

ORIGINAL

Uterine Involution in Holstein cows in the province of Carchi, Ecuador

Involución uterina en vacas Holstein en la provincia El Carchi, Ecuador

Luís Balarezo U¹ M.Sc, Juan García-Díaz^{2*} Ph.D, Miguel Hernández-Barreto² Ph.D,
Silvino Vargas-Hernández² Ph.D.

¹Universidad Politécnica del Carchi. Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales. Tulcán, Proyecto de mejoramiento de la competitividad láctea en la provincia del Carchi. Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, Carchi, Ecuador. ²Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Medicina veterinaria y Zootecnia, Carretera a Camajuaní Km. 5 ½. Santa Clara. CP 54830, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Correspondence: juanramon@uclv.edu.cu

Received: April 2017; Accepted: October 2017.

ABSTRACT

Objective. To evaluate the uterine involution in Holstein cow, under the conditions of production of the bovine dairy cattle in the province El Carchi, Ecuador. **Materials and Methods.** Sixty cows were selected and the time for uterine involution was determined by the recto-vaginal examination, ultrasonography and the clinical score of the regression of the uterus. The statistical parameters for each variable were determined. The effect of parity and body condition (CC) on complete uterine involution was evaluated by multifactorial ANOVA and the LSD test to compare means. **Results.** The clinical involution of the uterus, without taking into account the clinical score occurred at 29.86 ± 7.71 days but considering this notation was at 42 ± 0.39 days. The uterine involution took place earlier ($p < 0.05$) in cows with $BCS \geq 3.5$ at birth than in those with $BCS < 3.5$. In second calving cows it was at 25.17 ± 1.32 days and it was extended ($p < 0.05$) for the third and fourth calving. The occurrence of the dominant follicle and ovulation occur at 16.63 ± 3.83 and 27.76 ± 7.71 days, respectively. **Conclusions.** The clinical involution of the uterus occurred in less time when the recto-vaginal examination was considered, compared when it was evaluated taking into account the clinical score. The uterine involution process is influenced by parity and body condition at calving.

Keywords: Puerperium; body condition score; parity; clinical score; ovarian reactivation, ovulation (Sources: DeCS, CAB).

RESUMEN

Objetivo. Evaluar la involución uterina en vacas Holstein, en las condiciones de producción de la ganadería bovina lechera en la provincia El Carchi, Ecuador. **Materiales y métodos.** Se seleccionaron 60 vacas y se determinó el tiempo para la involución uterina mediante la exploración recto-vaginal, ultrasonografía y la puntuación clínica de la regresión del útero. Se determinaron los estadígrafos descriptivos de cada variable. Se evaluó el efecto de la paridad y la condición corporal (CC) sobre la completa involución uterina mediante un ANOVA multifactorial y la prueba LSD para comparar las medias. **Resultados.** La involución del útero, sin tomar en cuenta la puntuación clínica ocurrió a los 29.86 ± 7.71 días pero considerando esta notación fue a los 42 ± 0.39 días. La involución uterina ocurrió

más temprano ($p < 0.05$) en las vacas con CC al parto $\geq$ que 3.5 que en las que la tenían $<$ de 3.5. En las vacas de segundo parto fue a los 25.17 ± 1.32 días y se prolongó ($p < 0.05$) en el tercero y cuarto parto. La aparición del folículo dominante y la ovulación ocurrieron a los 16.63 ± 3.83 y 27.76 ± 7.71 días, respectivamente. **Conclusiones.** La involución clínica del útero considerando el examen recto-vaginal ocurrió en menor tiempo que cuando se evaluó considerando la puntuación clínica. El proceso de involución uterina está influenciado por la paridad y la CC al parto.

Palabras clave: Puerperio; condición corporal; paridad; puntuación clínica; reactivación ovárica; ovulación (*Fuentes: DeCS, CAB*).

INTRODUCTION

Puerperium is a physiological process with modifications that occur in the reproductive system after birth. It is characterized by the restoration of the shape, size and position of the cervix and uterus, carbuncular involution and endometrial repair, myometrial contractions and removal of lochia, resumption of ovarian cyclicity, elimination of bacterial contamination and restoration of the normal bacterial microbiota of the reproductive tract, which allows the reproductive system to prepare for a new gestation and reduce postpartum anestrus (1).

Uterine involution is diagnosed through rectal vaginal examination, assessing the characteristics of cervical-vaginal secretions, the position of the reproductive organs in relation to the pelvis, the length and diameter of the cervix and uterine horns, the restoration of tone and consistency, shape and presence of functional structures in the ovaries (2).

Another technology to evaluate the reproductive system during the period of uterine involution and the resumption of postpartum ovarian activity is ultrasonography (3,4).

The clinical gynecological examination of the female allows us to understand postpartum uterine involution, a process that has a decisive influence on the presentation of uterine pathologies and the resumption of postpartum ovarian activity, and therefore, this is important to achieve adequate reproductive efficiency (5,6).

The objective of this work was to evaluate uterine involution in Holstein cows in the production conditions of bovine cattle in the province of El Carchi, Ecuador.

MATERIALS AND METHODS

Location and climatic conditions of the experimental area. The experiment was carried out between December 2015 and April 2016 in

INTRODUCCIÓN

El puerperio es un proceso fisiológico con modificaciones que ocurren en el aparato reproductor después del parto. Se caracteriza por el restablecimiento de la forma, tamaño y posición del cérvix y el útero, la involución caruncular y reparación endometrial, contracciones miométriales y eliminación de loquios, reinicio de la ciclicidad ovárica, eliminación de la contaminación bacteriana y restablecimiento de la microbiota bacteriana normal del tracto reproductor; lo que permite que el sistema reproductor se prepare para una nueva gestación y se reduzca el anestro posparto (1).

La involución uterina se diagnostica por el examen recto vaginal, evaluando las características de las secreciones cérvico-vaginales, la posición de los órganos del aparato reproductor respecto a la pelvis, el largo y el diámetro del cuello y de los cuernos uterinos, el restablecimiento del tono y la consistencia, la forma y la presencia de estructuras funcionales en los ovarios (2).

Otra tecnología para evaluar el sistema reproductor durante el período de la involución uterina y el reinicio de la actividad ovárica posparto es la ultrasonografía (3,4).

La exploración clínica ginecológica de la hembra permite conocer la involución uterina posparto, proceso que influye decisivamente sobre la presentación de patologías uterinas y el reinicio de la actividad ovárica posparto, por lo que su conocimiento es importante para alcanzar una eficiencia reproductiva adecuada (5,6).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la involución uterina en vacas Holstein en las condiciones de producción de la ganadería bovina en la provincia El Carchi, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y condiciones climáticas del área experimental. El experimento se desarrolló entre diciembre de 2015 y abril de 2016 en

a herd of Holstein cows in the parish of Tufiño, Tulcán canton, El Carchi Province, Ecuador; representative of the livestock industry in the region; located between 1° 12' and 43" LN and 78°, 33', 12" 02 LW, at an altitude of 2 990 to 3 450 meters above sea level. Annual rainfall in the experimental area is 1 000 - 1 250 mm, 700-850 mm in the rainy period (PLL) and 300-450 mm in the low rain period (PPLL) and the average temperature fluctuates between 6-11°C, with minimums of 2°C and maximums of 15°C (7).

Management System. The herd used a rotational grazing system restricted in time, by means of an electric fence, with a global load of 2.5 UGM ha⁻¹, grazing 20 hours daily in Kingston grass (*Lolium perenne* L.), One fifty (*Lolium perenne* L.), banquet (*Lolium perenne* L.), blue grass (*Dactylus glomerata* L.), white clover (*Trifolium repens* L.) artificial pastures, and Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* L.) and Holco (*Holcus lannatus* L.) naturalized pastures.

Artificial irrigation of pastures from natural sources (rivers) and fertilization with urea at a dose of 200-300 kg of N₂/ha-1/year was used. Oral mineral supplementation of the animals was used to ensure availability between 100 to 150 g/animal-1 day-1, a Ca:P ratio of 2.25:1.

Experimental design. Uterine involution and the effect of BC and parity on uterine involution were determined; 60 Holstein cows were selected with productive levels of 15-18 L/cow-1 day-1, clinically healthy, between 2 and 4 deliveries, the last of them eutocic and body condition (BC) between three and four points, forming two groups < 3.5 and ≥ 3.5.

The BC was determined two weeks before delivery according to the methodology described by Rodenburg (8). At that time, a diagnosis of the general health status of the animals was made, followed throughout the study and all events related to birth were diagnosed and recorded using the clinical method (9).

UI was determined by rectal examination and vaginoscopy in all cows at 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 and 56 days after calving according to the procedures described by Hernández (10). The lochia, size, position and opening of the cervix, and symmetry and position of the horns (5,11,12) were considered.

UI was completed when, in two successive samples, the horns and cervix returned to their original size prior to pregnancy and did not reduce it any further, with the characteristic tone and consistency and with both horns located in the pelvic cavity (13).

un rebaño de vacas Holstein de la parroquia de Tufiño, cantón Tulcán, Provincia el Carchi, Ecuador; representativos de la ganadería de la región; ubicados entre los 1° 12' y 43" LN y los 78°, 33', 12" 02 LW, una altura de 2 990 a 3 450 msnm. Las precipitaciones anuales del área experimental son 1 000 - 1 250 mm, 700-850 mm en el período lluvioso (PLL) y 300- 450 en el período poco lluvioso (PPLL) y la temperatura promedio fluctúa entre 6-11°C, con mínimas de 2°C y máximas de 15°C (7).

Sistema de Manejo. En el rebaño se empleó un sistema de pastoreo rotacional restringido en el tiempo, mediante cerca eléctrica, con una carga global de 2.5 UGM ha⁻¹, pastoreando 20 horas diarias en pastos artificiales Kingston (*Lolium perenne* L.), One fifty (*Lolium perenne* L.), banquete (*Lolium perenne* L.), pasto azul (*Dactylus glomerata* L.), Trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y naturalizados, Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* L.) y Holco (*Holcus lannatus* L.).

Se utilizaba riego artificial de los pastos a partir de fuentes naturales (ríos) y la fertilización con urea a una dosis de 200-300 kg de N₂/ha⁻¹/año. Se empleaba la suplementación mineral de los animales por vía oral para garantizar una disponibilidad entre 100 a 150 g/animal⁻¹ día⁻¹, una relación Ca:P de 2.25:1.

Diseño experimental. Se determinó la involución uterina y el efecto que sobre la misma tienen la CC y la paridad; para lo cual se seleccionaron 60 vacas Holstein con niveles productivos de 15-18 L/vaca-1 día-1, clínicamente sanas, entre 2 y 4 partos, el último de ellos eutócico y condición corporal (CC) entre tres y cuatro puntos, conformándose dos grupos < 3.5 y ≥ 3.5.

La CC se determinó dos semanas antes del parto según la metodología descrita por Rodenburg (8). En ese momento se realizó un diagnóstico del estado general de salud de los animales, al que se le hizo seguimiento durante todo el estudio y se diagnosticaron y registraron todos los eventos relacionados con el parto, aplicando el método clínico (9).

La IU se determinó mediante la exploración rectal y vaginoscopia en todas las vacas, a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después del parto según los procedimientos descritos por Hernández (10). Se consideraron los loquios, tamaño posición y abertura del cérvix y la simetría y posición de los cuernos (5,11,12).

La IU se completó cuando en dos muestreos sucesivos los cuernos y el cérvix retomaron

Of the 60 females involved in this study, 30 were randomly selected, and underwent ultrasonographic gynecological examination twice weekly and serum progesterone (P₄) determination. These tests were performed until they received their first postpartum insemination or until they reached 60 days postpartum (14).

Work Methodology. The animals under study were evaluated for the restart of ovarian activity, determining the appearance of the dominant follicle (FD), with a diameter of 5 mm, followed by ultrasound to atresia or ovulation, or P₄ values greater than 1 ng/mL (15).

The time of first ovulation was defined as the disappearance of the preovulatory follicle from the last wave of follicular development and the subsequent appearance of a CL (16), as well as when P₄ value was greater than 1 ng/mL (17). Luteal activity was defined when two consecutive samples were obtained with an interval of 7 days with blood serum P₄ concentrations greater than 1 ng/mL (18).

The corpus luteum volume (CLV) was calculated by ultrasound, using a CTS-800 ultrasound (SIUI, China), with a 5 MHz linear transducer, which provides the CLV automatically, measured from a single frozen image when the maximum apparent area was displayed.

Determination of P₄ serum was carried out using the Electrochemiluminescence technique, using a Cobas e 411 analyser (Roche, Germany), according to the manufacturer's procedures. The methodology has high analytical sensitivity (CV <10%) and a wide detection range (0-6 ng/mL) using 10 - 50 µL of blood serum.

Uterine involution using the subjective method of clinical scoring was evaluated according to Ruiz and Sandoval's methodology (19), which considers the diameter and position of the cervix and its uterine horns; of these, their symmetry, consistency, content and wall thickness. It also considers the presence of ovarian structures.

Statistical analysis. Descriptive statistical graphs were obtained for each variable of uterine involution, the clinical score and restart of ovarian activity (mean ($\bar{x}$), standard deviation (SD), coefficient of variation (CV) and frequency distribution).

The effect of parity and BC on complete uterine involution was determined by multifactorial variance analysis (multifactorial ANOVA) and the LSD test was used to compare means. The statistical package Statgraphics Centurion (20) was used for all processing.

el tamaño original previo a la gravidez y no lo redujeron más, con el tono y consistencia característicos y que además, con ambos cuernos localizados en la cavidad pelviana (13).

De las 60 hembras involucradas en este estudio, se seleccionaron aleatoriamente 30 de ellas, a las que se les realizó la exploración ginecológica mediante ultrasonografía dos veces por semana y la determinación de progesterona (P₄) sérica. Estos exámenes se realizaron hasta el momento en que recibieron su primera inseminación posparto o hasta que alcanzaron 60 días posparto (14).

Metodologías de trabajo. A los animales en estudio se les evaluó el reinicio de la actividad ovárica, determinando la aparición del folículo dominante (FD), con diámetro ≥ 5 mm; estos fueron seguidos por ecografía hasta su atresia u ovulación, o valores de P₄ superiores a 1 ng/mL (15).

El momento de la primera ovulación se definió como la desaparición del folículo preovulatorio procedente de la última onda de desarrollo folicular y la subsiguiente aparición de un CL (16), así como cuando el valor de P₄ fue superior a 1 ng/mL (17). La actividad luteal, se definió cuando se obtuvieron dos muestras consecutivas con un intervalo de 7 días con concentraciones de P₄ en suero sanguíneo superiores a 1 ng/mL (18).

El volumen del cuerpo lúteo (VCL) se calculó mediante ecografía, utilizando un ecógrafo CTS-800 (SIUI, China), con un transductor lineal de 5 MHz, que proporciona el VCL automáticamente, midiéndose desde una sola imagen congelada cuando se visualizó el área máxima aparente.

La determinación de P₄ sérica se realizó mediante la técnica de Electroquimioluminiscencia, utilizando un analizador Cobas e 411 (Roche, Alemania), según los procedimientos del fabricante. La metodología posee alta sensibilidad analítica (CV <10%) y amplio rango de detección (0-6 ng/mL) utilizando 10 - 50 µL de suero sanguíneo.

La involución uterina mediante el método subjetivo de la puntuación clínica se evaluó según la metodología de Ruiz y Sandoval (19), que considera el diámetro y posición del cérvix y los cuernos uterinos; de estos, su simetría, consistencia, contenido y grosor de la pared. Además, toma en cuenta la presencia de estructuras ováricas.

Análisis estadístico. Se obtuvieron los estadígrafos descriptivos de cada variable de la involución uterina, la puntuación clínica de la misma y del reinicio de la actividad ovárica

RESULTS

The cervix was found to be horizontal at 24.26 ± 6.75 days, the cervical opening closed completely at 24.03 ± 9.76 ; the horns were found to be symmetrical again at 20.30 ± 6.90 days, the loci were transparent at 18.20 ± 10.56 days and the UI was completed at 29.86 ± 7.71 days (Table 1).

Table 1. Main indicators of clinical uterine involution in Holstein cows in the province of Carchi, Ecuador.

Parameters (days)	$\bar{x}$	DE	CV
Body condition at birth (U)	3.56	0.49	14.01
Cervix in horizontal position	24.26	6.75	27.83
Closed cervical opening	24.03	9.76	40.61
Symmetry of the horns	20.30	6.90	34.01
Transparent lochia	18.20	10.56	58.04
Complete Uterine Involution	29.86	7.71	25.84

Normal cervical position and complete closure of the cervical orthosis occurred before 30 days in 83.33% of cows. In contrast, at that time the horns were symmetrical in 96.67% of the cows, the lochia were transparent in 90% of them and uterine involution was completed in 66.67% of the females. 80% of the cows had secretion from the transparent lochia before 25 days (Table 2).

Figure 1 shows the clinical score of uterine involution; note that at 28 days postpartum it has a value of 1.86, which indicates that, in addition to the regression of the uterus, there is ovarian activity and small and dominant follicles are detected, but the most suitable value of clinical notation was obtained at 42 days, which was 1.1 ± 0.39 .

[media ($\bar{x}$), desviación estándar (DE), coeficiente variación (CV) y distribución de frecuencia].

Se determinó el efecto de la paridad y la CC sobre la completa involución uterina mediante un análisis de varianza multifactorial (ANOVA multifactorial) y la prueba LSD para comparar las medias. En todos los procesamientos se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Centurion (20).

RESULTADOS

El cérvix se encontró en posición horizontal a los 24.26 ± 6.75 días, el orificio cervical se cerró completamente a los 24.03 ± 9.76 ; los cuernos se encontraron simétricos nuevamente a los 20.30 ± 6.90 días, los loquios fueron transparentes a los 18.20 ± 10.56 días y la IU se completa a los 29.86 ± 7.71 días (Tabla 1).

La posición normal del cérvix y el cierre completo del orificio cervical ocurrieron antes de los 30 días en el 83.33% de las vacas. En cambio, en ese tiempo los cuernos se encontraron simétricos nuevamente en el 96.67% de las vacas, los loquios fueron transparentes en el 90% de ellas y se completó la involución uterina en el 66.67% de las hembras. El 80% de las vacas tuvieron secreción de los loquios transparentes antes de los 25 días (Tabla 2).

En la Figura 1 se expone la puntuación clínica de la involución uterina; nótese que a los 28 días posparto la misma tiene un valor de 1.86; que indica que además de la regresión del útero, existe actividad ovárica y son detectados folículos pequeños y dominantes pero el valor más idóneo de la notación clínica se obtuvo a los 42 días, que fue 1.1 ± 0.39 .

Table 2: Time Frequency distribution of involution of the main indicators of uterine involution

Days	horizontal Cervix		Closed cervical opening		Symmetry of the horns		Transparent lochia		Complete Uterine Involution	
	FR	FRA	FR	FRA	FR	FRA	FR	FRA	FR	FRA
≤15	10.00	10.00	30.00	30.00	43.33	43.33	53.33	53.33	0.00	0.00
16- 20	0.00	10.00	0.00	30.00	0.00	43.33	0.00	53.33	0.00	0.00
21-25	53.33	63.33	30.00	60.00	30.00	73.33	26.67	80.00	26.67	26.67
26-30	20.00	83.33	23.33	83.33	23.33	96.67	10.00	90.00	40.00	66.67
31-35	15.33	96.67	3.33	86.67	0.00	96.67	3.33	93.33	16.67	83.33
36-39	0.00	96.67	0.00	86.67	0.00	96.67	0.00	93.33	0.00	83.33
≥ 40	3.33	100.00	13.33	100.00	3.33	100.00	6.67	100.00	16.67	100.00

FR: Relative frequency. FRA: Cumulative Relative Frequency

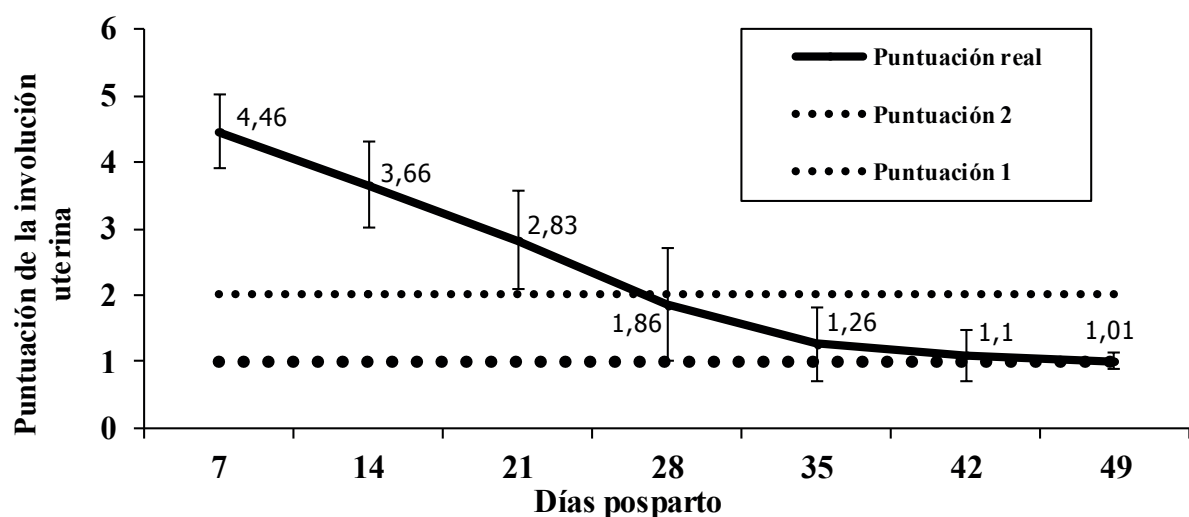


Figure 1. Evolution of the clinical score (± DE) of uterine involution of Holstein cows in the province of Carchi, Ecuador.

FD appears at 16.63 days, followed by ovulation and luteal activity at 27.76 and 34.73 days, respectively (Table 3).

Table 3. Behavior of the main indicators of the resumption of postpartum ovarian activity in Holstein dairy cows in the province of Carchi, Ecuador.

Parameter	$\bar{x}$	DE	CV
FD Appearance (Days)	16.63	3.83	23.06
Occurrence of ovulation (Days)	27.76	7.73	28.58
Luteal activity (Days)	34.73	9.24	26.61
Corpus luteum volume(Cm3)	7.02	2.07	29.51
Progesterone Serum (ng/mL)	3.74	1.42	38.16
Estrous Cycle Time (Days)	23.10	4.99	21.61

BC at calving and parity significantly influenced ($p=0.0001$) the uterine involution of cows (Table 4). In females with $BC \geq 3.5$ this process occurred earlier than in those with $BC < 3$ ($p<0.05$) and in cows with a second calving it occurred at 25.17 ± 1.32 days and it was longer ($p<0.05$) for the third and fourth calving.

El FD aparece a los 16.63 días, que es seguido de la ovulación y la actividad luteal a los 27.76 y 34.73 días, respectivamente (Tabla 3).

La CC al momento del parto y la paridad influyeron significativamente ($p=0.0001$) sobre la involución uterina de las vacas (Tabla 4). En las hembras con $CC \geq 3.5$ este proceso ocurrió antes que en las que tuvieron $CC < 3$ ($p<0.05$) y en las vacas de segundo parto ocurrió a los 25.17 ± 1.32 días y se prolongó ($p < 0.05$) en el tercero y cuarto parto.

DISCUSION

La involución uterina ocurrió más tardíamente que en hembras bovinas lecheras, (25.56 días), (21) y en la vaca Criolla cubana donde el útero involucionó en promedio a los 24.27 ± 5.2 días (12).

El cérvix involucionó más tardíamente que los cuernos uterinos, lo que está en correspondencia con lo publicado por otros autores (12,22). En tal sentido, se plantea que los cambios involutivos ocurren primero en la porción craneal del útero, que en la caudal (12).

La involución del cérvix influye sobre la dinámica folicular posparto y cuando la misma ocurrió favorablemente se detectaron más folículos de 6-9 mm de diámetro, mayores tasa de ovulación, formación de cuerpos lúteo (CL) y secreción de progesterona (P_4), que garantizaron una mayor fertilidad de la vaca (11).

Table 4. Effect of parity and BC at calving on uterine involution ($\pm$ EE) of Holstein dairy cows in Carchi province, Ecuador.

Source		Squares sum	CHI	Square Average	Ratio-F	P Value
Parity		810.97	2	657.80	18.90	0.0001
Birth BC		657.80	1	405.48	11.65	0.0001
Waste		1 948.99	56	34.80		
Total (corrected)		3 514.93	59			
Parity Effect				BC Effect		
2	3	4	± EE	< 3.5	≥ 3.5	± EE
25.17 ^b	32.17 ^a	33.60 ^a	1.32	33.67 ^b	26.95 ^a	1.15

^{ab} different letters on the superscripts within each factor indicate significant differences (LSD) for $p < 0.05$.

DISCUSSION

Uterine involution occurred later than in dairy bovine females, (25.56 days), (21) and in the Cuban Creole cow where the uterus involuted on average at 24.27 ± 5.2 days (12).

The cervix involuted after the uterine horns, which is in correspondence with that published by other authors (12,22). In this sense, it is suggested that involutive changes occur first in the cranial portion of the uterus, rather than in the caudal part (12).

Involution of the cervix influences postpartum follicular dynamics and when it occurred favorably, more follicles of 6-9 mm in diameter, a higher rate of ovulation, formation of corpus luteum (CL) and secretion of progesterone (P4) were detected, which guaranteed higher fertility of the cow (11).

Lochia secretion was transparent in 80% of the cows before 25 days, which indicates that there were no bacterial or uterine infections in these animals that would compromise the fertility of the next cycle (5,6).

The presence of bloody lochia or pus in the vagina at 21 or more days postpartum is associated with delay in the process of involution and compromise of ovarian activity (5). The same authors argue that high bacterial contamination of the uterus in cows decreases the growth rate of the first FD and the secretion of E2 at the end of the growth phase.

Uterine cervical changes affect follicular differentiation before 45 days postpartum (11). The inflammatory process of the uterus decreases the synthesis of prostaglandin F2 α (PGF2) so that luteolysis and the decrease of P4 do not occur, the blockage of this hormone on the secretion of hypothalamic GnRH follows, and as a result, LH is

La secreción de los loquios fue transparente en 80% de las vacas antes de los 25 días, lo cual indica que en esos animales no existieron infecciones bacterianas ni uterinas, que comprometan la fertilidad del próximo ciclo (5,6).

La presencia de loquios sanguinolentos o pus en la vagina a los 21 o más días posparto está asociada con retardo en el proceso de involución y afectaciones en la actividad del ovario (5). Estos mismos autores plantean que la alta contaminación bacteriana del útero en las vacas disminuye la tasa de crecimiento del primer FD y la secreción de E₂ al final de la fase de crecimiento.

Las alteraciones cérvico uterinas repercuten en la diferenciación folicular antes de los 45 días posparto (11). El proceso inflamatorio del útero disminuye la síntesis de prostaglandina F2 α (PGF2a) por lo que no se produce la luteólisis y la disminución de la P₄, sigue el bloqueo de esta hormona sobre la secreción de GnRH hipotalámica y como resultado no se secreta LH lo que retarda el crecimiento folicular y la ovulación (23).

Cuando existió mayor inflamación y secreciones del útero la involución uterina se prolongó hasta el día 43 ± 11.0 posparto (3). Estos autores señalaron que ligeros incrementos del diámetro del cérvix y útero estuvieron relacionados con el crecimiento de folículos pre-ovulatorios y ovulación.

La involución del útero cuando se evaluó por las metodologías descritas por Sheldon et al (5), Domínguez et al (11), Viamonte et al (12), se completó más temprano que en los trabajos realizados en hembras de la raza Guzarat (2) y

not secreted, which makes follicular growth and ovulation slower(23).

When there was more inflammation and secretions from the uterus, uterine involution lasted until day 43 ± 11.0 postpartum (3). These authors noted that slight increases in the diameter of the cervix and uterus were related to the growth of pre-ovulatory follicles and ovulation.

Involution of the uterus when evaluated by the methodologies described by Sheldon et al (5), Domínguez et al (11), Viamonte et al (12), was completed earlier than in the work carried out on females of the Guzarat breed (2) and on mestizo cows (Brahman x Nguni) in an extensive breeding system, which were diagnosed with regression of the uterus between 38 and 45 days (22).

The differences found with other authors (2,3,22) may be due to the breed, parity, type of calving, age, BC, resumption of ovarian activity, calf rearing system, etc. All these factors affect the time required for complete uterine involution (5,6,11,12).

According to the results set out in Tables 1 and 2, Holstein dairy cows, in similar production conditions to those in this study, can be incorporated into reproduction as of 30 days after calving; however, in addition, the clinical involution of the uterus must also be assessed for complete and sequential ovarian activity at the end of uterine regression, because both processes are a precise and integrated indicator for achieving good fertility (1).

In this study, the clinical involution of the uterus evaluating it only with traditional methodologies (5,11,12), without considering ovarian activity occurred at 29.86 days. The inclusion of clinical scoring to assess uterine involution (19) is more objective, accurate and reliable than using traditional recto-vaginal screening because it includes, in addition, regression of the uterus, ovarian activity, mainly dominant, pre and ovulatory follicles, and uterine tone (16).

This was corroborated in this experiment, where FD appears at 16.63 ± 3.83 days, and its secretion of E₂ was important for uterine involution (5). This may be one of the reasons why the clinical score at 28 days postpartum was 1.86 and reached its most frequent value of one at 35 days for 80% of the animals and at 42 days for 100% of the animals.

These results coincide with those obtained using trans rectal ultrasonography in 412 examinations, where the cows had normal postpartum puerperium, and completed regression of the uterus between 38 and 45 days postpartum (24).

en vacas mestizas (Brahman x Nguni) en sistema de cría extensiva, a las que se les diagnosticó que la regresión del útero entre 38 y 45 días (22).

Las diferencias encontradas con otros autores (2,3,22) pueden obedecer a la raza de las vacas, su paridad, tipo de parto, edad, CC, el reinicio de la actividad ovárica, sistema de crianza del ternero, etc. Todos estos factores afectan el tiempo requerido para la completa involución uterina (5,6,11,12).

Según los resultados expuestos en las Tablas 1 y 2 la vaca lechera Holstein, en similares condiciones de producción a las de este estudio puede incorporarse a la reproducción a partir de los 30 días después del parto; no obstante, además, de la involución clínica del útero debe valorarse también la actividad ovárica completa y secuencial, al concluir la regresión del útero, porque ambos procesos constituyen un indicador preciso e integrado para lograr una buena fertilidad (1).

En este estudio, la involución clínica del útero evaluándola solamente con las metodologías tradicionales (5,11,12), sin tomar en cuenta la actividad ovárica ocurrió a los 29.86 días. La inclusión de la puntuación clínica para evaluar la involución uterina (19) es más objetiva, precisa y confiable que hacerlo mediante la exploración recto-vaginal empleada tradicionalmente porque incluye, además, de la regresión del útero, la actividad ovárica, principalmente folículos dominantes, pre y ovulatorios, y el tono uterino (16).

Lo anterior se corrobora en este experimento, donde el FD aparece a los 16.63 ± 3.83 días, y su secreción de E₂ fue importante para la involución uterina (5). Esta puede ser una de las razones para que la puntuación clínica a los 28 días posparto fue 1.86 y alcanzara su valor mas frecuente de uno a partir de los 35 días el 80% de los animales y en el 100% de estos a los 42 días.

Estos resultados coinciden con los obtenidos utilizando la ultrasonografía transrectal en 412 exámenes, donde las vacas tuvieron puerperio normal, y completaron la regresión del útero entre 38 y 45 días posparto (24).

En la involución uterina participan fenómenos genitales, que involucran a la PGF_{2a} y estrógenos (E₂), y para genitales, en los que interviene la oxitocina. Las concentraciones de PGF_{2a} después del parto tienen una asociación negativa con el tiempo de involución uterina (25). Los E₂ secretados por los folículos ováricos antes de la primera ovulación también favorecen la contracción del miometrio y la defensa del útero (1).

Genital phenomena involving PGF2a and estrogens (E2) are involved in uterine involution, and genital phenomena involving oxytocin are involved in genital involution. Postnatal PGF2a concentrations are negatively associated with time of uterine involution (25). E2 secreted by the ovarian follicles before first ovulation also promotes myometrial contraction and uterine defense (1).

The release of oxytocin to ensure milk secretion promotes uterine contractions and lochia discharge, important processes for the regression of the uterus back to normal (1). The administration of oxytocin in Holstein cows 14 to 12 days postpartum increased uterine contractions, benefiting the involution of this organ (26).

BC at calving and parity significantly influenced uterine involution in cows (Table 4). In females with $BC \geq 3.5$ this process occurred earlier than in those with BC below this value. Second calving cows had uterine involution at 25.17 ± 1.32 days which was longer for the third and fourth calving. Similar results were published by other authors (12,19,21).

The first phase of uterine involution begins from the first week postpartum in cows that have had normal or good calving at the time of calving and are fed a properly balanced diet. A delay in uterine involution implies a delay in the processes that occur during follicular growth, which is suspended momentarily after birth (11).

Cows that reach calving with favorable BC (>3.5) have higher energy reserves for the transition period, which occurs three weeks before and after calving, so that in these animals the negative postpartum energy balance is shorter and has less negative effects (21). In contrast, females giving birth with unfavorable BC are more susceptible to uterine infections, delayed uterine involution and the resumption of postpartum ovarian activity (6).

When there is an energy deficiency the growth and maturation of the follicles is not detected, and ovulation, the presence of CL, and the level of E2 and P4 in the blood are reduced. For these reasons, an energy deficit prior to delivery causes the BC to deteriorate and delay uterine involution as well as the appearance of the first estrus in the next reproductive cycle (27).

Parity results can be attributed to the increased size of the female genital organs as they increase in age and parity. In this sense, there is a size ratio of the uterus 1:1.2 before and after delivery (11).

Uterine involution is affected by breed, age, dystocia, retained placenta, metritis, twin birth, time of year, metabolic status (21), nutrition,

La liberación de oxitocina que se produce para garantizar la eyección láctea favorece las contracciones uterinas y la expulsión de los loquios, procesos importantes para la regresión del útero a la normalidad (1). La administración de oxitocina en vacas Holstein 14 a 12 días posparto aumentó las contracciones uterinas, beneficiando la involución de este órgano (26).

La CC al momento del parto y la paridad influyeron significativamente sobre la involución uterina de las vacas (Tabla 4). En las hembras con $CC \geq 3.5$ este proceso ocurrió antes que en las que tuvieron CC inferior a este valor. Las vacas de segundo parto tuvieron la involución uterina a los 25.17 ± 1.32 días y se prolongó en el tercero y cuarto parto. Similares resultados publicaron otros autores (12,19,21).

La primera fase de la involución uterina se inicia desde la primera semana posparto en vacas que han tenido parto normal o buena CC al momento del mismo y que se alimentan con una dieta balanceada adecuadamente. Un retraso en la involución uterina implica retraso en los procesos que ocurren durante el crecimiento folicular, suspendiéndose éste momentáneamente después del parto (11).

Las vacas que arriban al parto con CC favorable (>3.5) tienen mayores reservas energéticas para el período de transición, que ocurre tres semanas antes y después del parto, por lo que en estos animales el balance energético negativo posparto tiene menor duración y efectos negativos (21). En cambio, las hembras que paren con CC desfavorable son más susceptibles a infecciones del útero, retraso en la involución uterina y el reinicio de la actividad ovárica posparto (6).

Cuando existe una deficiencia de energía no se detecta el crecimiento y maduración de los folículos, la ovulación, la presencia del CL, y el nivel de E_2 y P_4 en la sangre es reducido. Por estas razones un déficit energético anterior al parto provoca el deterioro de la CC y retraso en la involución uterina y la aparición del primer estro en el siguiente ciclo reproductivo (27).

Los resultados de la paridad pueden atribuirse al mayor tamaño que alcanzan los órganos genitales en la hembra a medida que aumentan de edad y paridad. En tal sentido, existe una relación del tamaño del útero 1:1.2 antes y posterior del parto (11).

La involución uterina es afectada por la raza, edad, partos distócicos, retención de placenta, metritis, partos gemelares, época año, estado metabólico (21), la nutrición, enfermedades

uterine disease and the environment (1). These factors were controlled and used as inclusion or exclusion criteria, except for the BC and parity, to which the lengthening of this period can be attributed.

It is concluded that clinical involution of the uterus without taking ovarian activity into account occurred at 29.86 days; when it was included in the integral evaluation, it occurred at 42 days and the process is influenced by parity and BC at delivery.

uterinas y el medio ambiente (1). Estos factores fueron controlados y utilizados como criterios de inclusión o exclusión, excepto la CC y paridad, a los que puede atribuírseles el alargamiento de este período.

Se concluye que la involución clínica del útero sin tomar en cuenta la actividad ovárica ocurrió a los 29.86 días; cuando se incluyó ésta en la evaluación integral, aquella se produjo a los 42 días y el proceso está influenciado por la paridad y CC al parto.

REFERENCES

1. Zhang J, Deng LX, Zhang HL, Hua GH, Han L, Zhu Y, Meng XJ, Yang LG. Effects of parity on uterine involution and resumption of ovarian activities in postpartum Chinese Holstein dairy cows. *J Dairy Sci.* 2010; 93(5):1979-1986.
2. Nunes AC, De PM, Tsuruta SA, Dos RM, Elsen JP. Dinâmica da Involução Uterina no Pós-Parto de vacas da raça Guzará. *Biosc J Uberlandia.* 2014; 30(2):847-855.
3. Hajurka J, Macak V, Hura V. Influence of health status of reproductive organs on uterine involution in dairy cows. *Bull Vet Pulaway.* 2005; 49(1):53-58.
4. Quintela LA, Barrio M, Peña AI, Becerra JJ, Cainzos J, Herradón PG, Diaz C. Use of ultrasound in the reproductive management of dairy cattle. *Reprod Domestic Anim.* 2012; 47(3):34-44.
5. Sheldon IM, Willians EJ, Miller Ana, Nash DM, Herath S. Uterine diseases in cattle after parturition. *Vet J.* 2008; 176(1):115-121.
6. Vallejo DA, Chaves CA, Astaíza J, Benavides, Carmenza, Jurado Ximena E. Endometritis subclínica diagnosticada mediante *cytobrush* y comportamiento reproductivo en vacas del municipio de Pupiales, Colombia. *Rev Med Vet.* 2014; 27(1):111-120
7. INAMHI Instituto nacional de meteorología e hidrografía. [online] Datos meteorológicos de la estación meteorológica de Chalpatan, Carchi, Ecuador. [citado 7 de marzo de 2016]. Disponible URL en: <http://www.inamhi.gob.ec>.
8. Rodenburg J. Body Condition Scoring of Dairy Cattle. OMAFRA Factsheet. [online] Order No. 92-122, 2004; 414-420. [citado 4 septiembre 2010]. Disponible en URL: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/00-109.htm>
9. Cuesta M, Montejó E, Duvergel J. Medicina Interna Veterinaria. 1ra ed. Editorial Félix Varela; La Habana, Cuba; 2007.
10. Hernández, JH. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. 1ra edición. Editorial Universidad Autónoma de México (UNAM), México; 2012.
11. Domínguez C, Ruiz AZ, Pérez R, Martínez N, Drescher K, Pinto L, Araneda R. Efecto de la condición corporal al parto y del nivel de alimentación sobre la involución uterina, actividad ovárica, preñez y la expresión hipotalámica y ovárica de los receptores de leptina en vacas doble propósito. *Rev Fac Cs Vet.* 2008; 49(1):23-36.
12. Viamonte María I, Fajardo H, Rondón G, Pedroso R. Evaluación clínica de la involución uterina en la hembra bovina de la raza criolla cubana. *Ciencia y Tecnología Ganadera.* 2012; 6(1):47-51.
13. Drescher K, Roa N, D'Enjoy F, Avellaneda, J. Evaluación ultrasonográfica posparto en vacas primíparas Bos Taurus x Bos indicus (F1) en el trópico. *Revista Científica, FCV-LUZ* 2014; 24(4):295-304.

14. Guáqueta H, Zambrano J, Jiménez Claudia. Factores que afectan la reactivación ovárica postparto en vacas Holstein, en el trópico alto. *Rev MVZ Córdoba*. 2014; 19(1):3970-3983.
15. Shrestha HK, Nakao T, Higaki T, Suzuki T, Akita M. Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high producing Holstein cows. *Theriogenol*. 2004; 61(4):637-649.
16. Walsh RB, Kelton DF, Duffield TF, Leslie KE, Walton JS, LeBlanc SJ. Prevalence and risk factors for postpartum anovulatory condition in dairy cows. *J Dairy Sci*. 2007; 90(1):315-324.
17. Salas G, Herrera J, Gutiérrez E, Ku-Vera J, Aké-López J. R. Reinicio de la actividad ovárica posparto y concentración plasmática de metabolitos lípidos y progesterona en vacas suplementadas con grasa de sobrepeso. *Trop Subtrop Agroecosyst*. 2011; 14(2):385-392.
18. Hannan MA, Fuenzalida MJ, Siddiqui MA, Shamsuddin M, Beg, MA, Ginther OJ. Diurnal variation in LH and temporal relationships between oscillations in LH and progesterone during the luteal phase in heifers. *Theriogenol*. 2010; 74(8):1491-1498.
19. Ruíz L, Sandoval R. Involución uterina en el ganado bovino: un nuevo score y su relación con el número de partos y los días en lactación. *Spermova*. 2013; 3(1):87-88.
20. Statgraphis Centurion Ver. XV.II. Edición Multilingüe. StatPoint, Inc. Statistical Graphic Corp. Warrenton, Virginia, EEUU; 2006.
21. Quintela LA, García ME, Peña AI, Díaz C, Barrio M, Becerra JJ, Herradón PG. Asociación entre el perfil sérico bioquímico y la duración de la involución uterina en hembras bovinas de producción láctea. *Arch Zootec*. 2003; 52 (200):419-429.
22. Kwaya R. Características del anestro e influencia del destete temporal en vacas mestizas en sistema de producción extensivo. Flor de Sumbe. Angola. [Tesis de Doctorado]. Universidad Agraria de la Habana; La Habana, Cuba: 2016.
23. Mateus L, Lopes da Costa L, Dinisz P, Ziecik A. Relationship between endotoxin and prostaglandin (PGE2 and PGFM) concentrations and ovarian function in dairy cows with puerperal endometritis. *Anim Reprod Sci J*. 2003; 76(3-4):143-154.
24. Čengić B, Varatanović N, Mutevelić T, Katica A, Mlačo M, Čutuk A. Normal and abnormal uterine involution in cow a monitored by ultrasound. *Biotechnol Anim Husb*. 2012; 28(2):205-217.
25. Ortega Adriana, López R, Mapes Gabriela, Ortiz Ó, Hernández J. Patologías uterinas y fertilidad de vacas lecheras tratadas con dos inyecciones de PGF_{2a} en las primeras 48 horas posparto. *Vet Méx*. 2012; 43(3):235-240.
26. Csaba A, Szenci O, van der Weijden Doornenbal A, Maassen Francesca, Bartyik J, Taverne, Marcel. The effect of a single oxytocin or carbetocin treatment on uterine contractility in early postpartum dairy cows. *Theriogenol*. 2006; 65(2):400-414.
27. LeBlanc S. "Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period". *J Reprod Dev*. 2010; 56(Suppl):S29-35.