos y mejora el porcentaje de gestación en comparación con el método observación visual.



**Universidad de Cuenca**

## **5.2. Recomendaciones.**

- Utilizar el sistema para detección de celos parche estrus alert en combinación con la observación visual para mejorar la tasa de detección de celos en un sistema de crianza extensiva bajo condiciones de calor y humedad.
- Emplear más tiempo para que los trabajadores puedan verificar la decoloración del parche y otros signos del celo en momentos más adecuados, en un sistema de crianza extensiva al sogueo para realizar la IA. de manera oportuna.
- Designar a una persona capacitada y responsable en la detección de celos para que sea el encargado de esta actividad.
- Tomar en cuenta para la realización de otros trabajos de investigación, las condiciones ambientales, número de animales disponibles y de técnicas de laboratorio que ayuden a mejorar la eficiencia de detección de celo, así como también los costos económicos y los beneficios de la aplicación de cualquier nuevo método a emplearse.



## VII BIBLIOGRAFÍA

1. **ASPRÓN, MA. 2004.** Curso de actualización manejo reproductivo del ganado bovino. [www.ivis.org](http://www.ivis.org)>. Consulta 10/04/2013.
2. **AT-TARAS EE AND SPAHR SL. 2001.** Detection and Characterization of Estrus in Dairy Cattle with an Electronic Heatmount Detector and an Electronic Activity Tag. *J. Dairy Sci.* 84:792-798.
3. **BABA, Y.; MATSUO, H.; SCHALLY AV. 1971.** Structure of the porcine LH- and FSH-releasing hormone. II. Confirmation of the proposed structure by conventional sequential analyses. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 44, 459-463.
4. **BOBOWIEC, R.;STUDZINSKI,T. Y BABIARZ A. 1990.** Thermoregulatory effects and electrical conductivity in vagina of cow during oestrus cycle. *Arch. Exp.Veterinarmed*, 4 (44):573-579.
5. **CARDOSO, DL. 2002.**Métodos de Detecção de Cio em Bovinos. 63p. Undergraduate diss. Veterinary Medicine Department, Federal University of Lavras, Lavras.
6. **CAVALIERI, J.; FLINKER, LR.; ANDERSON, GA. Y MACMILLAN, KL. 2003.** Characteristics of oestrus measured using visual observation and radiotelemetry. *Animal Reproduction Science* 76:1-12.
7. **CAMP, TA.; RAHAL, JO.; MAYO, KE. 1991.** Cellular localization and hormonal regulation of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone receptor messenger RNAs in the rat ovary. *Mol. Endocrinol.* 5, 1405-1417.
8. **CANABAL,Carlos.***Utilizacion de toros penetradores como ayuda en la inseminacion artificial.* [En línea] 12 de Diciembre de 2011. [Citado el: 23 de Julio de 2012.] <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/utilizacion-toros-penetradores-como-t3884/103-p0.htm>.



Universidad de Cuenca

9. **CAVESTANY, D. YFOOTE, RH. 1985.** The use of milk progesterone and electronic vaginal probes as aids in large dairy herd reproductive management. *Cornell Vet.*, 75(3):441-453.
10. **DRANSFIELD, M.B.G., NEBEL, R.L., PEARSON, R.E., WARNICK, L.D., 1998.** Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J. Dairy Sci.* 81, 1874–1882.
11. **DISKIN, MG.; SREENAN, JM.; 2000.** Expression and detection of estrus in cattle. *Reprod. Nutr. Dev.* 40: 481-491
12. **EZEQUIEL, GUASTAVINO. Detección de celos en bovinos. [En línea] 20 de Marzo de 2007.** [Citado el: 26 de Octubre de 2012.] <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/genetica/articulos/deteccion-celos-bovinos-t1411/p0.htm>.
13. **ELVINGER, F.; NATZKE, RP.; HANSEN, PJ.1992.** Interactions of heat stress and bovine somatotropin affecting physiology and immunology of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 75, 449–462.
14. **EZEQUIEL, GUASTAVINO. 10 puntos para controlar la deteccion de celos. [En línea] 18 de marzo de 2009.** [Citado el: 22 de Octubre de 2012.] <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/genetica/articulos/deteccion-celos-bovinos-t1411/p0.htm>.
15. **EZEQUIEL, GUASTAVINO. Herramientas de ayuda para deteccion de celos. [En línea] 21 de Septiembre de 2007.** [Citado el: 10 de Agosto de 2012.] <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/deteccion-de-celos-en-bovinos-herramientas-t1775/103-p0.htm>.
16. **FIRK, R.; STAMER, E.; JUNGE, W. Y KRIETER, J. 2002.** Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 75:219-232.



Universidad de Cuenca

17. **FARNWORTH, PG. 1995.** Gonadotrophin secretion revisited. How many ways can FSH leave a gonadotroph. *J. Endocrinol.* 145, 387-395.
18. **FORDEA, N. et. al. 2011.** Oestrous cycles in *Bostaurus* cattle *Animal Reproduction Science* 124: 163-169
19. **FOOTE, RH. Et. al. 1979.** Pregnancy rate in dairy cows inseminated on the basis of electronic probe measurements. *J. Dairy Sci.*, Jan, 62(1):69-73.
20. **FOOTE, R. H. 1975.** Estrus detection and estrus detection aids. *J. Dairy Sci.* 58:248.
21. **GALINA, C.; ARTHUR, G. 1990.** Review of cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrus Cycles. *Animal Breed. Abst.* 58: 697-707.
22. **GARTLAND P. et. al. 1976.** Detection of estrus in dairy cows by electrical measurements of vaginal mucus and by milk progesterone. *J Dairy Sci.*, 59(5):982-985.
23. **GARCIA, LUCIANO. Reproducción, Características del ciclo estral. [En línea] 04 de Enero de 2010. [Citado el: 15 de Octubre de 2012.]** <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/reproduccion-caracteristicas-ciclo-estral-t2789/p0.htm>
24. **GIUDICE P, Y R, MURRAY. 2007.** Heat detection analysis using an activity meter in grassland system. Disponible en: [http://www.milkproduction.com/Library/Articles/Heat\\_detection\\_analysis\\_using\\_an\\_activity\\_meter.htm](http://www.milkproduction.com/Library/Articles/Heat_detection_analysis_using_an_activity_meter.htm). Leído el 15 de junio de 2013.
25. **HANSEN, PJ. Y ARECHIGA, CF. 1999.** Strategies for managing reproduction in heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 2), 36–50.
26. **HEERSCHE, G. Y NEBEL, RL. 1994.** Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J. Dairy Sci.* 77: 2754–2761.
27. **HERNÁNDEZ, C. Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros, Primera Edición, año 2012** México DF. Ciudad Universitaria.
28. **HEIN, KG. Y ALLRICH, RD. 1992.** Influence of exogenous adrenocorticotrophic hormone on estrous behavior in cattle. *J. Anim. Sci.* 70, 243.



Universidad de Cuenca

29. **HILLIER, SG. 1994.** Current concepts of the roles of follicle stimulating hormone and luteinizing hormone in folliculogenesis. Hum. Reprod. (Oxford, England) 9, 188-191.
30. **HURNIK, JF.; KING, GJ. Y ROBERTSON HA. 1975.** Estrous and related behavior in postpartum Holstein cows. Appl. Anim. Ethol. 2: 55–68.
31. **JIMÉNEZ, F.et. al. 2007.** Evaluación de cuatro métodos de detección del celo en novillas de doble propósito. Sitio Argentino de Producción Animal
32. **KERR, OM. Y MCCAUGHEY, WJ. 1984.** Tail painting technique as an aid to oestrus detection in cattle. Vet. Rec. 114: 605-607.
33. **KAKAR, SS.; RAHE, CH. Y NEILL, JD. 1993.** Molecular cloning, sequencing, and characterizing the bovine receptor for gonadotropin releasing hormone (GnRH). Domest. Anim. Endocrinol. 10, 335-342.
34. **LÓPEZ-GATIUS F, MURUGAVEL K, SANTOLARIA P, LÓPEZ-BEJAR M, YANIZ JL. 2004.** Pregnancy Rate after Timed Artificial Insemination in Early Post-partum Dairy Cows after Ovshynch or Specific Synchronization Protocols. J. Vet. Med.; 51: 33-38.
35. **LÓPEZ-GATIUS, F.et. al. 2005.** Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. Theriogenology 63:1419-1429.
36. **LOPEZ, HERNANDO. Estrategias para incrementar la detección de celos. [En línea] 22 de Febrero de 2011. [Citado el: 26 de Octubre de 2012.] <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/genetica/articulos/deteccion-de-celos-t3003/103-p0.htm>.**
37. **MAATJE, K.; LOEFFLER, SH. Y ENGEL, B. 1997.** Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of oestrus by estimating onset of oestrus with pedometer. J. Dairy Sci., 80:1098- 1105.
38. **MOENTER, SM.; BRAND, RC. Y KARSCH, FJ. 1992.** Dynamics of gonadotropin releasing hormone (GnRH) secretion during the GnRH surge:



**Universidad de Cuenca**

- insights into the mechanism of GnRH surge induction. *Endocrinology* 130; 2978-2984.
39. **MORALES, GERARDO. Inseminacion artificial en bovinos. [En línea] 27 de Julio de 2011.** [Citado el: 26 de Octubre de 2012.] <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/inseminacion-artificial-en-bovinos-t1354/103-p0.htm>.
40. **MORAIS R, et. al. 2006.** Concept study of an implantable microsystem for electrical resistance and temperature measurements in dairy cows, suitable for estrus detection. *Sensors and Actuators A*, 132: 354-361.
41. **MURRAY, RODOLFO. Evaluacion reproductiva Mensual . [En línea] 03 de Marzo de 2007.** [Citado el: 22 de Octubre de 2012.] <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/manejo/articulos/evaluacion-reproductiva-mensual-t1443/124-p0.htm>.
42. **NEBEL, RL. et. al. 2000.** Automated electronic systems for the detection of oestrus and timing of AI in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60:713-723.
43. **NEBEL, R.L., DALTON, J.C., SAACKE, R.G., 2000.** Time of Insemination in Single-ovulating and Superovulated Cattle. National Congress of Veterinary Medicine, Santiago, Chile.
44. **Pennington, JA. et. al. 1985.** Sexual activity of Holstein cows: seasonal effects. *J. Dairy Sci.* 68, 3023–3030.
45. **PENNINGTON, JA.** 1986. Concurrent use of three estrous detection aids in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 69 (Suppl. 1), 92.
46. **PERRY, GA.** 2005. Comparison of the efficiency and accuracy of three estrous detection methods to indicate ovulation in beef cattle. South Dakota State University Experiment Station. *Beef* 2005-24. 122-
47. **PERALTA, OA.; PEARSON, RE. Y NEBEL, RL.** 2005. Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd. *Animal Reproduction Science* 87: 59–72



Universidad de Cuenca

48. **ROCHE, JF.**1996. Control and regulation of folliculogénesis a symposium in perspective. Rev. Reprod. 1, 19-27.
49. **ROELOFS JB, et. al.** . 2005. Pedometer readings for estrous detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. Theriogenology, 64:1690-1703.
50. **SAUMANDE, J.**2002. Electronic detection of oestrus in postpartum dairy cows: efficiency and accuracy of the DEC® (showheat) system. LivestockProductionScience 77:265-271.
51. **SEPÚLVEDA N, Y E, RODERO. 2002.** Evaluación de la detección de celo en explotaciones lecheras. Revista Científica FCV-LUZ 12: 169-174.
52. **SENGER, PL.**1994. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. J. DairySci. 77: 2745.
53. **STEVENSON, JS.et. al.** 1996. Detection of estrus by visual observation and radiotelemetry in peripubertal, estrus-synchronized beef heifers. J. Anim. Sci. 74, 729–735.
54. **SOLANO, J.et. al.** 2005. Relationships between social behaviour and mounting activity of Zebu cattle (*Bos indicus*). Applied Animal Behaviour Science, 94:197-203.
55. **SCHON PC, et. al.** 2007. Altered vocalization rate during the estrous cycle in dairy cattle. J Dairy Sci., 90(1):202-206.
56. **SUNDERLAND, SJ.et. al.** 1994. Selection, dominance and atresia of follicles during the oestrous cycle of heifers. J. Reprod. Fertil. 101, 547-555.
57. **SCHALLY AV. et. al.** 1971. Gonadotropin-releasing hormone: one polypeptide regulates secretion of luteinizing and follicle-stimulating hormones. Science 173, 1036-1038.



Universidad de Cuenca

58. **STEVENSON JS. 2001.** A review of oestrousbehaviour and detection in dairy cows. In: Diskin, M.G. (Ed.), Fertility in the High Producing Dairy Cow. OccasionalPublication No. 26, British Society of Animal Science, pp. 43-62.
59. **VAN DER LENDE, TL. et. al. 2004.** Infrequent Milk Progesterone Measurements in Daughters Enable Bull Selection for Cow Fertility. J. Dairy Sci. 87:3953-3957.
60. **WEBB, R.; GARNSWORTHY, PC.; GONG, JG. Y ARMSTRONG DG. 2004.** Control of follicular growth: local interactions and nutritional influences. J. Anim. Sci. 82 (E-Suppl.), E63-E74.
61. **WALKE, WL.; NEBEL, RL. Y MCGILLIARD, ML. 1995.**Characterization of estrus activity as monitored by an electronic pressure sensing system for the detection of estrus. J. Dairy Sci. 78 (Suppl. 1), 307 (Abstr.).
62. **WECK, J.et. al. .**Differential gonadotropin-releasing hormone stimulation of rat luteinizing hormone subunit gene transcription by calcium influx and mitogenactivated protein kinase-signaling pathways. Mol. Endocrinol. 12, 451-457.
63. **WILSON, SJ. et. al..** 1988. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 2. Heifers. J. Dairy Sci. 81, 2139–2144.
64. **WOLFENSON, D., ROTH, Z., MEIDAN, R., 2000.** Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. Anim. Reprod. Sci. 60–61, 535–547.
65. **XU, ZZ.et. al. .** 1998. Estrusdetection using radiotelemetry or visual observation and tail-painting for dairy cows on pasture. J. Dairy Sci. 81:2890-2896.



**Universidad de Cuenca**

66. **XU, YF.; VELASCO, GARCIA, M. YMOTTRAM, TT.** 2005. Quantitative analysis of the response of an electrochemical biosensor for progesterone in milk. *Biosens. Bioelectron*, 20:2061-2070.
67. **XU, Z. et. al.** . 1995. Expression of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone receptor messenger ribonucleic acids in bovine follicles during the first follicular wave. *Biol. Reprod.* 53, 951–957.
68. **YÁNIZ, JL.et. al.** . 2006. Factors affecting walking activity at estrus during postpartum period and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology*, 66:1943-1950



Universidad de Cuenca

## ANEXOS

### Anexo 1. Parche Estrus Alert





Universidad de Cuenca

## Anexo 2. Mapa de la Provincia Morona Santiago









Universidad de Cuenca

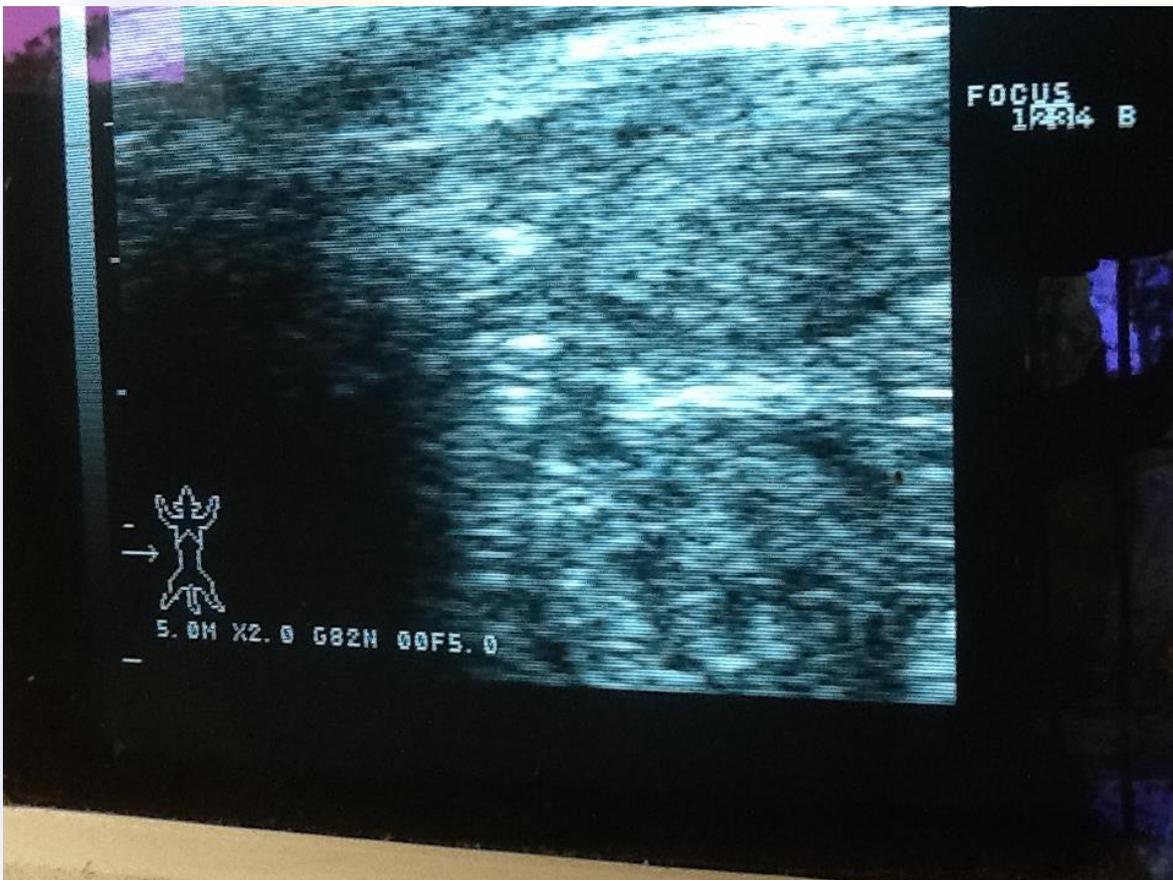
## Anexo 5. Chequeo ecográfico de vacas en celo





Universidad de Cuenca

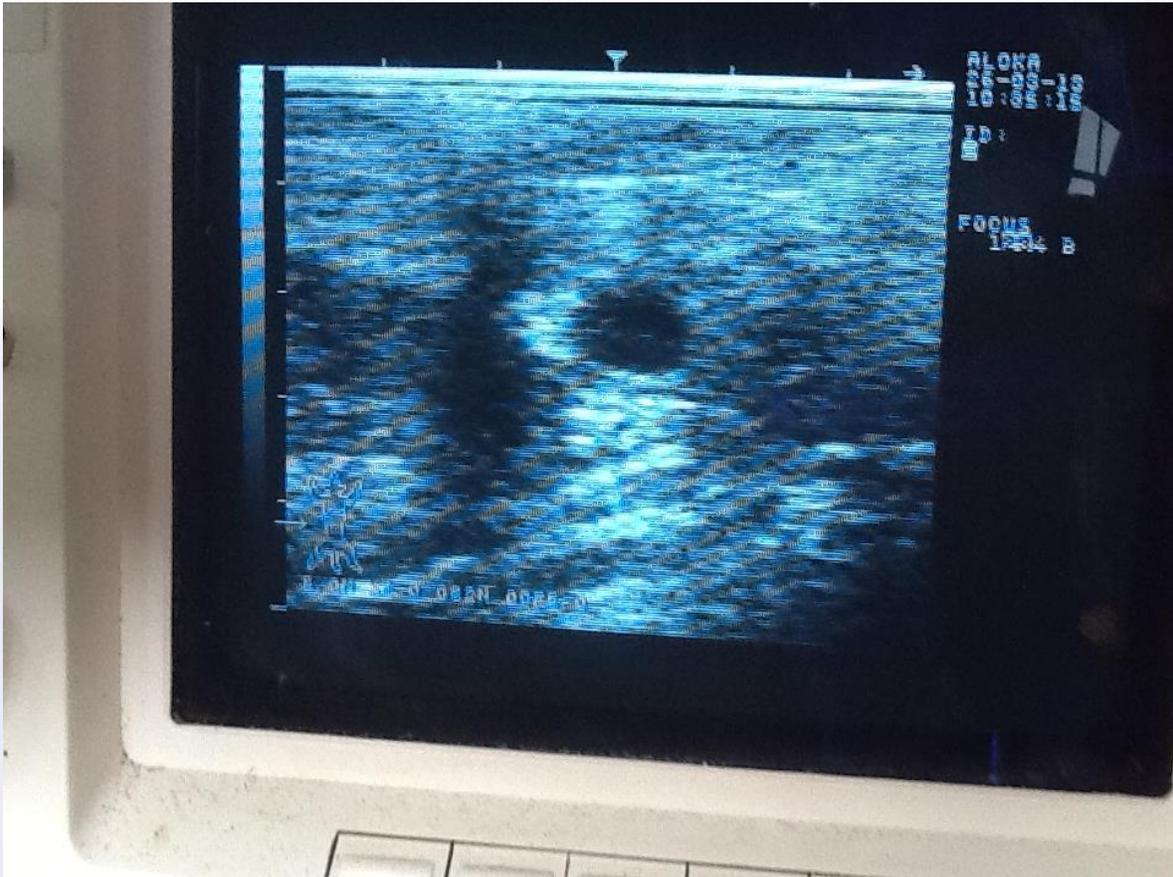
## Anexo 6. Ecografía vaca con síntomas de celo y sin presencia de folículo





Universidad de Cuenca

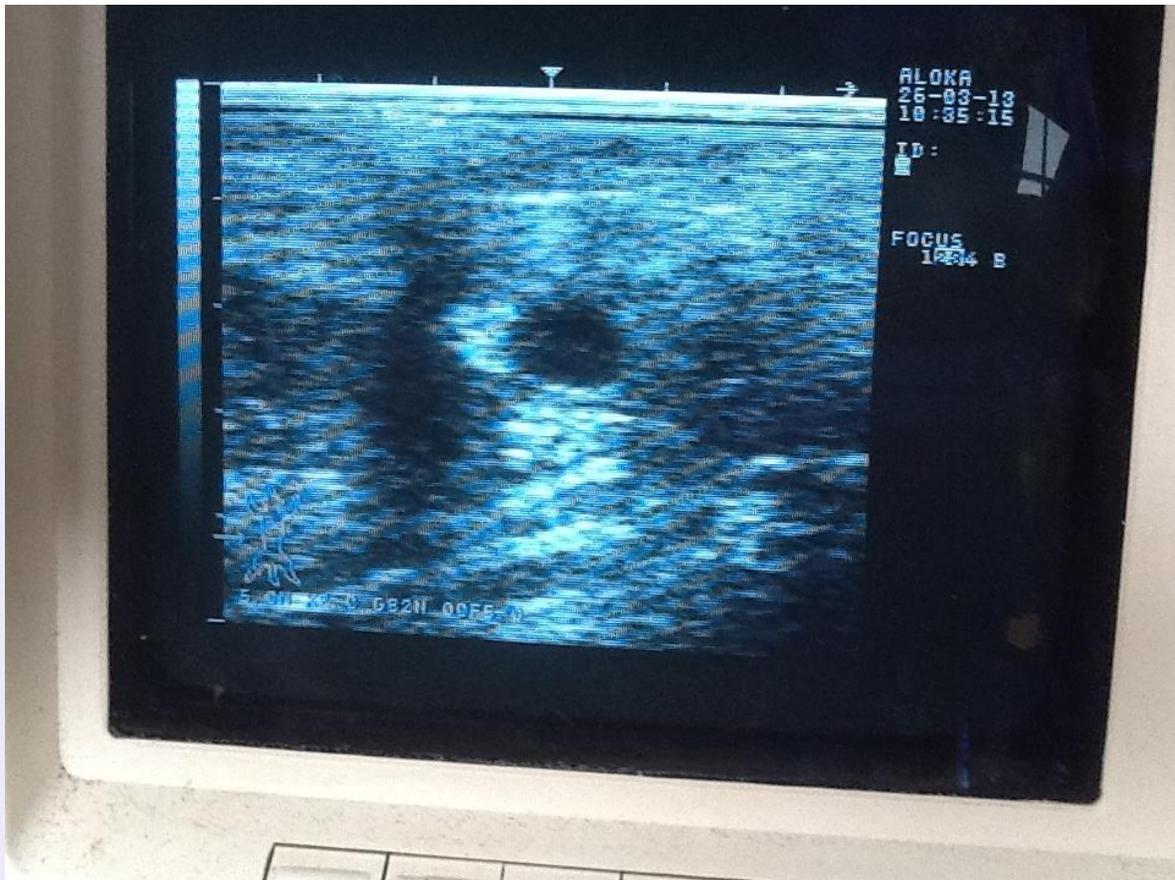
## Anexo 7. Folículo de vaca en celo





Universidad de Cuenca

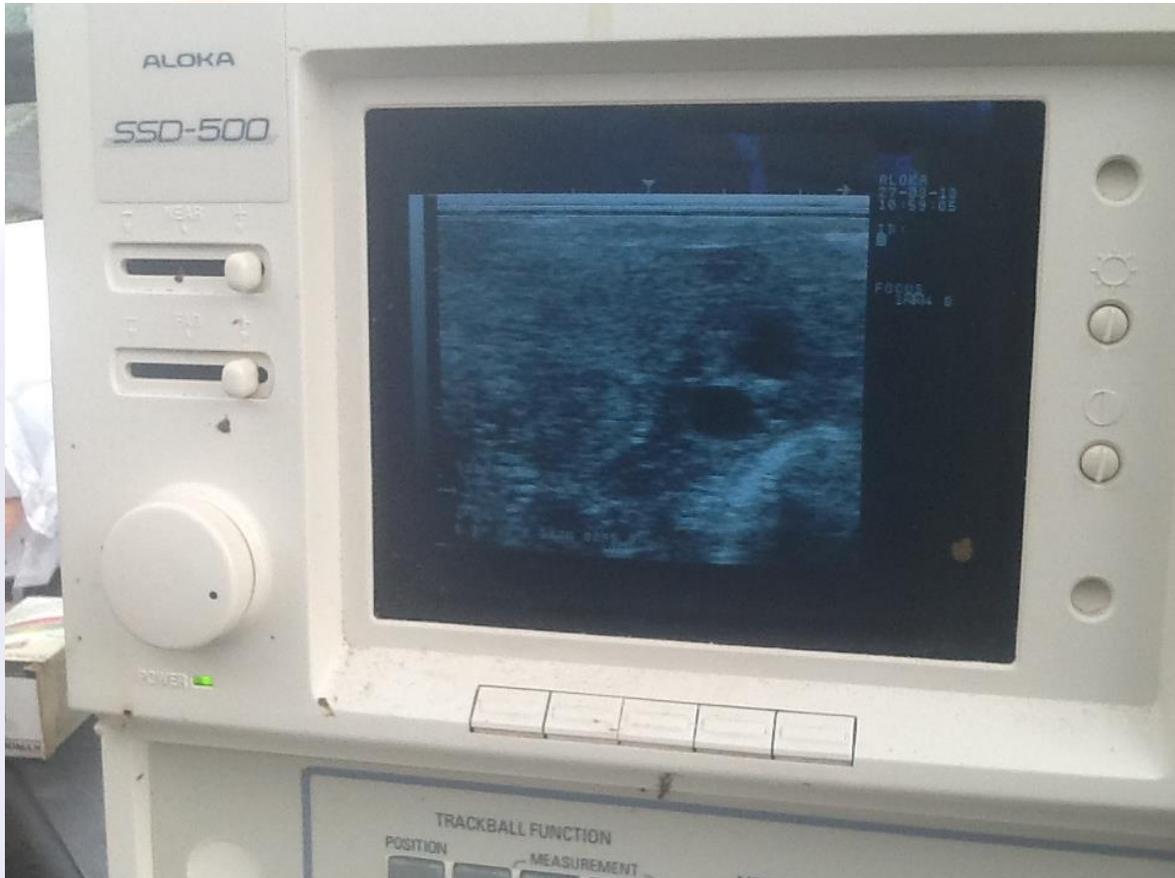
## Anexo 8. Folículo de vaca en celo





Universidad de Cuenca

## Anexo 9. Folículo preovulatorio





Universidad de Cuenca  
Anexo 10. Chequeo ecográfico

