

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES SÉRICOS DE BETAHIDROXIBUTIRATO  
( $\beta$ HB) EN VACAS SOMETIDAS A DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN  
DE LA OVULACIÓN Y SU CORRELACIÓN CON LA TASA DE PREÑEZ Y  
PRÁCTICAS DE MANEJO EN FINCAS PRODUCTORAS DE LECHE DEL  
MUNICIPIO DE PUERRES - NARIÑO.**

**ELVIA INÉS RUANO GUEVARA  
EDWIN RAMIRO TAPIA BRAVO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA  
SAN JUAN DE PASTO  
2018**

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES SÉRICOS DE BETAHIDROXIBUTIRATO  
(βHB) EN VACAS SOMETIDAS A DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN  
DE LA OVULACIÓN Y SU CORRELACIÓN CON LA TASA DE PREÑEZ Y  
PRÁCTICAS DE MANEJO EN FINCAS PRODUCTORAS DE LECHE DEL  
MUNICIPIO DE PUERRES - NARIÑO.**

**ELVIA INÉS RUANO GUEVARA  
EDWIN RAMIRO TAPIA BRAVO**

**Trabajo de Investigación presentado como requisito para optar al título de  
Médico Veterinario**

**Director  
BOLÍVAR LAGOS FIGUEROA  
M.V.Z.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA  
SAN JUAN DE PASTO  
2018**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

**BOLÍVAR LAGOS FIGUEROA M.V.Z.  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN**

---

**GUILLERMO ARTURO CÁRDENAS CAYCEDO M.V. Ms.C.  
JURADO EVALUADOR**

---

**JAIME FERNANDO NARVÁEZ FLORES M.V. Esp.  
JURADO EVALUADOR**

San Juan de Pasto, marzo de 2018.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresamos nuestros agradecimientos a:

UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Medicina Veterinaria, Pasto.

BOLÍVAR LAGOS FIGUEROA M.V.Z. Director de Investigación.

GUILLERMO ARTURO CÁRDENAS CAYCEDO M.V. Ms., Jurado Evaluador.

JAIME FERNANDO NARVÁEZ FLORES M.V. Esp. Jurado Evaluador.

KATIA BENAVIDES ROMO M.V.

A la Alcaldía Municipal de Puerres.

A nuestros familiares, a todos los Docentes y a nuestros amigos quienes nos apoyan con energía.

Un especial agradecimiento a la Clínica Veterinaria “Carlos Martínez Hoyos” y a su Personal de Laboratorio Clínico por guiarnos con trabajos relacionados con el procesamiento de las muestras y así concluir la investigación de campo, importante en la contribución al sector Pecuario.

## DEDICATORIA

A mi Padre, Alejandro Tapia por enseñarme que el verdadero valor del trabajo está en las cosas que aprendes de él, a mi Madre, Esperanza Bravo por enseñarme que si es posible amar a otras personas.

A mis Hermanos, Magaly y Henry por todo su amor y comprensión.

A mi Sobrina Emilly Alejandra por su amor y espontaneidad.

EDWIN RAMIRO TAPIA BRAVO

## RESUMEN

Se evaluó la respuesta a dos protocolos de sincronización de la ovulación sobre el porcentaje de preñez y su correlación con los niveles séricos de  $\beta$ HB junto a los parámetros de evaluación reproductiva y a las prácticas de manejo productivo, se seleccionaron 68 vacas mestizo Holstein lactantes de pequeños productores del municipio de Puerres (Nariño), con 3 o 4 lactancias, más de 120 días post parto y una condición corporal entre 2,5 y 3,5. Todas las vacas fueron sometidas a evaluación ginecológica por ultrasonografía para conocer su estatus genital; posteriormente se dividió aleatoriamente en dos grupos iguales. Al T1 (eCG), se aplicó un implante intravaginal con 1,3 g de Progesterona (P4), más 2 mg de Benzoato de Estradiol (BE) y al retiro, 7 días después, se aplicó 150  $\mu$ g. de Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ( $PgF_{2\alpha}$ ), más 500 UI de Gonadotrofina Coriónica Equina (eCG) y al momento de la inseminación se aplicó 100  $\mu$ g de Gonadorelina (GnRH). Al T2 (BE) se aplicó el mismo implante, más 2 mg de BE al retiro, siete días después, se aplicó 150  $\mu$ g de D-Cloprostenol ( $PgF_{2\alpha}$ ); 24 horas más tarde 1 mg de BE y al momento de la inseminación se aplicó 100  $\mu$ g de Gonadorelina (GnRH). Todos los animales se inseminaron 56 horas después de retirado el implante y el diagnóstico de preñez se hizo a los 50 días de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), se tomó muestras de sangre venosa determinando los niveles séricos de  $\beta$ HB en el laboratorio de la Clínica Veterinaria "Carlos Martínez Hoyos" de la Universidad de Nariño. El porcentaje de preñez obtenido fue del 55,8%; dentro el T1 se obtuvo un 67,6% de preñez y dentro del tratamiento T2 se obtuvo un 41,2% de preñez el cual fue menor al T1 a pesar de que los animales sometidos al T2 estuvieron 3,70% más cíclicas respecto al T1; en cuanto a los resultados estadísticos de los niveles séricos de  $\beta$ HB la desviación estándar (S) fue de 0,41 respecto al promedio que fue de 0,51. ( $0,51 \pm 0,41$ ); los resultados de los niveles de  $\beta$ HB ( $p < 0,05$ ; nivel de confianza 90%) se comportan diferente entre los dos grupos (T1 y T2) con las practicas de manejo características, dentro del T1 no hubo correlación de la preñez con los niveles séricos de  $\beta$ HB ni de la preñez con la ciclicidad, no se correlacionaron con la fertilización de praderas ni con la renovación de praderas tampoco con el suministro de concentrado ni con el suministro de sal y no se correlaciono con la asesoría técnica; dentro del T2 no hubo correlación de la preñez con los niveles séricos de BHB pero si hubo correlación de la preñez con la ciclicidad, no hubo correlación con la renovación de praderas ni con la fertilización de praderas tampoco con el suministro de concentrado ni con el suministro de sal y no se correlaciono con la asesoría técnica.

Palabras Clave: Bovino de Leche, Betahidroxibutirato ( $\beta$ HB), Sincronización de Celo, Tasa de Preñez

## ABSTRACT

It was evaluated the response to two protocols of ovulation synchronization on the percentage of pregnancy and its correlation with serum levels of  $\beta$ HB along with the parameters of reproductive evaluation and productive management practices, 68 lactating Holstein cows were selected from small producers from the municipality of Puerres (Nariño), with 3 or 4 lactations, more than 120 days postpartum and a body condition between 2.5 and 3.5. All the cows were subjected to gynecological evaluation by ultrasonography to know their genital status; subsequently, it was randomly divided to two alike groups. At T1 (eCG), an intravaginal implant was applied with 1.3 g of Progesterone (P4), more 2 mg of Estradiol Benzoate (BE) and at the remove, 7 days later, 150 mcg was applied. of Prostaglandin F2 $\alpha$  (PgF2 $\alpha$ ), more 500 UI of Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) and at the time of insemination 100  $\mu$ g of Gonadorelin (GnRH) was applied. To T2 (BE) the same implant was applied, more 2 mg of BE to the remove, seven days later, 150 mcg of D-Cloprostenol (PgF2 $\alpha$ ) was applied; 24 hours later 1 mg of BE and at the time of insemination, 100  $\mu$ g of Gonadorelin (GnRH) was applied. All the animals were inseminated 56 hours after the implant was removed and the diagnosis of pregnancy was 50 days after the Fixed Time Artificial Insemination (FTAI), venous blood samples were taken, determining the serum levels of  $\beta$ HB in the laboratory. The Veterinary Clinic "Carlos Martinez Hoyos" of the University of Nariño. The rate of pregnancy obtained was 55.8%; within T1 a 67.6% of pregnancy was obtained and within the T2 treatment, 41.2% of pregnancy was obtained, which was lower than T1, despite the fact that the animals subjected to T2 were 3.70% more cyclical than the T2. T1; Regarding the statistical results of the serum levels of  $\beta$ HB, the standard deviation (S) was 0.41 with respect to the average that was 0.51. ( $0.51 \pm 0.41$ ); the results of the levels of  $\beta$ HB ( $p < 0.05$ , confidence level 90%) behave differently between the two groups (T1 and T2) with the characteristic management practices, within T1 there was no correlation of pregnancy with serum levels of  $\beta$ HB or of pregnancy with cyclicity, they did not correlate with grassland fertilization or grassland renewal either with the concentrate supply or with the salt supply and it does not correlate with technical advice; within T2, there was no correlation of pregnancy with serum levels of BHB, but if there was a correlation between pregnancy and cyclicity, there was no correlation with the renewal of pastures or with the fertilization of pastures, neither with the supply of concentrate not with the supply of salt and did not correlate with technical advice.

Keywords: Dairy Cattle, betahidroxibutirate ( $\beta$ HB), Estrus sinchronyzation, pregnancy rate

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Página de responsabilidad de autores.....	3
Nota de aceptación .....	4
Dedicatorias .....	5, 6
Agradecimientos .....	7
1.Definición del problema .....	16
2.Formulación de Problema .....	21
3.Objetivos... ..	22
4.Marco teórico .....	23
5.Diseño metodológico.. ..	30
6.Presentación y discusión de resultados.....	36-57
7.Conclusiones y recomendaciones .....	58-61
Bibliografía ... ..	62-64
Anexos.....	64

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Unidades y métodos analíticos para determinación de $\beta$ HB en sangre de vacas mestizo Holstein del municipio de Puerres (Nariño).....	32
Tabla 2. Resultados de preñez obtenidos en el presente estudio.....	32
Tabla 3. Porcentaje de preñez obtenida.....	32
Tabla 4. Resultado de Preñez con T1 (eCG).....	34
Tabla 5. Porcentaje de Preñez con T1 (eCG).....	34
Tabla 6. Resultado de preñez con T2 (BE).....	35
Tabla 7. Resultado de Preñez con T2 (BE).....	36
Tabla 8. Datos de ciclicidad T1 (eCG) .....	40
Tabla 9. Datos de ciclicidad con T2 (BE)..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	.....
Tabla 10. Datos estadísticos para $\beta$ HB .....	42
Tabla 11. Datos estadísticos para T1 (eCG).....	40
Tabla 12. Datos estadísticos para T2 (BE) .....	41
Tabla 13. Varianza $\beta$ HB .....	42
Tabla 14. Prueba F para varianzas de dos muestras . .....	44
Tabla 15. Prueba T para dos muestras suponiendo medias desiguales .....	443
Tabla 16. Varianzas Útero .....	443
Tabla 17. Prueba F para varianzas de dos muestras.4 <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	.....
Tabla 18. Prueba T dos muestras suponiendo varianzas iguales .....	46
Tabla 19. Datos estadísticos para Diámetro Uterino.....	46

Tabla 20. Datos estadísticos para Diámetro Uterino (T1).....	47
Tabla 21. Datos estadísticos para Diámetro Uterino (T2).....	47
Tabla 22. Información general de Caracterización.....	48
Tabla 23. Información sobre tierras, aguas y cultivos.....	49
Tabla 24. Nutrición y alimentación pecuaria .....	50
Tabla 25. Ordeño.....	52
Tabla 26. Parámetros Reproductivos... ..	44
Tabla 27. Parámetros sanitarios .....	47
Tabla 28. Sistema de servicios reproductivos.....	48

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquemas de los protocolos experimentales para cada uno de los dos tratamientos en vacas mestizo Holstein del Municipio de Puerres, Departamento de Nariño.....	33
Figura 2. Resultados de preñez.....	34
Figura 3. Tasa de preñez obtenida.....	35
Figura 4. Resultado de preñez con T1 eCG.....	35
Figura 5. Resultado de preñez con T2 (BE).....	36
Figura 6. Tasa de preñez obtenida de acuerdo al protocolo empleado.¡Error! Marcador no de	
Figura 7. Ciclicidad T1 (eCG).....	37
Figura 8. Animales cíclicos y estado reproductivo con T1 (eCG).....	38
Figura 9. Animales no cíclicos y estado reproductivo T1.....¡Error! Marcado	
Figura 10. Ciclicidad con T2 (BE).....	39
Figura 11. Animales cíclicos y estado reproductivo T2 (BE).....	39
Figura 12. Ciclicidad y estado reproductivo T2 (BE).¡Error! Marcador no definido.	
Figura 13. Porcentaje de ciclicidad total T1 vs T2....¡Error! Marcador no definido.	
Figura 14. Datos estadísticos para $\beta$ HB.....¡Error! Marcador no definido.	
Figura 15. S Concentración de BHB según periodo de muestreo posparto en vacas Jersey que consumen pastos tropicales.....	53
Figura 16. Sistema de servicios reproductivos.....	56
Figura 17. Condición corporal.....	56
Figura 18. Peso de los animales.....	56

## LISTA DE ANEXOS

**Pág.**

Anexo 1. Formato de caracterización .....	66
---	----

## INTRODUCCIÓN

Para alcanzar mejoras tanto en la rentabilidad como en la eficiencia productiva y reproductiva de los sistemas de explotación bovina dedicada a la producción de leche se requieren de prácticas de manejo y técnicas de nutrición adecuadas con el objetivo de lograr índices óptimos de preñez en hembras que estén en condiciones para este fin y que haya pasado por lo menos 60 días después del último parto (vacas multíparas); es en esta etapa donde ocurren los fenómenos fisiológicos que alteran el balance homeostático normal del animal como es el Balance Energético Negativo (BEN) producto del estrés fisiológico que tuvo la hembra durante la gestación, parto y el posterior reto de adaptación orgánica para responder a las exigencias de la producción de leche con el fin de garantizar la sobrevivencia de la cría causando que el organismo centre su energía para mantener este fin, llevando los nutrientes necesarios a glándula mamaria, afectando la eficiencia reproductiva que se va a reflejar en una alteración de la fertilidad por influencia negativa de metabolitos como el Betahidroxibutirato sobre los centros cerebrales sensibles a el aumento de este metabolito, ocasionando periodos de celo disminuido y en ocasiones indetectable por parte del ganadero así como también presencia de anestro; sumado a esto están los factores estresantes ya sea por el clima adverso presente que adicional a la baja calidad de los recursos nutricionales de algunas regiones hace que los parámetros reproductivos se afecten aún más; además de las prácticas de manejo características de algunas regiones que en ocasiones hacen difícil de detectar el verdadero comportamiento sexual de los bovinos (ejemplo: sistema de pastoreo en estaca), hace que incrementen los días abiertos con su consecuente baja productividad en el periodo subsiguiente. Es por esta razón que es indispensable conocer los perfiles metabólicos de los animales en estudio y relacionarlos con los sistemas de producción para contribuir a crear estrategias de campo sobre el manejo de la nutrición y estudiar integralmente la información referente a este desbalance de la hembra productora para así entender esta alteración fisiológica y poder dar las recomendaciones idóneas que contribuyan a minimizar los problemas presentados en el campo; adicional a esto tenemos la falta de estudios en el tema en esta región en particular lo cual justifica su implementación ante el desconocimiento presentado respecto a los niveles séricos de este metabolito en particular ( $\beta$ HB) en esta etapa productiva específica en una especie tan importante en la producción de proteína a partir de la leche para consumo humano.

## 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Según el Centro Internacional de Agricultura (CIAT)

La producción por unidad animal en áreas tropicales de Latino América y el Caribe (LAC) es mucho menor que en regiones templadas. El fácil acceso a forrajes de alta calidad y/o la implementación de pasturas mejoradas son puntos de entrada crucial para la salud y el desempeño de la producción animal, y esto incrementa la viabilidad del mejoramiento genético del hato. La siembra de pastos de mejor calidad y un mejor manejo de las pasturas puede aumentar la calidad y digestibilidad nutricional en animales con tasas de crecimiento rápido, producción de leche de alta calidad y edad temprana a la primera lactancia. Una buena nutrición puede incrementar la tasa de fertilidad de las vacas, y reducir las tasas de mortalidad en novillas y ganado maduro, mejorando así el desempeño de cada animal del hato<sup>1</sup>.

De acuerdo a Leblanc S. J. et al: “Mantener la salud y productividad en el periodo de transición es una de las tareas más difíciles para los rebaños de alta producción. Cerca del 75% de las enfermedades en vacas lecheras generalmente suceden en el primer mes después del parto”<sup>2</sup>.

Ordoñez argumenta que:

Por otro lado vacas de alta producción en lactancia temprana tienen un aumento del consumo de materia seca (CMS), provocando mayor flujo sanguíneo hacia el tracto digestivo. A mayor paso de sangre por el hígado se reducen o eliminan más rápidamente las hormonas esteroides. Como consecuencia disminuyen los niveles circulantes de progesterona y estradiol, motivo por el cual la respuesta a la ovulación está posiblemente relacionada con una tasa superior del metabolismo del estradiol en vacas en lactancia<sup>3</sup>.

Roche et al objeta que: “Es conocido que una Condición Corporal (CC) óptima en relación a la etapa de la lactancia previene la presentación de enfermedades y pérdidas en la producción láctea”<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> RAO, I.; PETERS, M.; VAN DER HOEK, R.; CASTRO, A., SUBBARAO, G.; CADISCH, G.; & RINCÓN, A.; Tropical forage-based systems for climate-smart livestock production in Latin America. *Rural* 21, 4. 2014. p. 1.

<sup>2</sup> LEBLANC, S. J.; LISSEMORE, K. D.; KELTON, D. F.; DUFFIELD, T. F.; LESLIE, K.E., Major advances in disease prevention in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*. V. 89, 2006. pp. 1267-1279.

<sup>3</sup> ORDÓÑEZ, J. Avances en el tratamiento y manejo hormonal de protocolos de reproducción controlada en bovinos. XXXVII reunión científica anual de la asociación peruana de producción animal. Bogotá: s.n., 2014. p. 11.

<sup>4</sup> ROCHE, J.R.; FRIGGENS, N.C.; KAY, J.K.; FISHER, M.W.; STAFFORD, K.J.; BERRY, D.P. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Sci.* 92: 769-5801. 2009.

Para AGNEW R.E., YAN T.; BEERDA B. ET AL; WATHES D. C. et al, “La selección para una mayor producción de leche es asociada con alteraciones en el metabolismo de la vaca, especialmente la capacidad para metabolizar la energía para la producción de leche”<sup>5</sup>, la forzada movilización lipídica en el posparto<sup>6</sup>, y reducción de la fertilidad”<sup>7</sup>.

Para OSPINA et al, “Las vacas lecheras al final de la gestación y al inicio de la lactancia cursan con un balance energético negativo (BEN) asociado a la disminución en la ingesta de MS y al incremento en la demanda energética”<sup>8</sup>.

WHITAKER menciona: “Recientemente, metabolitos como ácidos grasos no esterificados (NEFA) y Betahidroxibutirato-βHB fueron adicionados para el equilibrio energético. Los perfiles sanguíneos son considerados útiles para identificar deficiencias nutricionales antes que la productividad sea afectada”<sup>9</sup>.

Según ADEWUYI et al:

Menciona porque es indispensable las determinaciones de indicadores bioquímicos que midan aspectos del éxito de la adaptación de las vacas al balance energético negativo, como las concentración de ácidos grasos no esterificados (NEFA), que reflejan la magnitud de la movilización de la grasa de almacenamiento y replica la ingesta de materia seca (IMS), o las concentraciones circulantes de β-hidroxibutirato (βHB) que reflejan la integridad de la oxidación de la grasa en el hígado<sup>10</sup>.

OETZEL afirma que: “Dichos perfiles también han sido utilizados para monitorear la salud del rebaño y diagnosticar enfermedades subclínicas, prever el riesgo de cetosis o desplazamiento abomasal, y también para investigar problemas del hato relacionados con disturbios metabólicos”<sup>11</sup>.

---

<sup>5</sup> AGNEW R.E., YAN T. Impact of recent research on energy feeding for dairy cattle. *Livestock Production Science*. V. 66, 2000. pp. 197-215.

<sup>6</sup> BEERDA B., OUWELTJES W.; SEBEK L. B.J.; WINDIG J.J.; VEERKAMP R. F., Effects of genotype by environment interactions on milk yield, energy balance, and protein balance. *Journal of Dairy Science*. v. 90, 2007. pp. 219-228.

<sup>7</sup> WATHES D. C.; BOURNE, N.; CHENG, Z.; MANN G. E. TAYLOR; V. J. COFFEY; M. P., Multiple correlation analyses of metabolic and endocrine profiles with fertility in primiparous and multiparous cows. *Journal of Dairy Science*, v. 90, 2007. pp. 1310-1325.

<sup>8</sup> OSPINA, P.A.; NYDAM, D.V.; STOKOL, T.; OVERTON, T.R. Associations of elevated nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. *J. Dairy Sci.* 93: 596-1603. 2010.

<sup>9</sup> WHITAKER, D.A. *Metabolic Profiles in Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of Cattle*. 2<sup>a</sup> Edition. Oxford: Blackwell Science; 2004. pp. 804-817.

<sup>10</sup> ADEWUYI, A. A.; GRUYS, E.; VAN EERDENBURG, F. J. C. M. Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. *Veterinary quarterly*, 2005, vol. 27, no 3, pp. 117-126.

<sup>11</sup> OETZEL G. R.; MCART J.A.A.; NYDAM D.V.; Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 95, n. 9, 2012. P. 5056-5056.

No obstante menciona WALSH Que, “Estos indicadores evidencian la predisposición de las vacas a enfermedades reproductivas y su efecto directo sobre la fertilidad, ya que las vacas con niveles de Betahidroxibutirato ( $\beta$ HB) en leche mayor a 100  $\mu$ mol/l en la primera semana después del parto, son 1,5 veces más propensas a estar anovulares a las 9 semanas después del parto”<sup>12</sup>.

Para WALASH. “Mientras que la cetosis subclínica ( $\beta$ HB mayor a 1,2 - 1,4 mmol/l) en la primera o segunda semana después del parto se asocia a un riesgo tres veces mayor de metritis”<sup>13</sup>.

Para OSPINA P.A.: “En síntesis una prevalencia del rebaño de más del 15 % de las vacas con NEFA preparto mayor a 0,3 mmol/l, NEFA postparto mayor a 0,7 mmol/l, o  $\beta$ HB mayor 1,15 mmol/l se asocia con un incremento de los riesgos de desplazamiento abomasal (DA) o cetosis clínica, tasas de preñez más bajas, y reducción de la producción media de leche en el rebaño”<sup>14</sup>.

Según OETZEL et al: “Las concentraciones de Betahidroxibutirato ( $\beta$ HB) fluctúan a lo largo del día y son generalmente altas 4 a 5 horas después de la alimentación, mientras las concentraciones de NEFA son generalmente altas antes de la alimentación.”<sup>15</sup>. Estudios previos muestran que NEFA es menos sensitivo al momento de la toma de la muestra, mientras el  $\beta$ HB es más sensitivo”<sup>16</sup>.

Bó G., TSCHOPP, J. menciona que:

En los rebaños lecheros en los que hay partos a lo largo de todo el año, las vacas deben ser manejadas individualmente y de forma más intensiva que el vacuno de carne, con el objetivo de lograr un ternero por vaca por año, el intervalo entre parto y la concepción se limita a unos 85 días, durante el cual debe darse la involución uterina, la reanudación de la actividad ovárica y la detección del estro, ante esta situación se puede controlar hormonal y farmacológicamente en el ciclo estral para inducir el momento de celo y la ovulación. Para este control es posible optar por distintos tratamientos de sincronización de celos que van desde los más simples, que utilizan inyecciones periódicas de prostaglandina F<sub>2</sub> $\alpha$ , a los más complejos, que utilizan además GnRH o dispositivos con progesterona. La adición de gonadotrofina coriónica equina (eCG) a los tratamientos con dispositivos con progesterona y

---

<sup>12</sup> WALSH, R. The effect of subclincial ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. J Dairy Sci.90: 2788-2796. 2000. 54: 771-786.

<sup>13</sup> Ibid.

<sup>14</sup> OSPINA, P.A., Association between the proportion of sampled transition cows with increased nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate and disease incidence, pregnancy rate, and milk production at the herd level. Journal of dairy science, 2010. vol. 93, No 8, pp. 3595-3601.

<sup>15</sup> OETZEL, GARRETT R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. Veterinary clinics of North America: Food animal practice, 2004, vol. 20, no 3, p. 651-674.

<sup>16</sup> EICHER, R., A. LIESEGANG, E. BOUCHARD, and A. TREMBLAY. Effect of cow-specific factors and feeding frequency of concentrate on diurnal variations of blood metabolites in dairy cows. J. Vet. es. 1999. 60:1493–1499.

estradiol, han brindado la posibilidad de aplicar la IATF con altas tasas de preñez en vacas de leche cíclicas y no cíclicas<sup>17</sup>.

Para LUCY MC, MCDUGALL S:

La eficiencia reproductiva es uno de los aspectos cruciales en la rentabilidad de las explotaciones lecheras. Sin embargo, el progresivo decaimiento de la fertilidad de las vacas en lactancia y el tiempo y esfuerzo que se requieren para realizar la detección de celos, han afectado los parámetros reproductivos de los hatos lecheros. La situación económica mundial requiere de prácticas de manejo eficaces para mejorar la rentabilidad de los establecimientos de producción de leche. Aunque los sistemas de manejo de los establecimientos lecheros comerciales difieren en distintas partes del mundo, el objetivo reproductivo principal es preñar a las vacas lecheras lo más rápido posible después del parto<sup>18</sup>.

De acuerdo a WILTBANK MC. Et al: “En los últimos años, el desempeño reproductivo ha disminuido progresivamente, debido principalmente a la disminución de la fertilidad de las vacas de leche y a la detección ineficiente de los celos en la mayoría de los sistemas de manejo<sup>19</sup>.”

BÓ, G.A. et. al, menciona que:

En este contexto, se hace necesario un enfoque de producción tendiente al mejoramiento, que esté íntimamente ajustado a las condiciones del metabolismo energético y mineral, bajo las variaciones del tipo de manejo propios de la región, para poder implementar métodos reproductivos asistidos como la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), que además de aprovechar el potencial genético de la hembra y el macho mejorador, permiten la inseminación sistemática de las vacas sin la necesidad de detectar celo<sup>20</sup>.

Salmon H, por su parte menciona que: “Existen técnicas para el control del puerperio y la prevención de la mortalidad embrionaria, que ayudan a superar problemas en la involución del útero, el restablecimiento de la actividad

---

<sup>17</sup> BÓ, G. y TSCHOPP, J. Tratamiento y manejo hormonal reproductivo en vacas lecheras de alta producción. Bogotá: s.n., 2014. p. 03

<sup>18</sup> LUCY MC, MCDUGALL S, Nation DP. The use of treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture based management systems. Anim Reprod Sci, 2004, 82-83, 495-512.

<sup>19</sup> WILTBANK M.C.; STEVENSON J.S.; PURSLEY J.R.; GARVERICK H.A.; FRICKE P.M.; KESLER D.J.; OTTOBRE J.S., Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. J Dairy Sci. 2006. 89, 2567-2578.

<sup>20</sup> BÓ, G.A., et al. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. Rev Theriogenology, 2002. Vol 57. pp 53–72.

ovárica, el aumento del porcentaje de preñez y reducción de la incidencia de enfermedades posparto”.<sup>21</sup>

Según ORDÓÑEZ et al:

Todos los métodos farmacológicos para el manejo del estro deberían ser considerados como herramientas útiles cuyo principal objetivo es incrementar la eficiencia reproductiva en los hatos, mejorar la organización de la reproducción o corregir algún defecto en la misma. En algunos casos los programas de manejo del celo pueden ser usados como tratamiento para ciertos problemas reproductivos, como el celo silente o los quistes ováricos. Los métodos farmacológicos para el manejo del estro nunca deberían ser considerados como sustitutos de una nutrición y un manejo adecuado del vacuno productor de leche o carne.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> SALMON, H.; CLAUDIA, A. Tratamiento del anestro posparto en vacas lecheras con implantes intravaginales, Gonadotropina Coriónica Humana (hCG) y GnRH al momento de la inseminación. 2012.

<sup>22</sup> ORDÓÑEZ, Óp. Cit., p. 11.

## **2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1. Pregunta de investigación**

¿Existe correlación entre los niveles de indicadores bioquímicos de Betahidroxibutirato ( $\beta$ HB) y su influencia sobre la tasa de preñez con las prácticas de manejo productivo características de la región en vacas lecheras sometidas a dos protocolos de sincronización de la ovulación en el municipio de Puerres (Nariño)?

### **2.2. Hipótesis de investigación**

Los niveles bioquímicos de  $\beta$ HB sanguíneo, se correlacionan con las prácticas de manejo productivo características de la región e influyen en la tasa de preñez de vacas lecheras mestizo Holstein, sometidas a dos protocolos de sincronización de la ovulación en el trópico alto del municipio de Puerres (Nariño).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

- Evaluar los indicadores séricos de  $\beta$ HB y su correlación en la tasa de preñez con las prácticas de manejo productivo características de la región en vacas sometidas a dos protocolos de sincronización de la ovulación en fincas productoras de leche del municipio de Puerres (Nariño).

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar las prácticas de manejo nutricional y reproductivo de las fincas de pequeños productores de leche del municipio de Puerres, departamento de Nariño.
- Determinar los niveles sanguíneos de  $\beta$ HB en las vacas productoras de leche sometidas a dos protocolos de sincronización de la ovulación en las fincas caracterizadas.
- Valorar la efectividad, en la tasa de preñez, de los dos protocolos de sincronización de la ovulación en vacas mestizo Holstein pertenecientes a las fincas caracterizadas.
- Correlacionar estadísticamente los indicadores bioquímicos de  $\beta$ HB con la tasa de preñez y las prácticas de manejo productivo características de la región en las vacas de leche sometidas a los dos protocolos de sincronización de la ovulación.
- Establecer las causas por las cuales podemos relacionar las prácticas de manejo nutricional con las concentraciones séricas de  $\beta$ HB encontradas.

#### 4. MARCO TEÓRICO

Con base en lo reportado por Cuenca y Menza: “En el 2009, el inventario ganadero del departamento de Nariño se estima en un promedio de 320.955 cabezas de ganado. La producción se concentra en altiplano de la zona andina de este departamento, con tres tipos de productores: minifundistas, medianos y grandes, cuya producción se estima en un volumen cercano a los 800.000 litros de leche diarios y un promedio de 7.2 litros/vaca/día”<sup>23</sup>.

En este contexto el pequeño productor tiene una alta participación, pues el 95,61% de los predios producen menos de 100 litros/día, poseen el 72,66% de vacas en ordeño y aportan el 58% del total de la leche. Igualmente, en el diagnóstico realizado para la Cadena Láctea, se determinó que el 79% de los predios encuestados tienen menos de 10 hectáreas de terreno.

Sin embargo, estudios como el de CORPOICA, “nos orientan hacia la existencia de relaciones estrechas entre el desbalance nutricional, el desorden metabólico y los problemas de infertilidad de las vacas, a lo cual no es ajeno el departamento de Nariño”<sup>24</sup>.

Ospina declara que: “Para comprender entonces la situación del desempeño productivo de una ganadería, se debe entender que esta es el producto de una interacción multifactorial y no solo es el resultado del efecto aislado de algún factor puntual, como un inseminador ineficiente o eficiente, un pasto, una palpación experta o no, un tratamiento hormonal X o Y exitoso o no”<sup>25</sup>.

De acuerdo a Fricke P. “es necesario trabajar un poco más allá, entender las interacciones que se dan en el sistema “vaca” y tomar decisiones con base en una comprensión más integral de la situación”<sup>26</sup>.

En este orden de ideas según Villa N.A. et. al, “el análisis de la situación en rebaños lecheros se puede lograr con los perfiles metabólicos, que caracterizan las vías metabólicas de un individuo o un grupo de ellos”<sup>27</sup>, permitiendo así tener un acercamiento a las características de la ración consumida, ya que el estado de

---

<sup>23</sup> CUENCA, G y MENZA, E. Comisión Regional de Competitividad plan Regional de Competitividad de Nariño. [informe final]. San Juan de Pasto: Comisión Regional de Competitividad de Nariño, 2009. p 88.

<sup>24</sup> CORPOICA, Op. Cit.

<sup>25</sup> OSPINA, Op. Cit., pp. 3595-3601.

<sup>26</sup> FRICKE, P. Manejando trastornos reproductivos en vacas lecheras. Departamento de Ciencias Lácteas. Madison: Universidad de Wisconsin, 2005.

<sup>27</sup> VILLA, N.A.; CEBALLOS, A; CERÓN, D. y SERNA, CA. Valores bioquímicos sanguíneos en hembras Brahman bajo condiciones de pastoreo. Pesquisa Agrop Bras, 1999. Vol. 34. pp. 2339-2343.

estas vías puede verse afectado por los desequilibrios en el ingreso, egreso o transformación de los ingredientes de la ración consumida por los animales.

Herdt T. menciona que: “se debe tener claro que el análisis metabólico es un indicador del manejo nutricional y el desgaste productivo que tienen los animales. El manejo y la nutrición también desempeñan papeles importantes, en vista de que la asociación entre producción de leche y fertilidad varía genotípica y fenotípicamente entre hatos”<sup>28</sup>.

Wade G.N. y Jones J.E., afirma que: “los llamados procesos prescindibles (por ejemplo, el almacenamiento de grasa y la reproducción), son los primeros en ser frenados cuando hay deficiencia o desbalance nutricional, mientras que la lactancia, termo-regulación, crecimiento y otros procesos imprescindibles se mantienen a menos que el estado nutricional empeore”<sup>29</sup>.

Para Lucy M.C. et al: “Los niveles de acetona en sangre y en leche parecen ser un buen indicador de oxidación lipídica que además en varios trabajos ha tenido una alta asociación con los desórdenes de fertilidad. Se ha observado que las vacas que presentan altos niveles de acetona en leche en el día 50 postparto, tienen menor tasa de concepción al primer servicio, comparadas con las vacas que presentan niveles bajos”<sup>30</sup>.

Según Gustafsson A.H. y Emanuelson, U. “En Europa se estudiaron 11690 lactancias para observar el efecto de los niveles de acetona en leche sobre la fertilidad, encontrando que las vacas que presentaron niveles más altos de acetona (>1,4 milimoles/litro) presentaron un intervalo entre el parto y el primer servicio 4,9 días más largo y un riesgo de ovarios quísticos 5,7 veces mayor, comparadas con las vacas que presentaron los niveles más bajos de acetona”<sup>31</sup>.

Según Grande y González, HD. y Wittwer F.

El Betahidroxibutirato ( $\beta$ HB) es un cuerpo cetónico, el  $\beta$ HB es un producto fisiológico del metabolismo de los glúcidos y lípidos. Sus precursores son las grasas y los ácidos grasos de la dieta, así como los depósitos de grasa del animal. Los ácidos grasos de cadena larga, producidos en la movilización de reservas de grasa, son convertidos en el hígado en acetoacetato y después en  $\beta$ HB, el cual puede ser una

---

<sup>28</sup> HERDT, T. Variability characteristics and test selection in herdlevel nutritional and metabolic profile testing. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 2000, Vol. 16. Pp.387-403.

<sup>29</sup> WADE G.N. y JONES J.E., Neuroendocrinology of nutritional infertility. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2004. Vol. 287. pp. 1277-1296.

<sup>30</sup> LUCY M.C.; THATCHER W.W. y STAPLES R.C., Postpartum function: Nutritional and physiological interactions. En: Van Horn, Wilcox CJ (Ed.). Large Dairy Herd Management. First ed, Champaign, 1992. pp.135-145.

<sup>31</sup> GUSTAFSSON, AH. y EMANUELSON, U. Milk acetone concentration as an indicator of hyperketonaemia in dairy cows: the critical value revised. Anim, 1996. Sci; 63: 183- 188.

fuentes de energía para la síntesis de la grasa en la leche. El valor de referencia de los cuerpos cetónicos en preparto es <0.5 mmol/L y en la lactancia <1.0 mmol/L<sup>32,33</sup>.

De acuerdo a Álvarez J.L., “Los indicadores metabólicos que generalmente se asocian al metabolismo energético del bovino están representados por la glucosa y los lípidos. Dentro de los lípidos tiene especial importancia los triglicéridos, los Ácidos Grasos No Esterificados (AGNE), colesterol y cuerpos cetónicos, principalmente Betahidroxibutirato”<sup>34</sup>.

De acuerdo con Lucy M.C. et al:

El desarrollo folicular está relacionado directamente con el estado energético de las vacas en el postparto. La relación entre BEN y función ovárica se cree debida en parte a la secreción de LH. Los centros cerebrales superiores donde se estimula la secreción de LH son sensibles a los niveles de hormonas secretadas en ovarios y también al BEN. Se ha encontrado que el balance energético positivo al día 15 postparto incrementa los niveles de Hormona Luteinizante (LH) en sangre y el desarrollo folicular. El BEN ocasiona bajos niveles de progesterona, los cuales se asocian con baja fertilidad. Se cree que la baja producción de progesterona es debida a la alteración en la capacidad esteroidogénica del cuerpo lúteo<sup>35</sup>.

La subnutrición puede ocasionar fallas en los mecanismos que controlan el desarrollo folicular y la ovulación: se postula que en casos de subnutrición se provoca inhibición de la producción alta, frecuente y pulsátil de LH, necesaria para estimular la secreción de niveles altos de estradiol y/o la inhibición central de la onda de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRh) en respuesta a estradiol.

Hibbitt KG. y Haresign W. y Jolly P.D. mencionan que:

Con respecto a la influencia de la subnutrición sobre la producción de FSH, se plantea que los resultados de las investigaciones no son consistentes, aunque en vacas subalimentadas se ha observado bajo desarrollo folicular y conociendo la importancia de la FSH en la estimulación del desarrollo folicular, en la inducción y en el mantenimiento de la actividad de la aromatasas, se puede suponer una influencia de la subnutrición sobre la actividad y/o producción de FSH y el consecuente desarrollo folicular<sup>36, 37</sup>.

---

<sup>32</sup> GRANDE, PAULA ADRIANA y SANTOS, G. T. O. Uso do perfil metabólico na nutrição de vacas leiteiras. Núcleo Pluridisciplinar de Pesquisa e Estudo da cadeia Produtiva do Leite, 2008.

<sup>33</sup> GONZÁLEZ, HD. y WITTEWER, F., Contreras PA. Perfil metabólico em ruminantes. Seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

<sup>34</sup> ÁLVAREZ J.L. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001.

<sup>35</sup> LUCY M.C. THATCHER y STAPLES, Op. Cit., pp. 135-145.

<sup>36</sup> HIBBITT, KG. y HARESIGN, W., Effect of protein on the health of dairy cows. En: Cole DJA (ed). Rec. Develop. Rumm nutria, Vol. 2. Oxford: First ed, 1988. pp. 184-95

<sup>37</sup> JOLLY, PD, Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. J. Repr. Fertil. Suppl, 1995. 49: pp. 477-492

Hibbitt KG. y Haresign W. y Jolly P.D. asevera que:

La potenciación del mecanismo de retroalimentación negativo, mediado por estradiol, sobre la secreción de gonadotropinas, puede estar relacionada con el incremento en las concentraciones de esteroides libres (no ligados) en plasma, debido a la reducción del recambio metabólico o al reducido ligamiento proteico en el plasma. La capacidad reducida de ligamiento de la proteína(s) ligadora(s) de esteroides sexuales ha sido asociada con los bajos consumos de energía y con la supresión del incremento de la capacidad ligadora estimulada por la hormona del crecimiento y estradiol<sup>38</sup>.

Según los autores revisados se concluye que la concentración plasmática de hormonas esteroideas que afectan la regulación por retroalimentación de la secreción de gonadotropinas o el mantenimiento de la preñez temprana es determinada no solo por los productos del ovario, sino también, por los factores que afectan el ligamiento proteico en el plasma o las tasas de despacho metabólico, las cuales pueden variar con el estado nutricional y lactacional.

Hibbitt K.G. y Haresign W. y Jolly P.D. mencionan que:

Si los efectos nutricionales sobre el desarrollo y funcionamiento folicular en las especies monoovulares como son las vacas, son debidos simplemente a cambios en la secreción de gonadotropinas o involucran efectos locales entre el ovario mediados por hormonas metabólicas o factores de desarrollo, es desconocido. Sin embargo, todos los estudios en vacas muestran que los efectos de la subnutrición sobre el desarrollo y funcionalidad del foliculo son similares a los ocasionados por una reducida secreción de LH o FSH; aunque ninguno de estos estudios ha examinado si la nutrición puede modular la concentración de LH o FSH requerida para inducir estos efectos y, por tanto, la sensibilidad del ovario a la estimulación por gonadotropinas<sup>39</sup>.

La eficiencia reproductiva de un hato se traduce en la adopción y manejo de conceptos, técnicas y tecnologías que van en pro del diagnóstico y mejoramiento de dicha condición. Es así que una de esas técnicas es la sincronización de celos.

---

<sup>38</sup> Ibid., p. 180.

<sup>39</sup> HIBBITT y HARESIGN, Op. Cit., pp. 184-95.

Cloazo M., afirman que:

Para una efectiva sincronización del celo ha sido la meta de muchos investigadores desde que la técnica de inseminación artificial está disponible. La administración de prostaglandina es el método más comúnmente utilizado para la sincronización de celos. Sin embargo, la detección de celo lleva mucho tiempo y mano de obra, depende de las influencias ambientales (Ej., mal piso e inclemencias climáticas) y suele ser ineficiente e imprecisa. Por lo tanto, en los últimos años se han desarrollado muchos protocolos para minimizar la necesidad de la detección de celos. El uso de progestágenos ha sido empleado para extender la fase luteal, resultando en mayor cantidad de animales detectados en celo en un periodo más corto pero con menor fertilidad<sup>40</sup>.

Programas de sincronización de celo que permitan realizar inseminación artificial a tiempo fijo, son aquellos que utilizan progestágenos. Estos pueden administrarse mediante dispositivos que liberan lentamente la carga hormonal asemejando un cuerpo lúteo funcional que permitirá manipular de cierta manera el desarrollo ovárico del animal.

Para Meneghetti et al: “una de las bases fisiológicas de los protocolos de sincronización del estro es el reclutamiento de una nueva onda folicular convirtiéndose en el primer paso para la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF). Farmacológicamente esto se puede lograr mediante la inducción de la ovulación del folículo dominante o por atresia folicular”<sup>41</sup>.

BÓ, G.A, et al. “mencionan que el uso de implantes intravaginales de progesterona (P4) y el uso de benzoato de estradiol (BE) es uno de los tratamientos más populares para la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en hatos de producción de carne o de leche”<sup>42</sup>.

Para Ayres, “Esta base se ha convertido en una de las más usadas y con mejores resultados; La administración de BE al final del tratamiento con progesterona ha resultado en tasas de ovulación satisfactorias”<sup>43</sup>.

---

<sup>40</sup> COLAZO, M. El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas ciencia veterinaria. 2008. Rec. Develop. Rumm nutri. Vol 9 No 1.

<sup>41</sup> MENEGHETTI, M; SA´ FILHO, O.G; PERES, R.F.G. y LAMB, G.C. Vasconcelos J.L.M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for Bos indicus cows I: Basis for development of protocols, Theriogenology, 2009. Vol 72. pp. 179–189.

<sup>42</sup> BÓ, G.A. Op. Cit., pp. 53–72.

<sup>43</sup> AYRES, H. Effect of timing of estradiol benzoate administration upon synchronization of ovulation in suckling Nelore cows (Bos indicus) treated with a progesterone-releasing intravaginal device, Animal Reproduction Science, 2008. Vol. 109. pp. 77–87.

Cavaliere y Madureira mencionan que:

El tratamiento se puede describir así: inserción de un dispositivo de liberación de progesterona y administración de estradiol el Día 0 (para sincronizar la emergencia de la onda folicular y evitar el desarrollo de folículos persistentes), PGF al momento de la remoción del dispositivo a los Días 7 u 8 (para asegurar la luteólisis) y la subsiguiente aplicación de una dosis menor de estradiol 24 h más tarde o GnRH/LH 48 a 54 h más tarde para sincronizar la ovulación<sup>44, 45</sup>.

Según Martínez: “en programas de sincronización del celo una dosis baja de estradiol (1.0 mg) se administra 24 horas después de la remoción de la progesterona. Esto sincroniza un pico de LH (aproximadamente 16 a 18 horas después del tratamiento) y la ovulación (aproximadamente 24 a 32 horas después del pico de LH)”<sup>46</sup>.

Mafleloft menciona: “actualmente el dispositivo intravaginal CIDR® (Pfizer Salud Animal; Argentina) impregnado con progesterona (1,38-1,9mg) es uno de los más utilizados. El dispositivo CIDR® con 1.9 gr de progesterona ha sido aprobado en varios países para la sincronización el celo en vacas”<sup>47</sup>.

Para Meneghetti M. et al:

El manejo de este tipo de dispositivos puede tener variantes, es así que en un estudio realizado en Brasil con ganado de raza Nelore se utilizó dispositivos CIDR® que habían sido utilizados una o dos veces previamente y observar su implicación en las tasas de ovulación, concepción y preñez. La hipótesis de este estudio fue observar si un CIDR® que había sido utilizados previamente una o dos veces (9 días de cada uso) podría ser utilizado con la misma eficacia que la de los nuevos CIDR®. Los resultados que arrojó el experimento indicaron que entre los dispositivos de primer uso con los de dos y tres usos no se vieron afectadas las tasas de ovulación, concepción y preñez, es decir no había diferencias significativas en estos ítems entre los dos tipos de tratamiento<sup>48</sup>.

Ramírez. Et. al afirman que:

La actual situación económica de la ganadería mundial exige a los productores máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. En este contexto, la optimización de los parámetros y técnicas reproductivas es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar la performance productiva y las ganancias de

---

<sup>44</sup> CAVALIERI, J. Manipulation and control of the estrous cycle in pasture-based dairy cows. *Theriogenology*, 2006. Vol. 65. pp. 45-64.

<sup>45</sup> MADUREIRA, E.H. Controle farmacológico do ciclo estral com emprego de progesterone e progestágenos em bovinos. In *Simpósio sobre controle farmacológico do ciclo estral em ruminantes*, Fundacao da facultade de Medicina Veterinaria e Zootecnia. Bogotá: USP, 2000.

<sup>46</sup> Ibid.

<sup>47</sup> MAFLELOFT, Op. Cit.

<sup>48</sup> MENEGHETTI, M; SA´ FILHO, O.G; PERES, R.F.G. y LAMB, G.C. Op. Cit., pp. 179–189.

las empresas ganaderas, es así que la Inseminación Artificial (IA) constituye la mejor herramienta para la mejora genética en el ganado bovino<sup>49</sup>.

---

<sup>49</sup> RAMÍREZ, RONALD JUANCHO; ATANACIO, CARLOS ENRIQUE ALVARADO. Y MORENO, JORGE DANIEL JUÁREZ. Efecto de tres protocolos de sincronización de celo en la tasa de preñez de dos grupos raciales de vacas lactantes en el distrito de puerto inca. Bogotá: s.n., 2015.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1. Localización

Según CORPONARIÑO en su reporte diagnóstico,

El área de estudio se encuentra en la jurisdicción del municipio de Puerres, zona del trópico alto del Departamento de Nariño localizado al sur-oriente del departamento de Nariño, haciendo parte de la región que conforman los municipios de la Exprovincia de Obando-ASOBANDO, distante 95 kilómetros de Pasto, por la carretera panamericana que comunica con la frontera ecuatoriana. El Municipio de Puerres se encuentra localizado entre las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 0° 39' N (Confluencia de los ríos Sucio y Guamués) 0° 56' N (Confluencia de los ríos Angasmayo y Guaitara) Longitud: 77° 04' W (Confluencia de los ríos Sucio y Guamués) 77° 29' W (Confluencia de los ríos Tescual y Guaitara), El municipio de Puerres como área geográfica de estudio, cuenta con una clasificación Holdridge de bosque húmedo montano<sup>50</sup>.

### 5.2. Unidades experimentales

Las fincas seleccionadas fueron de pequeños productores de leche bovina del Municipio de Puerres (Con una cantidad igual o menor a 20 animales en Producción). Dichas fincas fueron caracterizadas y se identificaron las prácticas de manejo productivo, reproductivo y sanitario de las mismas (FORMATO ANEXO A: FORMATO DE CARACTERIZACIÓN).

De cada finca se seleccionaron las vacas que cumplieron con los criterios de inclusión. Se logró una meta de revisión clínica, reproductiva y productiva de 300 vacas.

Con un total de 3361 hembras bovinas aptas para reproducción (Censo ICA 2015) en el municipio se calculó un tamaño de muestra descrito de la siguiente manera:

$$n = \frac{N \cdot Z_2 \cdot P \cdot (1-P)}{N \cdot e_2 + Z_2 \cdot P \cdot (1-P)}$$

Dónde:

**N** es el número de hembras bovinas aptas para reproducción que pertenecen a las fincas = 3361

**P**: Es la proporción de eficacia esperada con los tratamientos (50%)

**e**: Error aceptado en este estudio (10%)

---

<sup>50</sup> Corporación Autónoma Regional de Nariño, CORPONARIÑO, PFGBP. Diagnostico biofísico y socioeconómico Puerres-Nariño, 2008, p. 10.

**Z:** Nivel de confianza (90%)

Se obtuvo un tamaño de muestra de 70 animales y por facilidad de formación de grupos, impacto con los pequeños productores, extensión y proyección social y además a que algunas muestras presentaron alteraciones como hemolisis lo cual puede alterar significativamente los resultados al momento de procesar las mismas, se obtuvo un tamaño de muestra final de 68 bovinos (34 muestras por grupo). Se caracterizaron las fincas de pequeños productores en las cuales se encontró vacas que cumplieron con los criterios de inclusión propuestos y que son beneficiarias de la Unidad de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATA. En cuanto al total de fincas, esta se hizo de acuerdo a la selección de los animales. La totalización de datos se realizó por veredas y cada vereda coincidió con el mismo número de animales intervenidos con el fin de aplicar los tratamientos y comparar los resultados, tal como se explica más adelante.

### **5.2.1. Criterios de inclusión**

Las vacas se seleccionaron bajo los siguientes criterios de inclusión:

- Vacas pertenecientes a las fincas de pequeños productores
- Vacas pertenecientes a las fincas seleccionadas y caracterizadas.
- Vacas Raza Mestizo Holstein.
- Vacas no gestantes.
- Vacas con permanencia superior a 1 año en la finca.
- Vacas con 3 o 4 lactancias
- Vacas con Peso vivo entre 400 y 500 kg
- Vacas clínicamente sanas.
- Vacas con más de 120 días abiertos.

### **5.2.2. Criterios de exclusión**

Las vacas que no se seleccionaron se rigen bajo los siguientes criterios de exclusión:

- Vacas no pertenecientes a las fincas seleccionadas
- Vacas pertenecientes a fincas no caracterizadas.
- Vacas gestantes.
- Vacas con permanencia inferior a 1 año en la finca
- Vacas con 1, 2 o más de 4 lactancias.
- Vacas con pesos inferiores a 400 kg o superiores a 500 kg.
- Vacas con un proceso patológico evidente.
- Vacas con menos de 120 días abiertos.

Para lo anterior, se encuestó al propietario teniendo en cuenta la información consignada en la caracterización base, se realizó un examen clínico veterinario básico, el peso a los animales se estimó con Cinta para pesar bovinos de leche y la condición corporal se evaluó en una escala de 1 a 5. El análisis reproductivo se realizó por medio de ultrasonido.

### **5.3. Caracterización de las fincas**

Se realizó una caracterización base en un formato tipo encuesta, donde se consignaron las variables de manejo productivo, reproductivo y sanitario de cada finca seleccionada en la cual se incluyeron las vacas que catalogaron como aptas para el estudio. La caracterización de las fincas se totalizó y se analizó por veredas.

Anexo A: Documento Formato Caracterización.

### **5.4. Diagnóstico por ultrasonido**

A las vacas seleccionadas se les realizó una ecografía transrectal con el uso de un equipo KXL1500 (Real Time, Transductor Lineal de 7Mhz), mediante un barrido clásico identificando la morfología de las estructuras reproductivas cérvix, útero, y ovarios. Se hizo la medición del diámetro uterino. Para determinar la preñez de los animales, se les practicó ecografía diagnóstica luego de 50 días de haber realizado la inseminación.

### **5.5. Toma de muestras**

De cada vaca que se seleccionó se le tomaron 8 ml. de sangre con EDTA y entre 5 y 10 ml de sangre sin anticoagulante mediante venopunción coccígea y se empleó el sistema de tubos al vacío.

Estas muestras se llevaron refrigeradas en cavas de icopor con triple embalaje al Laboratorio de Diagnóstico Veterinario de la Clínica Veterinaria “Carlos Martínez Hoyos” de Universidad de Nariño donde fueron procesadas con los respectivos métodos analíticos para el metabolito designado que en este caso corresponde al  $\beta$ HB.

### **5.6. Procesamiento de muestras**

Las muestras de sangre en tubos de tapa roja sin anticoagulante y en tubos tapa lila con EDTA, se sometieron a centrifugación a 2000 rpm/10minutos y se depositó el sobrenadante en viales, se congeló a  $-20^{\circ}\text{C}$ , y con el suero se practicó la determinación de los niveles de  $\beta$ HB, tal como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Unidades y métodos analíticos para determinación en sangre de vacas mestizas Holstein del municipio de Puerres (Nariño).

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Método Analítico</b>	<b>Muestra</b>
<b>Betahidroxibutirato (<math>\beta</math>HB)</b>	(mg/dl)	Cinético Enzimático	Suero

En la Tabla 1 podemos observar el método analítico empleado para el análisis de Betahidroxibutirato ( $\beta$ HB) en suero sanguíneo y las unidades con las que se cuantifica su resultado (mg/dl).

### **5.7. Protocolos de sincronización de ovulación.**

Se tomaron dos grupos de 34 animales cada uno, y se asignó al azar un protocolo de sincronización. Al grupo (T1), se aplicó un implante intravaginal con 1,3 g de progesterona, más 2 mg de BE y al retiro, 7 días después, se aplicó 150  $\mu$ g. de PgF2 $\alpha$ , más 500 UI de Gonadotrofina Coriónica Equina (eCG) y al momento de la inseminación se aplicó 100  $\mu$ g de Gonadorelina (GnRH). Para el grupo dos (T2) se aplicó el mismo implante, más 2 mg de benzoato de estradiol (BE) y al retiro, siete días después, se aplicó 150  $\mu$ g de D-Cloprostenol (PgF2 $\alpha$ ) y 24 horas más tarde 1 mg de benzoato de estradiol, al momento de la inseminación se aplicó 100  $\mu$ g de Gonadorelina (GnRH). Todos los animales fueron inseminados 56 horas después de retirado el implante y el diagnóstico de preñez se hizo a los 50 días de la IATF, tal como se describe en la figura 1.

A cada vaca que calificó para el tratamiento de sincronización de celo se le tomó las respectivas muestras de sangre en ese momento para determinar los niveles de  $\beta$ HB.

El material genético con el cual se inseminó corresponde a la clasificación fenotípica y clínica que se obtuvo de los animales, se manejó Toros Raza Holstein con excelentes indicadores productivos, reproductivos, sanitarios y de conformación. Cabe recordar que el análisis genético, y el estudio de mejoramiento no hace parte de esta investigación y se cuenta con la información de la casa comercial.

Para efectos de manejo de la información y para facilitar el análisis de los datos de la información se totalizó por Veredas, cada vereda intervenida con el mismo número de unidades experimentales trabajadas, además este número resultó par, de tal manera que en cada vereda existían dos grupos de animales para los dos tratamientos.

**Figura 1.** Esquemas de los protocolos experimentales para cada uno de los dos tratamientos en vacas Holstein del Municipio de Puerres, Departamento de Nariño.

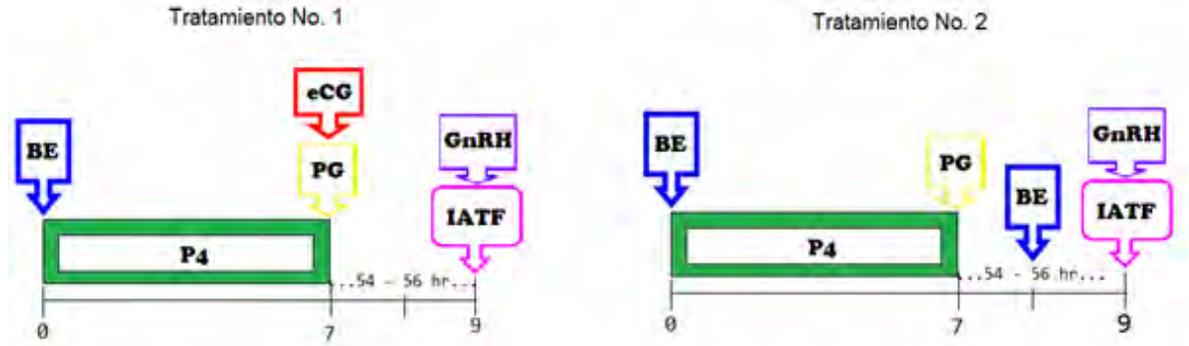


Figura 1 El día 0 representa el día de inicio de los tratamientos, IATF: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo; P4: Implante de Progesterona; eCG: Gonadotropina Coriónica Equina; BE: Benzoato de Estradiol; y PG: Prostaglandina; GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas.

### 5.8. Análisis estadístico

La información recolectada de la caracterización base, evaluación reproductiva, dimensiones uterinas y las pruebas sanguíneas se analizaron mediante estadística descriptiva y se presentó mediante tablas de frecuencias. Se calculó la media, desviación estándar, y coeficiente de variación los cuales se presentaron mediante gráficas estadísticas como graficas lineales, graficas de dispersión e histogramas de frecuencias principalmente.

Los resultados se expresaron en porcentaje de preñez y se usó Análisis de Varianza (ANAVA) y Diseño Irrestrictamente al Azar (DIA) para evaluar el efecto tratamiento, ciclicidad, peso vivo y diámetro uterino en la presencia de preñez u otra variable clínica y productiva que se estime conveniente.

Así mismo los datos obtenidos de perfil metabólico se compararon con los referentes de las variables fisiológicas para la raza y teniendo en cuenta las condiciones de manejo y entre los dos grupos de los tratamientos se utilizó la prueba T Student y exacta de Fisher; posteriormente se correlaciono entre los parámetros de la evaluación reproductiva, niveles de perfil metabólico, prácticas de manejo características y porcentaje de preñez mediante el procedimiento de correlación de Pearson.

Para el análisis estadístico se usó el paquete estadístico SAS System<sup>51</sup> y SPSS®.

<sup>51</sup> STATISTICAL ANALYSIS SISTEM INSTITUTE (SAS) User's guide. Raleigh, North Carolina. 1990 750 pp.

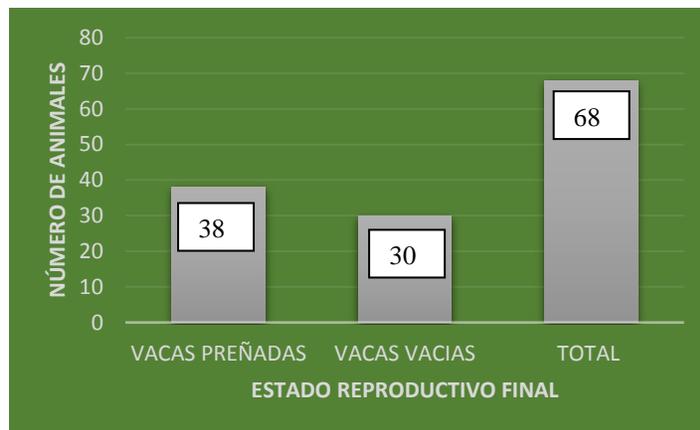
## 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Resultados reproductivos

**Tabla 2.** Resultados de preñez obtenidos en el presente estudio.

Resultado	N° de animales
Preñada	38
Vacía	30
<b>Total animales</b>	<b>68</b>

**Figura 2.** Resultados de preñez.



En la tabla 2 y figura 2 se consignan los resultados de preñez en el presente estudio y se interpretan teniendo en cuenta los bovinos que después de la implementación de los Tratamientos: T1 (eCG) y T2 (BE); que al momento de la evaluación ginecológica por medio de ultrasonografía diagnóstica 50 días después de haber realizado la inseminación (IATF) resultaron positivos para esta variable, los cuales fueron 38 vacas preñadas y 30 vacas vacías, de un total de 68 animales (n=68) de la zona estudio.

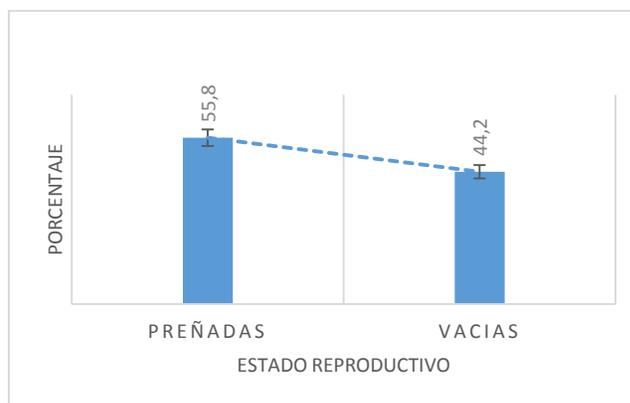
### 6.2. Porcentaje de preñez.

**Tabla 3.** Tabla de porcentaje de preñez obtenida.

Estado	Porcentaje
--------	------------

<b>Preñadas</b>	55,80%
<b>Vacías</b>	44,20%
<b>Porcentaje total</b>	100 %

**Figura 3.** Porcentaje de preñez obtenida.



En la tabla 3 y figura 3 se indican los datos de la tasa de preñez que fue de 55,8% aplicada a la totalidad de los animales (n=68), además en la figura 3 se grafican los resultados apuntados en dicha tabla y así hacer la observación ilustrada correspondiente.

Con la ejecución de la presente investigación se registró el porcentaje de preñez de las vacas y se comparó con los datos históricos reproductivos de otros estudios y así sustentar una alternativa como técnica en el servicio de Inseminación Artificial (I.A.) y poder contribuir y optimizar los parámetros reproductivos de la zona al mejorar tanto la eficiencia como la organización reproductiva de los animales.

#### **6.4. Protocolo empleado y resultados reproductivos numérico y porcentual**

##### **6.4.1. Tratamiento 1: Gonadotropina Coriónica equina (eCG):**

**Tabla 4.** Resultados de preñez con T1 (eCG).

<b>eCG</b>	<b>Resultado</b>
	Preñadas 23
	Vacías 11
<b>Total animales</b>	<b>34</b>

**Figura 4.** Resultado de Preñez con T1 (eCG).



**Tabla 5.** Resultado de Preñez con T1 (eCG).

eCG	Porcentaje
Preñadas	67,6
<b>Total animales</b>	<b>34</b>

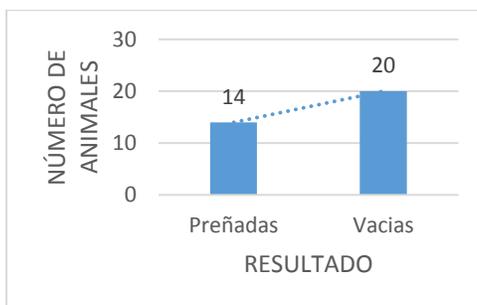
En la tabla 5 y figura 4, se consignan y grafican los resultados de acuerdo al protocolo utilizado en este caso podemos observar que con el Tratamiento 1 (eCG) se obtuvieron 23 vacas preñadas después de la implementación del protocolo y posterior confirmación ginecológica por ultrasonografía, En la tabla 4 se consigna el porcentaje final de preñez con el protocolo especificado fue de 67,6%.

#### 6.4.2. Tratamiento 2: Benzoato de Estradiol (BE)

**Tabla 6.** Resultado de preñez con T2 (BE).

BE	Resultado
	Preñadas 14
	Vacías 20
<b>Total animales</b>	<b>34</b>

**Figura 5.** Resultado de preñez con T2 (BE).



**Tabla 7.** Resultado de Preñez con T2 (BE).

BE	Porcentaje
Preñadas	41,2
<b>Total animales</b>	<b>34</b>

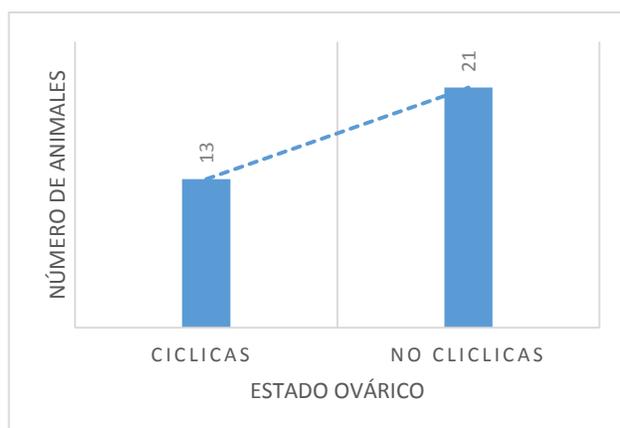
En la tabla 6 y figuras 5 y 6 se observa que dentro de los resultados obtenidos con el protocolo de sincronización donde se empleó Benzoato de Estradiol (BE), correspondiente al T2, se obtuvieron 14 vacas preñadas después de la IATF, en este caso las vacas que no se preñaron superan en número a las que si se preñaron, en la tabla 6 se apunta el porcentaje final de preñez con el protocolo mencionado que fue del 41.2%.

En consecuencia, el mejor tratamiento y con el cual se obtuvo mejores resultados en la región de estudio y con las practicas propias de la misma consiste en la aplicación del dispositivo de liberación de progesterona junto con el uso de BE, eCG y GnRH (T1), este tratamiento mostro en las hembras sometidas a este protocolo hormonal e IATF buenos resultados en el porcentaje de preñez, y por ende se observó que mejoraron los rendimientos reproductivos en general; cabe recordar que también se pueden utilizar otros protocolos dependiendo de la disponibilidad de recursos económicos del propietario y de la necesidad específica de un tratamiento en particular que corresponda correctamente según el estado reproductivo del animal a la hora de la evaluación ginecológica.

## **6.8. Resultados de preñez respecto a la ciclicidad.**

### **6.8.1. Resultados de preñez con eCG (T1) respecto a los animales cíclicos.**

**Figura 6.** Ciclicidad T1 (eCG)



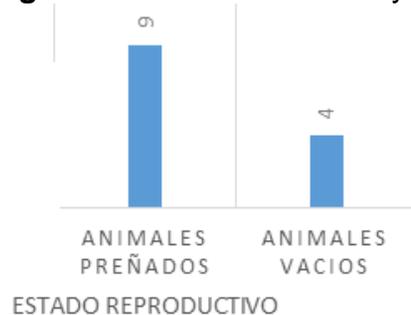
**Cíclicas:** Presencia de Cuerpo Lúteo (CL)

**No cíclicas:** Ausencia de CL

**Tabla 8.** Datos de ciclicidad T1 (eCG)

<b>Animales preñados</b>	<b>Animales vacíos</b>
<b>9</b>	<b>4</b>

**Figura 7.** Animales Cíclicos y estado reproductivo con T1 (eCG)



En la tabla 8 y Figura 7 podemos observar que de las 34 vacas que se sometieron al T1 9 quedaron preñados y 4 animales no se preñaron y que clasificaron como animales cíclicos.

Lo anterior es probable que haya resultado debido a que de acuerdo a DE RENSIS F.; LÓPEZ-GATIUS F.

La eCG mejora el desarrollo folicular y la tasa de ovulación del folículo preovulatorio dominante. A su vez, la calidad del Cuerpo Lúteo (CL) se mejora, y por consiguiente, la secreción de Progesterona (P4) aumenta causando un efecto positivo en el desarrollo y supervivencia del embrión. Todos los efectos mencionados pueden ser observados o no en animales cíclicos, pero son evidentes en animales en que la secreción de Hormona Luteinizante (LH) y la actividad ovárica se reduce o se ve comprometida, como en el periodo de posparto temprano, bajo condiciones estacionales de estrés por calor, en animales en anestro o en animales con Baja Condición Corporal (BCC)<sup>52</sup>.

Según DE RENSIS, y LÓPEZ-GATIUS “Por lo tanto la aplicación de eCG en vacas no cíclicas al momento que se realiza la inseminación es esencial para el éxito del tratamiento, y no hay fármaco alternativo capaz de remplazarlo”<sup>53</sup>.

En un estudio realizado por GARNICA, concluye que “la incorporación de 400 UI de eCG en los protocolos IATF en vacuno lechero cruzado bajo condiciones de

<sup>52</sup>DE RENSIS p. 177-182.

<sup>53</sup> Ibid., no 2, p. 177-182.

altitud y con una Buena Condición Corporal (BCS) no afecta al porcentaje de fertilidad<sup>54</sup>.

Lo anterior contrasta con el presente estudio realizado en Puerres donde el uso de eCG obtuvo incremento significativo en la fertilidad de los animales favoreciendo significativamente la el porcentaje de preñez de las vacas productoras de leche.

### 6.8.2. Resultados de preñez con BE (T2) respecto a los animales cíclicos.

**Figura 8.** Ciclicidad con T2 (BE)



**Cíclicas:** Presencia de Cuerpo Lúteo (CL)  
**No cíclicas:** Ausencia de CL

**Tabla 9.** Datos de ciclicidad con T2 (BE)

Animales preñados	Animales vacíos
8	6

**Figura 9.** Animales Cíclicos y estado reproductivo T2 (BE)



En la tabla 9 y Figuras 8, 9 podemos observar que de las 34 vacas que se sometieron al T2 (BE), 14 presentaron ciclicidad indicándonos la presencia de un

<sup>54</sup> GARNICA, Op. Cit., p. 2.

Cuerpo Lúteo (CL) y 20 no estaban cíclicas es decir no había evidencia de la existencia de un CL. De los 14 animales que presentaron ciclicidad 8 quedaron preñados y 6 no se preñaron, indicándonos que al momento del examen ginecológico en estos animales sometidos al T2 fueron más los animales que no estaban ciclando (20) respecto a los que si estaban ciclando (14), esto dentro del mismo tratamiento (T2), para una diferencia de 6 animales mas no cíclicos respecto a los cíclicos. En cuanto a los animales preñados, los cíclicos presentaron mayores índices de preñez (8) respecto a los no cíclicos (6), difiriendo del tratamiento anterior (T1) en donde hubo más animales preñados en el grupo de los no cíclicos.

### 6.8. Niveles séricos de Betahidroxibutirato ( $\beta$ HB)

Perfil bioquímico de  $\beta$ HB. Los datos obtenidos de los dos grupos (n=34 por grupo), fueron ordenados e ingresados en una planilla de Microsoft Excel y se realizó el cálculo de Desviación Estándar (S.), Mediana (Me.) y Promedio (Prom.), Valor Máximo (V. Max.), Valor Mínimo (V. Min.). Estos resultados se presentan en tablas y gráficos para su completo análisis.

**Tabla 10. Datos estadísticos para  $\beta$ HB**

<b>Análisis estadístico <math>\beta</math>HB</b>	
<b>Media</b>	0,51
<b>Mediana</b>	0,42
<b>Moda</b>	0,68
<b>Val. Min.</b>	0,1
<b>Val. máx.</b>	2,13
<b>S</b>	0,417
<b>Coefficiente Asimetría</b>	1,76
<b>Coefficiente Variación</b>	81,06

En la Tabla 10 podemos evidenciar que la Desviación Estándar (S) fue de 0,41 respecto a la Media que fue de 0,51 ( $0,51 \pm 0,41$ ).

En un estudio realizado por Gómez O. Laura en donde se evaluó el efecto de dos suplementos energéticos, se obtuvo que “no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos suplementados, no obstante, el tratamiento control si fue significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) a estos entre los días -15, 0 que corresponde al parto y los otros días muestreados que van del día 15 al 75 después del parto con una media de 0,83”.

Lo anterior se asemeja al estudio realizado en Puerres en donde no se pactico ningún tipo de suplementación diferente a la habitual realizada por el propietario y en donde la Desviación Estándar (S) fue de 0,41 respecto a la Media que fue de

0,51 (0,51±0,41) es decir con valores que van de 0,1 a 0,92; el tratamiento control del estudio realizado por Gómez O. Laura, arroja una media de 0,83 entre los días 15 a 75 en el grupo control que esta dentro del rango presentado para el metabolito presentado en Puerres.

**Tabla 11.** Datos estadísticos para T1 (eCG)

<b>eCG</b>	
<b>Media</b>	0,74
<b>Moda</b>	0,43
<b>Mediana</b>	0,59
<b>Valor min</b>	0,13
<b>Valor máx.</b>	2,13
<b>S</b>	0,46
<b>Coefficiente Asimetría</b>	1,2
<b>Coefficiente Variación</b>	63,8

En la Tabla 11 se consignan la estadística con los datos para el Betahidroxibutirato  $\beta$ HB concluyendo así que para este protocolo en particular (T1) la media o promedio fue de 0,74 y la desviación estándar (S) fue de 0,46 (0,74±0,46) (valor de referencia normal para este analito que es de 0,38 a 0,44 mmol/L).

La primera medida de variabilidad de los datos es el rango, en este caso podemos observar un amplio rango (0,13 a 2,13) en los datos que es el que contribuye a que el coeficiente de variación también resulte elevado (63,8) el cual puede deberse a la condición individual del estado metabólico de los bovinos evaluados. En general el coeficiente de variación se espera que no superen más de 30, siempre y cuando haya una variable dependiente (En el presente estudio el valor obtenido fue de 63,8); en este caso los valores  $\beta$ HB estarían explicados como una variable independiente o covariable ya que no sabemos a ciencia cierta el estado metabólico por el cual atraviesan los animales ni hay una variable respuesta (ejemplo: suministro de concentrado y/o suplementación especial), sin embargo hay una variación elevada de los datos ya que a pesar de que hay un 80% de homogeneidad en las características que se evaluaron en la investigación en cuanto a manejo y condiciones metabólicas, hay un 20% que no esta en el estudio que no es homogéneo y que escapan del control en la investigación y que pueden modificar este resultado como son las condiciones climáticas, nutricionales, metabólicas y de manejo particular.

También los niveles altos de  $\beta$ HB en la mayoría de los estudios son elevados los primeros días posparto ( $\pm 8$  días) es así que en un estudio realizado por Hernández

Ardón encontraron que “la incidencia de la cetosis subclínica fue positiva en el 46% (63 vacas) muestreadas en un periodo de siete a quince días pos-parto. De estos resultados, el porcentaje más alto se encontró a los ocho días después del parto con un 10.95% (15 vacas) y en menor cantidad 1.46% (2 vacas) a los 14 días”<sup>55</sup>.

A pesar de que los niveles de  $\beta$ HB fueron moderadamente altos en el estudio realizado en Puerres, existe una menor proporción con respecto al estudio realizado por Hernández Ardón esto puede ser causa de que los bovinos evaluados en Puerres se encuentran en el periodo posparto mayor a 120 días.

**Tabla 12. Datos estadísticos para T2 (BE)**

<b>BE</b>	
<b>Media</b>	0,28
<b>Moda</b>	0,1
<b>Mediana</b>	0,245
<b>Valor min</b>	0,1
<b>Valor máx.</b>	0,68
<b>S</b>	0,16
<b>Coficiente Asimetría</b>	0,92
<b>Coficiente Variación</b>	57,46

En la tabla 12 se apuntan los datos de la desviación estándar (S) fue de 0,16 respecto al promedio para el protocolo donde se utilizó BE que fue de 0,28 (0,28 $\pm$ 0,16). El coeficiente de variación estuvo por encima de 30 dada la variabilidad de los datos ya que a pesar de que hay un 80% de homogeneidad en las características que se evaluaron en la investigación en cuanto a manejo y condiciones metabólicas; hay un 20% que no esta en el estudio que no es homogéneo y que escapan del control en la investigación y que pueden modificar este resultado como son las condiciones climáticas, nutricionales, metabólicas y de manejo particular.

#### 6.14. Varianzas de los tratamientos

**Tabla 13. Varianza  $\beta$ HB**

<b>Varianza eCG</b>	<b>Varianza BE</b>
0,219	0,027

<sup>55</sup> Hernández Ardón et Al, INCIDENCIA DE CETOSIS BOVINA DURANTE EL POSPARTO TEMPRANO EN TRES GANADERÍAS LECHERAS DE LA ZONA OCCIDENTAL Y CENTRAL DE EL SALVADOR, Ciudad Universitaria San Salvador, Diciembre 2015

En la Tabla 13 se consigna que en el T1 los datos de la varianza o cuadrado medio están dispersos (variabilidad de los datos en relación a la media) en 0,21 respecto a la media que es de 0,74 ( $0,74 \pm 0,21$ ) y por lo tanto los datos en este caso no presentan mayor dispersión; En el T2 los datos de la varianza están dispersos en 0,02 respecto a la media que es de 0,28 ( $0,28 \pm 0,02$ ) al igual que en el caso anterior no presentan mayor dispersión.

#### 6.9. Prueba F para varianzas de dos muestras.

**Tabla 14.** Prueba F para varianzas de dos muestras.

	<b><math>\beta</math>HB eCG</b>	<b><math>\beta</math>HB BE</b>
<b>Media</b>	0,748	0,287
<b>Varianza</b>	0,219	0,027
<b>Observaciones</b>	34	34
<b>Grados de libertad</b>	33	33
<b>F</b>	8,048	
<b>P(F&lt;=f) una cola</b>	1,780	
<b>Valor crítico para F (una cola)</b>	1,787	

En la Tabla 14 se consigna los resultados de los niveles de  $\beta$ HB en donde F calculado de la muestra es mayor que f tabulado ( $8,04 > 1,78$ ) ( $p < 0,05$ ), por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna que nos sugiere que la varianza para  $\beta$ HB en este grupo y con las practicas de manejo características se comportan diferente entre los dos grupos eCG y BE.

#### 6.10. Prueba T para dos muestras suponiendo medias desiguales.

**Tabla 15.** Prueba T para dos muestras suponiendo medias desiguales.

	<b><math>\beta</math>HB eCG</b>	<b><math>\beta</math>HB BE</b>
<b>Media</b>	0,74	0,28
<b>Varianza</b>	0,21	0,02
<b>Observaciones</b>	34	34
<b>Difer. hipotética de medias</b>	0	
<b>Grados de libertad</b>	41	
<b>Estadístico t</b>	5,40	
<b>P(T&lt;=t) una cola</b>	1,49	
<b>Valor crítico de t (una cola)</b>	1,68	
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>	2,99	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	2,01	

En la tabla 15 se apuntan los resultados de los niveles de  $\beta$ HB en donde  $t$  calculado de la muestra es mayor que  $t$  tabulado ( $5,4 > 2,01$ ) las medias son diferentes por lo tanto aceptamos la Hipótesis alterna que no sugiere que las medias de los niveles de  $\beta$ HB con las practicas de manejo características, son diferentes entre los dos grupos eCG y BE.

### 6.11. Diámetro Uterino

**Tabla 16.** Varianzas Útero.

Varianza eCG	Varianza BE
12,41	10,97

En la Tabla 16 se registran las varianzas para el tamaño uterino e indica la variabilidad de los datos respecto al promedio calculado que en este caso es de para el T1 es de 15,09 y para el T2 es de 15,38.

### Prueba F para para varianzas de dos muestras

**Tabla 17.** Prueba F para varianzas de dos muestras.

	<i>Tamaño Útero eCG</i>	<i>Tamaño Útero BE</i>
<b>Media</b>	15,09	15,38
<b>Varianza</b>	12,41	10,97
<b>Observaciones</b>	35	35
<b>Grados de libertad</b>	34	34
<b>F</b>	1,13	
<b>P(F&lt;=f) una cola</b>	0,36	
<b>Valor crítico para F (una cola)</b>	1,77	

En la Tabla 17 el F calculado es menor a F tabulado ( $1,13 < 1,77$ ), se acepta la hipótesis nula y por tanto las varianzas son iguales o no tienen diferencias estadísticamente significativas entre ellas entre los dos grupos tratados eCG y BE.

### 6.12. Prueba T para dos muestras suponiendo medias desiguales

**Tabla 18.** Prueba T para dos muestras suponiendo medias iguales

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
<b>Media</b>	15,09	15,38
<b>Varianza</b>	12,41	10,9787059
<b>Observaciones</b>	35	35
<b>Varianza agrupada</b>	11,69	
<b>Diferencia hipotética de las medias</b>	0	
<b>Grados de libertad</b>	68	
<b>Estadístico t</b>	-0,35	
<b>P(T&lt;=t) una cola</b>	0,36	
<b>Valor crítico de t (una cola)</b>	1,66	
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>	0,72	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	1,99546893	

En la tabla 18 el T calculado es menor a T tabulado (-0,35<1,99), se acepta la hipótesis nula y por tanto las medias son iguales o no tienen diferencias estadísticamente significativas entre ellas y entre los dos grupos tratados eCG y BE es decir las medias del tamaño uterino con las practicas de manejo características se comportan de similar manera entre estos dos grupos; además al ser tanto las varianzas como las medias iguales es indicativo que el grupo es homogéneo dándole más validez a la prueba.

### 6.13. Datos estadísticos para Diámetro Uterino.

**Tabla 19.** Tabla de Datos estadísticos para el Diámetro Uterino.

<b>DIAMETRO UTERINO</b>	
<b>MEDIA</b>	15,23
<b>MODA</b>	10
<b>MEDIANA</b>	15
<b>VALOR MIN</b>	10
<b>VALOR MAX</b>	25
<b>S</b>	3,391

En la Tabla 19 se consigna los valores estadísticos para la variable Diámetro Uterino en donde la media obtenida fue de 15,23, la desviación estándar fue de 3,391 que nos indica que los valores se acercan o alejan 3,391 con respecto al promedio (15,23 ± 3,391).

### 6.14. Datos estadísticos para Diámetro Uterino (T1).

**Tabla 20.** Tabla de Datos estadísticos para Diámetro Uterino con eCG.

<b>eCG</b>	
<b>MEDIA</b>	15,09
<b>MODA</b>	10
<b>MEDIANA</b>	14,5
<b>VALOR MIN</b>	10
<b>VALOR MAX</b>	22
<b>S</b>	3,52

En la tabla 20 se apunta el tratamiento donde se empleo eCG en donde la desviación estándar fue de 3,52 respecto al promedio (15,09  $\pm$ 3,52).

### **6.15. Datos estadísticos para Diámetro Uterino BE (T2).**

**Tabla 21.** Datos estadísticos para Diámetro Uterino BE.

<b>BE</b>	
<b>MEDIA</b>	15,38
<b>MODA</b>	10
<b>MEDIANA</b>	15,3
<b>VALOR MIN</b>	10
<b>VALOR MAX</b>	25
<b>S</b>	3,313

### **6.7. Correlación eCG**

En este tratamiento en cuanto a los niveles de  $\beta$ HB el valor fue de  $r=0,10$  ( $r$ =Coeficiente de Correlación de Pearson). No hubo correlación de la preñez con los niveles de  $\beta$ HB (Preñez vs  $\beta$ HB).

En un estudio realizado por Saborío Alejandro y Sánchez Jorge encontrando que “bajo las condiciones del estudio y según los resultados de los análisis de registros, se considera que no existe evidencia para asegurar que la cetosis incide sobre los rendimientos productivos o reproductivos de los animales afectados”<sup>56</sup>.

Lo anterior coincide con el presente estudio realizado en Puerres en donde los niveles de  $\beta$ HB sanguíneo no se correlacionaron con la preñez; esto pudo ser a causa de que los animales al no ser de alta producción de leche no están sometidos al estrés productivo que si están sometidos los animales de alta

<sup>56</sup> Alejandro Saborío-Montero, Jorge Ml. Sánchez, RELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN SANGUÍNEA DE  $\beta$ -HIDROXIBUTIRATO E INDICADORES PRODUCTIVOS, REPRODUCTIVOS Y DE SALUD EN HATOS JERSEY Y HOLSTEIN, Agronomía Costarricense 40(1): 41-50. ISSN:0377-9424 / 2016

producción, también al ser animales con mas de 120 días abiertos en donde el desbalance energético en muchas ocasiones puede estar ya superado.

En este mismo tratamiento en cuanto a los la Ciclicidad el valor fue de  $r=0,03$ . No hubo correlación de la preñez con la ciclicidad (Ciclicidad vs Preñez), concluyendo que las vacas que si ciclaron fueron las que menos se preñaron resultando coherente ya que con el uso de los protocolos y la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo la preñez se da independiente de la ciclicidad e inclusive este es un parámetro para la implementación de los Protocolos de manejo de la ovulación en campo.

#### **6.16. Correlación BE.**

En el grupo BE el coeficiente de variación fue de  $r= 0,12$  que significa que no hubo correlación de la preñez con los niveles séricos de BHB (Preñez vs  $\beta$ HB); pero si hubo correlación de la ciclicidad con la preñez (Ciclicidad vs Preñez), con coeficiente de variación  $r= 0,70$ , esto se pudo haber presentado ya que en muchas ocasiones la ciclicidad es efectiva, es decir hay ovulación con el surgimiento de la ciclicidad y por lo tanto los animales están reproductivamente aptos para la fertilización.

#### **6.17. Correlación entre $\beta$ HB y prácticas de manejo.**

En el grupo del T1 (eCG), los niveles séricos de  $\beta$ HB no se correlacionaron con la fertilización de praderas ( $\beta$ HB vs fertilización de praderas)  $r=0,27$ ; no se correlaciono con la renovación de praderas ( $\beta$ HB vs renovación de praderas)  $r=0,06$ ; no se correlaciono con suministro de concentrado ( $\beta$ HB vs suministro de concentrado)  $r= 0,17$ ; no se correlaciono con suministro de sal ( $\beta$ HB vs suministro de sal)  $r=0,03$ , no se correlaciono con asesoría técnica ( $\beta$ HB vs asesoría técnica),  $0,19$ .

En el grupo del T2 (BE) los resultados en cuanto a los niveles de  $\beta$ HB no se correlacionaron con la renovación de praderas ( $\beta$ HB vs renovación de praderas)  $r= 0,14$ ; no se correlaciono con la fertilización de praderas ( $\beta$ HB vs fertilización de praderas)  $r=0,01$ ; no hubo correlación con el suministro de concentrado ( $\beta$ HB vs suministro de concentrado)  $r= 0,43$ ; no se correlaciono con el suministro de sal  $r=0,21$  ( $\beta$ HB vs suministro de sal), y no hubo correlación con la asesoría técnica ( $\beta$ HB vs asesoría técnica)  $r=0,05$ .

#### **6.18. Caracterización de la zona**

**Tabla 22.** Información general

Descripción	Unidad	Cantidad	Promedio	Porcentaje
-------------	--------	----------	----------	------------

<b>Fincas</b>	N.A.	36	N.A.	100%
<b>Extensión fincas</b>	Has	N.A.	2,8	N.A.
<b>Bovinos</b>	N.A.	70	N.A.	100%
<b>Peso Bovinos</b>	Kilogramos	N.A.	445,6	N.A.

En la Tabla 22 se muestran los datos obtenidos de la caracterización de la fincas del Municipio de Puerres, de las 36 fincas pertenecientes al estudio, la mayoría tienen una extensión de terreno entre 2 a 4 Hectáreas (Has) con un promedio de 2,8 Has de extensión, el número de Bovinos evaluados corresponde a 68 animales con un peso promedio de 445,6 Kilogramos.

**Tabla 23.** Información sobre tierras, aguas y cultivos

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Producción pastos</b>	Has.	N.A.	N.A.	85%
<b>Bosques</b>	Has	N.A.	N.A.	15%
<b>Agricultura</b>	Has.	N.A.	N.A.	12,5%
<b>Suelo</b>				
<b>Franco arcilloso</b>	N.A.	23	N.A.	64%
<b>Barroso</b>	N.A.	11	N.A.	4%
<b>N.A.</b>	N.A.	9	N.A.	25%
<b>Agua para riego</b>				
<b>Dispone de agua para riego</b>	N.A.	14	N.A.	39%
<b>No dispone agua para riego</b>	N.A.	22	N.A.	61%
<b>Renueva praderas</b>	N.A.	10	N.A.	28%
<b>No renueva praderas</b>	N.A.	26	N.A.	72%
<b>Realiza análisis suelo</b>	N.A.	0	N.A.	0%
<b>No realiza análisis suelo</b>	N.A.	36	N.A.	100%
<b>Tiene cerca eléctrica</b>	N.A.	3	N.A.	8%

<b>No posee cerca eléctrica</b>	N.A.	33	N.A.	92%
---------------------------------	------	----	------	-----

En la Tabla 23 se representa que en cuanto al uso del suelo un 85% en promedio del área la dedican a la producción de pastos y un 15% en promedio de las fincas dedican una extensión del 11,1% en promedio de área para bosques y un promedio de 12,5% del total de las fincas es dedicado a la agricultura, el suelo es predominantemente franco arcilloso con un 64%, solo un 39% disponen de agua para riego, y un 28% renueva praderas, en ninguna finca realizan análisis de suelo 0%, y solo un 8% de los predios posee cerca eléctrica; es aquí donde se debe tener especial importancia a la hora de analizar los fenómenos reproductivos, ya que los demás animales en estudio (92%) tienen los animales amarrados con estaca lo cual perjudica la expresión normal del celo y se limita solo a los momentos cuando los animales son llevados hacia la finca o ingresados al corral.

**Tabla 24.** Nutrición y alimentación pecuaria

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Área del total destinada a pastos</b>	-	-	85%	-
<b>Mejorados</b>	-	-	58,3%	-
<b>Naturales</b>	-	-	90,3%	-
<b>Silvopastoriles</b>	-	-	66,6%	-
<b>Fertiliza el suelo</b>	N.A.	21	N.A.	58%
<b>No fertiliza suelo</b>	N.A.	15	N.A.	42%
<b>División de potreros</b>				
<b>Libre pastoreo</b>	N.A.	10	-	28%
<b>Pastoreo en estaca</b>	-	26	-	72%
<b>Pastoreo en franjas</b>	-	0	-	-
<b>Ensila pastos</b>	N.A.	1	N.A.	3%
<b>No ensila pastos</b>	N.A.	35	N.A.	97%
<b>Suministra silo</b>	N.A.	1	N.A.	3%
<b>No suministra silo</b>	N.A.	35	N.A.	97%
<b>Suministra Concentrado</b>	N.A.	25	N.A.	69%

<b>No suministra concentrado</b>	N.A.	11	N.A.	31%
<b>Cantidad concentrado suministrado</b>	Gramos	N.A.	344,9	N.A.
Suministros de sal				
<b>Si suministra</b>	-	-	-	100%
<b>No suministra</b>	-	-	-	0%
<b>Cantidad de sal</b>	g/vaca/día	-	70	-
<b>Otra suplementación</b>				
<b>Papa</b>	-	1	-	3%
<b>Melaza</b>	-	1	-	3%
<b>Calcio</b>	-	1	-	3%
<b>N.A.</b>	-	33	-	91%
<b>Encierra el ganado en la noche</b>				
<b>Si encierra</b>	-	2	-	6%
<b>No encierra</b>	-	34	-	94%
Suministro alimento en la noche				
<b>Si suministra</b>	-	1	-	3%
<b>No suministra</b>	-	35	-	97%
<b>Tipo alimento</b>				
<b>Pastoreo</b>	-	1	.	3%
<b>N.A.</b>	-	35	-	97%

En la Tabla 24 se apunta que el 85% del total del área está dedicada a la siembra de pastos que es un área considerable, de los cuales un promedio del 90,3% son pastos naturales, en esta área el 72% de los animales están en pastoreo con estaca y un 94% no encierra los animales, un 97% no suministra alimentos en la noche.

El manejo dado a la producción de ganadería de leche necesita ciertas estrategias que mejoren la rentabilidad. Las características de la zona de Puerres, evidencian condiciones de manejo particulares como por ejemplo, son pocos los productores que utilizan estas estrategias, las fertilizaciones de los potreros con 58%; además hay otros factores importantes en la alimentación como el suministro de suplementos balanceados (concentrados), y ensilajes son de muy baja frecuencia en esta zona con unos porcentajes de 69% (suministro promedio de 344,9 gramos de concentrado) y el 3% del total de los productores suministra silo, el total de las

fincas (100%) suministra sal, siendo estos aspectos fundamentales para una suplementación adecuada que en los animales que recae directamente a la condición corporal.

Lo anterior es considerado por Ortuño B.C. y Loja P.J., quienes, “Lo determinaron aspecto importante en el periodo de transición parto-lactancia y puerperio tardío, siendo esencial para el pronto reinicio de ciclicidad”<sup>57</sup>.

**Tabla 25.** Ordeño

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Número ordeños</b>				
<b>1</b>	Ordeños/día	32	-	89%
<b>2</b>	Ordeños/día	4	-	11%
<b>Tipo de ordeño</b>				
<b>Manual</b>	-	70	-	100%
<b>Mecánico</b>	-	0	-	0%
<b>En campo</b>	-	70	-	100%
<b>Sala de ordeño</b>	-	0	-	0%
<b>En corral</b>	-	0	-	0%
<b>Rutina de ordeño</b>				
<b>Realiza lavado de pezones</b>				
<b>Si</b>	-	20	-	56%
<b>No</b>	-	16	-	44%
<b>Realiza secado de pezones</b>				
<b>Si</b>	-	18	-	50%
<b>No</b>	-	18	-	50%
<b>Realiza presellado de pezones</b>				
<b>Si</b>	-	6	-	17%
<b>No</b>	-	30	-	83%
<b>Realiza sellado de pezones</b>				

<sup>57</sup> ORTUÑO BARBA, Carlos. y LOJA PACHO, Jaime. Efecto de la grasa sobrepasante en el reinicio de la actividad ovárica y su relación con la glucosa y colesterol en vacas en período de transición. Tesis para título de “Médico Veterinario Zootecnista”. Cuenca Ecuador: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2016. 73 p.

<b>Si</b>	-	13	-	36%
<b>No</b>	-	23	-	64%
Usa filtros de leche				
<b>Si</b>	-	17	-	47%
<b>No</b>	-	23	-	64%
Lavado de cantinas				
<b>Si</b>	-	36	-	100%
<b>No</b>	.	0	-	0%
Realiza test de mastitis (CMT)				
<b>Si</b>	-	7	-	19%
<b>No</b>	-	29	-	81%
Respeta tiempo retiro medicamentos				
<b>Si</b>	-	11	-	31%
<b>No</b>	-	25	-	69%

La Tabla 25 nos muestra que el 89% de las fincas realiza un solo ordeño, la totalidad de las fincas (100%) realiza ordeño manual en el campo, el 56% de los productores realiza lavado de pezones, un 50% de los productores realiza secado de pezones, solo un 17% de los productores realiza presellado de pezones, un 36% realiza el sellado de pezones, un 47% utiliza filtros para la leche, todos los productores (100%) realiza lavado de cantinas, solo un 19% realiza la prueba de mastitis CMT (Californian Mastitis Test) y finalmente el 31% respeta el tiempo de retiro de los medicamentos.

**Tabla 26.** Parámetros Reproductivos

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Edad al primer servicio</b>	Meses	-	22	-
<b>Peso al primer servicio</b>	Kilogramos	-	322	-
Días abiertos				
<b>Intervalo entre partos</b>	meses	-	2,3	-
<b>Días lactancia</b>	Días	-	206	-
<b>Días parto a primer celo</b>	Días	-	23	-

<b>Días parto a primer servicio</b>	Días	-	101	-
Abortos				
<b>Si</b>	-	4	-	6%
<b>No</b>	-	66	-	94%
Retención de placenta				
<b>Si</b>	-	6	-	9%
<b>No</b>	-	64	-	91%
Utero y ovarios				
<b>Dimensión Uterina</b>	Milímetros	N.A.	15,2	N.A.
Ciclicidad general				
<b>Cíclicas</b>	N.A.	29	N.A.	41%
<b>No cíclicas</b>	N.A.	41	N.A.	59%

En la Tabla 26 se consigna que la edad al primer servicio se encuentra en 22 meses en promedio, con un peso promedio de 322 Kilogramos, hay un promedio de 2,3 meses (69 días) de periodo en días abiertos, hay un total de 206 días de lactancia en promedio, y un promedio de 23 días desde el parto al primer servicio; en un 6% de las fincas se han presentado abortos, en el 9% de las fincas se han presentado alguna vez retención de placenta, en cuanto a las dimensiones uterinas se encuentra que están en 15,2 milímetros en promedio, y un 41% de los animales al momento de la evaluación ginecológica se encontraban cíclicos.

**Tabla 27.** Parámetros sanitarios

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Realiza cuarentena</b>	N.A.	4	N.A.	11%
<b>No realiza cuarentena</b>	N.A.	31	N.A.	89%
Controla ingreso de personas				
<b>Si</b>	-	8	-	22%
<b>No</b>	-	28	-	78%
Registros de los animales				
<b>Lleva registros</b>	-	3	-	8%
<b>No lleva</b>	-	33	-	92%

<b>registros</b>				
Animales ingresan a finca				
<b>Identifica</b>	-	8	-	22%
<b>No identifica</b>	-	28	-	78%
Capacitación en ganadería				
<b>Ha recibido capacitación</b>	-	9	-	25%
<b>No ha recibido capacitación</b>	-	27	-	75%
Lleva registros sanitarios				
<b>Si</b>	-	11	-	31%
<b>No</b>	-	25	-	69%
Hato libre de Brucella y Tuberculosis				
<b>Si</b>	-	17	-	47%
<b>No</b>	-	19	-	53%
Realiza control de parásitos				
<b>Si</b>	-	33	-	92%
<b>No</b>	-	3	-	8%
Enfermedades que se han presentado				
<b>Diarrea</b>	-	5	-	75%
<b>Distocia</b>	-	1	-	1%
<b>Hipocalcemia</b>	-	2	-	3%
<b>Lesiones en piel</b>	-	1	-	1%
<b>Metritis</b>	-	2	-	3%
<b>Retención de líquidos</b>	-	4	-	6%
<b>Retención de placenta</b>	-	3	-	4%
<b>N.A.</b>	-	25	-	36%
<b>Ninguna</b>	-	4	-	6%
<b>No</b>	-	11	-	16%
<b>Casilla vacía</b>	-	12	-	17%
Cuenta con asesoría				

profesional				
<b>Si</b>	-	18	-	50%
<b>No</b>	-	18	-	50%

N.A.= No Aplica

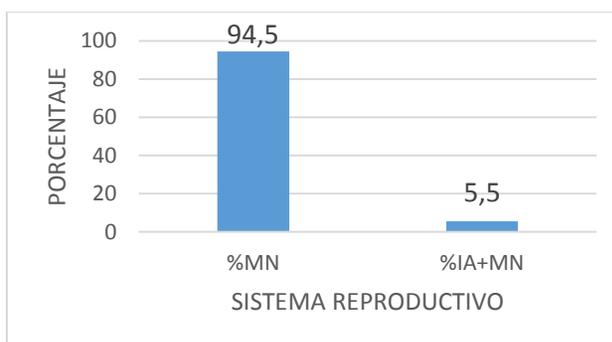
En la Tabla 27 se pauta que solo un 11% de los predios realizan cuarentena cuando ingresan animales nuevos, un 22% controla el ingreso de personas a sus predios y apenas un 8% lleva registros de sus animales, mientras que un 22% del total identifica los animales que ingresan al predio, un 25% ha recibido capacitación en ganadería, un 31% lleva registro sanitario de sus animales, un 47% de los predios cuenta con certificado de Hato libre de Brucella y Tuberculosis; el 92% de los productores realiza desparasitaciones periódicas de sus animales, la enfermedad que más se ha presentado en los animales de la finca es la diarrea con un 75%.

El manejo predominante para la ganadería de esta zona del Departamento de Nariño en base a los pequeños productores, resalta que hace falta más asesorías para que los productores puedan tener más conocimiento en cuanto la importancia de las patologías de carácter carencial y de las enfermedades reproductivas presentes en la region y la necesidad de buscar ayuda profesional para manejarlas; en cuanto al acompañamiento tecnológico y profesional en base al aprendizaje siendo un punto muy importante para el desarrollo de nuestro país, el 50% de productores cuenta con asesoría profesional.

**Tabla 28.** Sistema de servicios reproductivos

Monta natural	Monta natural + IA
94,5%	5,5%
<b>Número de Fincas</b>	36

**Figura 10.** Sistema de servicios reproductivos



En la Tabla 28 y Figura 10 se muestra que de las 36 fincas un 94,4% utilizan la monta natural como método reproductivo; y un 5,6% la monta natural combinada con la inseminación artificial como método de reproducción de sus animales.

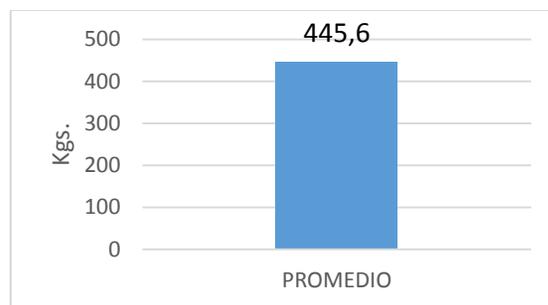
Otros factores de manejo que caracterizan la zona y que se investigaron para conocer el contexto en el cual se realizó este trabajo es lo referente al contexto reproductivo donde las biotecnologías son escasamente practicadas con tan solo 5,6% de productores conocen o practican la inseminación artificial y 0% la transferencia de embriones siendo la monta natural la práctica reproductiva la cual utilizan en sus animales los pequeños productores de la zona.

**Figura 11.** Condición corporal



En la Figura 11 se revela el promedio de la condición corporal, resultando en que los animales se encontraron con una CC de 2,8 en promedio de una escala de 1-5.

**Figura 12.** Peso de los animales



En la Figura 12 se muestra el promedio del peso de los animales evaluados que corresponde a 445,6 Kg.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- En primera instancia, se obtuvo un efecto directo del tratamiento sobre el porcentaje de preñez que es significativo e indica que es posible obtener tasas de preñez aceptables con la IATF en vacas mestizas Holstein de pequeños productores de los sistemas de producción lechera del tópicico alto del municipio de Puerres - Nariño y obviar de esta manera el inconveniente de la detección del celo.
- La tasa total de preñez obtenida fue de 55,8%; y para el tratamiento donde se empleó eCG se mejoro notablemente el desempeño reproductivo de las vacas de los sistemas de producción lechera del trópico alto del municipio de Puerres, a la vez que le permitió el establecimiento del Programa de Inseminación Artificial con el método más eficiente ajustándolo a las características de manejo y a las estrategias de alimentación y nutrición propias de la zona y con los recursos allí disponibles.
- El mejor tratamiento que se puede aplicar a la región de estudio y con las practicas propias de la misma consiste en la aplicación de dispositivos de liberación de progesterona junto con el uso de BE el día del inicio de dicho protocolo, y al retiro del dispositivo (día 7) con la aplicación de ecG y Prostaglandina más GnRH en el instante de la Inseminación Artificial (T1), este tratamiento mostro en las hembras sometidas a este protocolo hormonal e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo resultados positivos en la tasa de preñez, demostrando que es viable desarrollar protocolos de sincronización e IATF que permitan mejorar la eficacia reproductiva en bovinos de leche sometidos a este ambiente en particular y lograr una mejor organización de los servicios reproductivos; cabe aclarar que también se pueden utilizar otros protocolos dependiendo de la disponibilidad de recursos económicos así como se optimice los factores nutricionales que el propietario disponga para el periodo productivo y de la necesidad especifica de un tratamiento en particular que corresponda correctamente según el diagnóstico reproductivo inicial.
- La nutrición y las prácticas de manejo propios de cada finca y que se realizan en la región de estudio juega un papel importante en el desempeño productivo y reproductivo en los hatos. Según Overton y Waldron: “Es así como el manejo nutricional durante el periodo de transición puede tener implicaciones directas sobre el balance energético negativo, obteniendo una mejor respuesta a la insulina, y por ende, bajas tasas de trastornos metabólicos”<sup>58</sup>.

---

<sup>58</sup>Overton, T., & Waldron, M. (2004). Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. J Anim Sci, 87 (E. Suppl.): E105-E119.

- En un estudio realizado por Cedeño Q. et al. “Se considera como grupo riesgo las vacas en periodo seco, lo que obliga a tomar medidas preventivas para que la vaca llegue en óptimas condiciones al parto. Al igual que las vacas que se encuentran en el inicio de la lactancia, donde es importante evaluar la capacidad de adaptación del animal a un nuevo estado productivo”.<sup>59</sup>
- Según Cedeño-Quevedo, Darío A. “La región juega un papel importante como una fuente de variación de los resultados, lo que refleja cambios en el manejo nutricional de las vacas. Como era de esperarse para algunos metabolitos factores como el número de partos y el estado fisiológico de la vaca son fuentes de variación a considerar en la interpretación de perfiles metabólicos”.<sup>60</sup>
- La investigación del control hormonal del ciclo estral y, específicamente, los patrones de ondas foliculares han mejorado la base de conocimiento para el desarrollo de los programas de sincronización y posibilitado una estrecha sincronía entre el celo y la ovulación. Según Bó G.A., “Probablemente, la evolución de los programas recomendados continúe mientras aumenta el conocimiento básico y se vislumbran nuevos enfoques. Indudablemente, mantenerse informado y bien asesorado es la clave del éxito”.<sup>61</sup>
- La aplicación de los distintos protocolos depende de las características propias de cada hato, del tipo de manejo que se practique, de la nutrición, sanidad de los animales al momento de realizar el tratamiento, la precisión en el diagnóstico reproductivo y el sistema productivo propio de cada finca. Por otra parte el uso de protocolos de sincronización del celo nos permite mejorar el rendimiento reproductivo del hato obtener mejores tasas de preñez evitando mano de obra adicional encargada de detectar celos en las vacas, procurando un retorno rápido a la actividad reproductiva al lograr un reintegro controlado a la actividad cíclica de las vacas que es base del éxito de todo sistema productivo en ganadería de leche ya que vamos a disminuir los días abiertos causados por variedad de trastornos fisiológicos en el posparto, y por el contrario vamos a acercarnos más al objetivo de la producción ganadera de leche que es la producción de una cría por año.
- Para reducir las deficiencias en la detección de celo se ha llevado a crear protocolos de IATF y aun cuando puede existir variabilidad de resultados, es claro que se puede contar con una alternativa para disminuir las deficiencias reproductivas. Según Espinosa M., “Si bien los costos de las hormonas para realizar los protocolos de IATF son elevados, pero las deficiencias en la

<sup>59</sup> CEDEÑO-QUEVEDO, DARÍO A. A comparative study of metabolic mineral profiles on dairy farms from two regions in Nariño department. Orinoquia, 2011, vol. 15, no 2, p. 160-168.

<sup>60</sup> *Ibid.*, pp. 160-168.

<sup>61</sup> G.A. Bó, Programas de IATF en ganado bovino lechero., Spermova 1(1): 34-43

detección de celos son un mayor problema que puede afectar la producción de un establecimiento”<sup>62</sup>.

- Hay que señalar que una de las grandes deficiencias de los programas de sincronización es la inadecuada atención al manejo de los animales. Según Bó et al, “Los protocolos de sincronización son complementarios a un buen manejo pero no lo reemplazan por lo que debe considerarse el estado nutricional y la salud de los animales al momento del servicio y un periodo de descanso postparto mayor a los 50 días”<sup>63</sup>.
- Según Bó et al, “también hay que tener en cuenta que para obtener buenos resultados de las sincronizaciones dependen de las instalaciones, la disponibilidad del personal calificado y principalmente el cumplimiento de los horarios establecidos así como el manejo correcto de las hormonas y su aplicación”<sup>64</sup>.
- La implementación de protocolos de I.A. a tiempo fijo que se ajusten a las condiciones fisiológicas propias de los animales en el trópico alto contribuyen en el mejoramiento del desempeño reproductivo al obtener mejores tasas de preñez al momento de hacer la confirmación por medio de la temprana evaluación ginecológica.
- La implementación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo es una herramienta que resulta muy efectiva y de fácil ejecución en las fincas productoras de leche en donde la finalidad principal es lograr la mayor cantidad de preñeces en un periodo reducido y definido de tiempo ayudados por el diagnóstico ultrasonográfico temprano de la misma.
- Por otro lado, siendo que hasta la fecha no existen trabajos reportados de este tipo, que comunique resultados de procedimientos similares en ganadería de leche en los sistemas de producción del Municipio de Puerres, con la ejecución del presente proyecto la Universidad de Nariño se constituye en modelo tecnológico y promotor de desarrollo del gremio ganadero para la zona.

## **6.2. Recomendaciones**

- Prestar especial atención a la etapa de posparto temprano en la región estudiada y recomendar prácticas de nutrición y suplementación adecuada, ya que si no se hace lo anterior a pesar de que los animales pueden estar

---

<sup>62</sup> ESPINOSA, M. Efecto de diferentes protocolos para IATF sobre las tasas de preñez aplicados en ganado lechero. Córdoba: Instituto de reproducción animal Córdoba, 2010.

<sup>63</sup> *Ibid.*, p.12

<sup>64</sup> *Ibid.*, p.14

adaptados al déficit de energía puede haber animales susceptibles dentro del hato que no alcancen el nivel ideal de adaptación a este desbalance metabólico lo cual los puede hacer propensos a enfermedades, además de las conocidas deficiencias productivas y reproductivas.

- Teniendo en cuenta las prácticas de manejo características de la región y bajo las condiciones presentadas en el estudio realizado en Puerres se recomienda la aplicación de 500 UI de eCG al retiro del dispositivo intravaginal más 150 microgramos de Prostaglandina F<sub>2</sub>α (T1).
- Realizar estudios de los niveles de LH séricos para la zona con las características de manejo propias de la región y en donde se implementen los mismos protocolos de sincronización de la ovulación para evaluar los indicadores de fertilidad desde un perfil hormonal adecuado y observar si los niveles de LH sanguíneo influyen en la tasa de preñez.
- Se debe tener en cuenta la relación costo/beneficio del tratamiento de los protocolos utilizados teniendo en cuenta los porcentajes de preñez y como estos contribuyen a la eficiencia reproductiva en el hato al incrementar la tasa de concepción, en donde se puede lograr una eficiencia alta al concentrar tanto el periodo de servicio como los partos que si sumamos lo que se ahorra con esta técnica los costos se disminuyen significativamente, además que se garantiza la productividad para el siguiente periodo al confirmar la preñez mediante ultrasonografía y se evita estar a la expectativa de que si el animal en realidad se preña o no, que en términos de tiempo se acorta el periodo de espera desde el parto a la preñez al confirmar y tratar temprano las vacas vacías, en pocas palabras nos permite un óptimo desarrollo de la organización reproductiva.
- En estas condiciones ambientales presentadas en el municipio de Puerres y en todas las condiciones ambientales particulares de cada región es importante implementar prácticas de nutrición tempranas que nos permitan minimizar las pérdidas drásticas de la condición corporal de los animales en el periodo posparto que afectarían el metabolismo y a la fisiología reproductiva con su consecuente disminución de la productividad, así como monitorear los perfiles metabólicos sobre todo los niveles séricos de βHB en los primeros días posparto (7-15 días) en búsqueda de condiciones de adaptabilidad y manejo nutricional de los bovinos productores de leche.
- Se recomienda continuar con futuras investigaciones de los niveles séricos de βHB en distintas regiones de Nariño donde no se haya realizado una investigación similar, producto de que el estudio realizado en Puerres tiene significancia estadística ya que fue realizado en varias fincas y al ser el primer estudio que se realiza en la región cobra mayor significancia.

- Realizar investigaciones en otras regiones de Nariño sobre la presentación de cetosis clínica en sistemas de producción de leche con sistemas de manejos similares al estudio realizado en el Municipio de Puerres y así poder comparar el estudio y sacar nuevas conclusiones.
- Se recomienda realizar un control del manejo nutricional en un periodo de tres semanas de pre-parto, para evitar el desarrollo de la enfermedad en la lactancia<sup>65</sup>.

---

<sup>65</sup> Hernández Ardón et Al, INCIDENCIA DE CETOSIS BOVINA DURANTE EL POSPARTO TEMPRANO EN TRES GANADERÍAS LECHERAS DE LA ZONA OCCIDENTAL Y CENTRAL DE EL SALVADOR, Ciudad Universitaria San Salvador, Diciembre 2015

## BIBLIOGRAFÍA

ADEWUYI, AA; GRUYS, E. y VAN, E. Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. *Vet Q.*; 2005. 27.

ÁLVAREZ, JL. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001.

AYRES, H. et al. Effect of timing of estradiol benzoate administration upon synchronization of ovulation in suckling Nelore cows (*Bos indicus*) treated with a progesterone-releasing intravaginal device, *Animal Reproduction Science*, 2008. Vol 109.

BÓ, G.A., et al. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Rev Theriogenology*, 2002. Vol 57.

CAVALIERI, J, et al. Manipulation and control of the estrous cycle in pasture-based dairy cows. *Theriogenology*, 2006. Vol 65.

CEDEÑO-QUEVEDO, Darío A., et al. A comparative study of metabolic mineral profiles on dairy farms from two regions in Nariño department. *ORINOQUIA*, 2011, vol. 15, no 2,

COLAZO, M. et al. El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas ciencia veterinaria. 2008. *Rec. Develop. Rumm nutri.* Vol 9 No 1.

CORPOICA. Informe Científico. Seguimiento a problemas sanitarios en bovinos y fincas del departamento de Nariño asociadas con encharcamientos. 2012. [en línea] [Consultado 2015-07-27] Disponible en internet: [www.corpoica.org.co:8086/](http://www.corpoica.org.co:8086/)

CUENCA, G y MENZA, E. Comisión Regional de Competitividad plan Regional de Competitividad de Nariño. [informe final]. San Juan de Pasto: Comisión Regional de Competitividad de Nariño, 2009.

FRICKE, P. et al. Manejando trastornos reproductivos en vacas lecheras. Departamento de Ciencias Lácteas. Madison: Universidad de Wisconsin, 2005.

GONZÁLEZ, HD. y WITTEWER, F, Contreras PA. Perfil metabólico em ruminantes. seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

GRANDE, Paula Adriana y SANTOS, G. T. O. Uso do perfil metabólico na nutrição de vacas leiteiras. *Núcleo Pluridisciplinar de Pesquisa e Estudo da cadeia Produtiva do Leite*, 2008.

GUSTAFSSON, AH. y EMANUELSON, U. Milk acetone concentration as an indicator of hyperketonaemia in dairy cows: the critical value revised. *Anim, 1996. Sci*; 63:

HERDT, T. Variability characteristics and test selection in herdlevel nutritional and metabolic profile testing. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2000, Vol. 16.

HIBBITT, KG. y HARESIGN, W. Effect of protein on the health of dairy cows. En: Cole DJA (ed). *Rec. Develop. Rumm nutria*, Vol 2. Oxford: First ed, 1988.

JOLLY, PD, et. al. Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *J. Repr. Fertil. Suppl*, 1995. 49.

LEBLANC, S. J., LISSEMORE, K. D., KELTON, D. F., DUFFIELD, T. F., LESLIE, K.E., Major advances in disease prevention in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*. V. 89, 2006.

LUCY MC, MCDUGALL S, Nation DP. The use of treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture based management systems. *Anim Reprod Sci*, 2004, 82-83, 495-512.

LUCY, MC; THATCHER, WW. y STAPLES, RC. Postpartum function: Nutritional and physiological interactions. En: Van Horn, Wilcox CJ (Ed.). *Large Dairy Herd Management*. First ed, Champaign, 1992.

MADUREIRA, EH. Controle farmacológico do ciclo estral com emprego de progesterone e progestágenos em bovinos. In *Simposio sobre controle farmacológico do ciclo estral em ruminantes*, Fundacao da facultade de Medicina Veterinaria e Zootecnia. Bogotá: USP, 2000.

MENEGHETTI, M; SA´ FILHO, O.G; PERES, R.F.G. y LAMB, G.C. Vasconcelos J.L.M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: Basis for development of protocols, *Theriogenology*, 2009. Vol 72.

OSPINA, P. A., et al. Association between the proportion of sampled transition cows with increased nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate and disease incidence, pregnancy rate, and milk production at the herd level. *Journal of dairy science*, 2010. vol. 93, No 8.

RAMIREZ, Ronald Juancho; ATANACIO, Carlos Enrique Alvarado. y MORENO, Jorge Daniel Juárez. Efecto de tres protocolos de sincronización de celo en la tasa de preñez de dos grupos raciales de vacas lactantes en el distrito de puerto inca. 2015. Bogotá: s.n.

RAO, I., PETERS, M., VAN DER HOEK, R., CASTRO, A., SUBBARAO, G., CADISCH, G., & RINCÓN, A. Tropical forage-based systems for climate-smart livestock production in Latin America. *Rural* 21, 4. 2014.

VILLA, NA; CEBALLOS, A; CERÓN, D. y SERNA, CA. Valores bioquímicos sanguíneos en hembras Brahman bajo condiciones de pastoreo. *Pesquisa Agrop Bras*, 1999. Vol. 34.

WADE, GN. y JONES, JE. Neuroendocrinology of nutritional infertility. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2004. Vol 287.

WALSH, R; Et Al. The Effect of Subclincial Ketosis In Early Lactation On Reproductive Performance Of Postpartum Dairy Cows. *J Dairy Sci*.90: 2788-2796. En ZERBE, H; SCHNEIDER, N. Y LEIPOLD W. Altered Functional And Immunophenotypical Properties Of Neutrophilic. *Theriogenology*, 2000. 54.

WHITAKER D.A. Metabolic profiles In *Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of Cattle*. 2ª Edicion. Oxford: Blackwell Science; 2004.

STATISTICAL ANALYSIS SISTEM INSTITUTE (SAS) User`s guide. Releigh, North Carolina. 1990 750 pp.

# **ANEXOS**

## ANEXO A. FORMATO DE CARACTERIZACIÓN

### EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES BIOQUÍMICOS DEL BALANCE ENERGÉTICO Y MINERAL Y SU CORRELACION CON LAS PRACTICAS DE MANEJO Y TASA DE PREÑEZ EN VACAS SOMETIDAS A DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACION DE CELO, EN FINCAS PRODUCTORAS DE LECHE DEL TROPICO ALTO DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

#### FORMATO UNICO DE CARACTERIZACION DE FINCAS

##### 1. IDENTIFICACION GENERAL

Nombre de la Finca: \_\_\_\_\_  
Propietario: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_  
Municipio: \_\_\_\_\_ Corregimiento \_\_\_\_\_  
Vereda \_\_\_\_\_ Altura Media (msnm) \_\_\_\_\_  
Georreferenciación \_\_\_\_\_  
Precipitación Media Anual \_\_\_\_\_  
Temperatura Promedio °C \_\_\_\_\_  
Área Total \_\_\_\_\_  
Área en Pastos y Forrajes \_\_\_\_\_  
Área en Bosques \_\_\_\_\_  
Área en Construcciones \_\_\_\_\_  
Área Agrícola \_\_\_\_\_  
Otras \_\_\_\_\_

##### 2. INFORMACIÓN SOBRE TIERRAS, AGUAS Y CULTIVOS

Cultivos Principales \_\_\_\_\_  
Variedades \_\_\_\_\_  
Suelo Predominante \_\_\_\_\_  
Topografía: Plana % \_\_\_\_\_ Ondulada% \_\_\_\_\_  
Quebrada% \_\_\_\_\_ Otra% \_\_\_\_\_  
Fuente de Agua para los Animales: Acueducto \_\_\_\_\_ Nacimiento \_\_\_\_\_  
Quebrada \_\_\_\_\_ Reservoirio \_\_\_\_\_  
Dispone de agua para riego \_\_\_\_\_  
Realiza renovación de praderas \_\_\_\_\_  
Dispone de análisis de suelos para esta finca \_\_\_\_\_  
Posee Cerca Eléctrica \_\_\_\_\_

##### 3. NUTRICION Y ALIMENTACION PECUARIA

Área Destinada a Pastos: Mejorados \_\_\_\_\_ Naturales \_\_\_\_\_  
Silvopastoriles \_\_\_\_\_

Realiza Fertilización: \_\_\_\_\_ Con que: \_\_\_\_\_

División de Potreros: \_\_\_\_\_

Libre Pastoreo \_\_\_\_\_ Pastoreo en Estaca \_\_\_\_\_ Pastoreo en Franjas \_\_\_\_\_

Forrajes y Arbustos Forrajeros más usados \_\_\_\_\_

Ensila Pastos \_\_\_\_\_ Variedad \_\_\_\_\_

Suministra Silo a los Animales \_\_\_\_\_ Variedad \_\_\_\_\_

Suministro de Sal \_\_\_\_\_ Mineralizada \_\_\_\_\_ Blanca \_\_\_\_\_

Seca \_\_\_\_\_ Mezclada con agua \_\_\_\_\_ Mezclada con otro \_\_\_\_\_

Cantidad (gr/ vaca/día) \_\_\_\_\_ Fórmula \_\_\_\_\_

Suministra Concentrado \_\_\_\_\_ Cantidad (gr/vaca/día) \_\_\_\_\_

Fórmula \_\_\_\_\_

Maneja otro tipo de Suplementación \_\_\_\_\_