



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE

ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TEMA:

EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR ADMINISTRANDO
VITAMINAS Y OLIGOELEMENTOS QUELATADOS EN EL GANADO
LECHERO EN LA HCDA. SANTA ANA DE PASOCHOA, CANTON
RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA.

Tesis de Grado Previa a la obtención del Título de Médico Veterinario y
Zootecnista otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la
Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente,
Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia

AUTOR:

JAIME OSWALDO CHALACÁN RAMOS

DIRECTORA:

Dra. ÁNGELA CALDERÓN TOBAR PhD.

Guaranda - Ecuador

2015

EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR ADMINISTRANDO VITAMINAS Y OLIGOELEMENTOS QUELATADOS EN EL GANADO LECHERO EN LA HCDA. SANTA ANA DE PASOCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA.

REVISADO POR:

Dra. ÁNGELA CALDERÓN TOBAR PhD.

DIRECTORA DE TESIS

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS:

ING. AGR. RODRIGO YÁNEZ GARCÍA M.Sc

BIOMETRISTA

DR. LUIS SALAS MUJICA M.Sc.

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

DR. FRANCO CORDERO SALAZAR .

ÁREA TÉCNICA

DECLARACIÓN

Yo, JAIME OSWALDO CHALACÁN RAMOS, autor, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; a su vez este documento, no ha sido previamente presentado para ningún grado o clasificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por el autor.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Jaime Oswaldo Chalacán Ramos

C.I. 1001990140

DEDICATORIA

Al amanecer del día, a la luz infinita del horizonte, al sonido del viento, el palpitar del corazón y al abrazo fraterno: Mis Padres, el origen.

A mi equipo femenino de esperanzas compartidas y alegrías desbordantes de corazón: Lizeth Alejandra, Daniela Valeria, Camila Julieth, Jenny Anabelly mi abnegada esposa.

A mí amada familia que me ha enseñado que se puede llegar a una fiesta a bailar el ritmo que se está tocando.

AGRADECIMIENTO

Hago mi extensivo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente y Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia que representada por todos sus catedráticos, supieron entregar lo mejor de su sabiduría hasta lograr mi formación profesional y prepararme para contribuir al desarrollo y progreso del país.

A los Miembros del Tribunal de Tesis, Ing. Rodrigo Yánez en calidad de Biometrista, Dr. Luis Salas en calidad de Redacción Técnica, Dr. Franco Cordero en calidad de Área Técnica y en especial a la Dra. Ángela Calderón en calidad de Directora, quienes supieron estar en todo momento para guiarme y prestarme todo su conocimiento a fin de concluir de la mejor manera de esta investigación.

Hago un gran agradecimiento a la Hacienda Santa Ana de Pasochoa y a su propietario el Sr. Marcelo Chiriboga Dassun quien puso a mi disposición las instalaciones y los animales, a su vez también a los empleados de la hacienda.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULOS	Págs.
I. INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEÓRICO	4
2.1. Fisiología reproductiva de la hembra bovina	4
2.1.1. Control neuroendocrino del ciclo estral	4
2.1.2. Hormonas sexuales involucradas en el ciclo estral.	5
2.2. Fisiología del ovario	7
2.2.1. Foliculogénesis	7
2.2.2. Ondas Foliculares.	8
2.2.3. Fases del ciclo estral.	10
2.2.3.1. Dinámica Folicular Bovina.	13
2.2.3.2. Mecanismo de atresia folicular.	15
2.2.3.3. Actividad ovárica durante la gestación.	16
2.2.3.4. Reinicio de la actividad post-parto.	16
2.2.3.5. Actividad ovárica postparto	17
2.3. Alimentos.	18
2.3.1. Los oligoelementos	18
2.3.2. Vitaminas.	18
2.3.3. Importancia de los oligoelementos y vitaminas en bovinos lecheros.	19
2.3.4 Métodos de suplementación mineral	19
2.4. Bolos de depósito intraruminal	20
2.5. Vitaminas y Oligoelementos Quelatados.	21
2.5.1. Generalidades.	21
2.5.2. Ventajas.	21
2.5.3. Composición.	21
2.5.4. Forma de actuar de las vitaminas y oligoelementos quelatados.	22
2.6. Estudio sobre el interés de un suplemento nutricional para la preparación al celo y reproducción en las vacas lecheras.	23

III	MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1.	Materiales.	25
3.1.1.	Localización del experimento.	25
3.1.2.	Ubicación de la investigación.	25
3.1.3.	Situación climática y geográfica.	25
3.1.4.	Zona de vida.	26
3.1.5.	Material experimental.	26
3.1.6.	Material de campo.	26
3.1.7.	Material de oficina.	27
3.2.	Métodos.	27
3.2.1.	Factor en estudio.	27
3.2.2.	Unidades experimentales.	28
3.2.3.	Esquema del experimento.	29
3.2.4.	Análisis estadístico	30
3.2.5.	Métodos de evaluación y datos a tomarse.	30
3.2.6.	Procedimiento experimental.	32
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1.	Condición corporal	34
4.2.	Presencia de folículo pre administración.	35
4.3.	Diámetro de folículo pre administración.	36
4.4.	Presencia de folículo post administración	37
4.5.	Diámetro de folículo post administración.	38
4.6.	Crecimiento folicular.	41
4.7.	Correlaciones	42
V.	VERIFICACION DE LA HIPOTESIS.	44
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1.	Conclusiones.	45
6.2.	Recomendaciones.	46
VII	RESUMEN Y SUMMARY	
7.1.	Resumen.	47
7.2.	Summary.	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Págs.
1. Ciclos estrales de las hembras bovinas.	12
2. Situación Climática de sector de Santa Ana de Pasochoa	25
3. Condición corporal de las vacas lecheras.	34
4. Análisis de varianza para el diámetro de folículo pre administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.	36
5. Análisis de varianza para el diámetro de folículo 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.	38
6. Prueba de Tukey 0.05 para el diámetro de folículo 72 horas post administración.	39
7. Crecimiento folicular por observación en milímetros.	41
8. Crecimiento folicular en milímetros promedio por tratamientos,	41
9. Prueba de Tukey 0.05 en el crecimiento folicular.	42
10. Correlaciones de peso, condición corporal y dosis de vitaminas y oligoelementos quelatados.	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico N°	Págs.
1. Presencia de folículo ovárico pre administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.	35
2. Diámetro del folículo pre administración (prueba de Tukey)	36
3. Presencia de folículo 72 horas post-administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°

1. Mapa de ubicación del trabajo de campo.
2. Ficha de registro de semovientes.
3. Datos obtenidos en la investigación.
4. Fotografías del trabajo de campo.
5. Análisis de la varianza, prueba de Tukey y correlación.

I. INTRODUCCION.

El desempeño de los hatos lecheros está determinado por la eficiencia productiva y reproductiva en las hembras bovinas, en la manera de buscar a tiempo remplazos para las vacas que han cumplido su vida útil.

Es así que a inicios de su vida la hembra bovina, inicia la preparación de su sistema reproductivo y los ovarios.

En los ovarios los folículos son la unidad fundamental del mismo y son estructuras desencadenantes de los procesos reproductivos y de las fases del ciclo estral, estos procesos, están mediados por la compleja interacción del hipotálamo-hipófisis-ovarios a partir de la liberación de hormonas al torrente sanguíneo que dan inicio a la folículoogénesis.

En vacas lecheras bien alimentadas; la actividad de onda folicular se acompaña por dominación folicular, entonces es común encontrar presencia de celo y ovulación a los 10 días de paridas; sin embargo la ovulación ocurre más tarde que en una media 30.6 días post parto, ya que en algunas vacas y sobretodo en primíparas se han observado hasta 11 ondas foliculares antes que un folículo dominante finalmente ovulara.

A este proceso se conoce como dinámica folicular que es el proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo pre ovulatorio, esta dinámica folicular esta medida por una amplia gama de factores donde el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero juega un papel importante en la regulación hormonal, la dinámica folicular no solo que requiere del proceso hormonal, sino también del buen estado nutricional de la vaca es por ello que animales con un buen peso llegan al celo ovulatorio más rápido que otras y dejando rezagadas con varios días e incluso meses a vacas con mal estado nutricional y corporal.

Para suplir las necesidades existen dos procedimientos con el fin de prevenir y controlar las carencias minerales, uno modificar las cantidades de minerales

ingeridos por los animales mediante el empleo de fertilizantes que influyen sobre la composición mineral de los pastos y de la administración directa de minerales a los animales.

Es así que los requerimientos de vitaminas y minerales son altamente dependientes del nivel de productividad, siendo entendible la existencia de deficiencias nutricionales en animales de alta producción lechera, cuyos propietarios a veces no le proveen de los suplementos vitamínicos para tan alta producción láctea.

Cuando estos desbalances nutricionales son de corta duración y no demasiados severos, el metabolismo del animal los puede compensar, utilizando sus reservas corporales; sin embargo, si el desbalance es severo o moderado pero persistente, el animal agota sus reservas corporales y se presentan las enfermedades.

Lamentablemente, la mayoría de estas enfermedades tienen un efecto de difícil percepción, sin embargo actúan limitando la producción de un modo persistente que provoca disminución de la rentabilidad de la empresa pecuaria

En las razas lecheras, por condiciones climáticas adversas tanto en el trópico, como en las partes altas de la serranía, el estrés de producción, adaptación a las pasturas de baja calidad nutricional y enfermedades reproductivas, ha hecho que los déficit energéticos disminuyan ostensiblemente perjudicando la condición corporal de las vacas lecheras, esto da a un retraso y no funcionamiento de los folículos, ya que la actividad ovárica está influenciada por estos nutrientes.

En Hacienda Santa Ana de Pasochoa y otros pequeños productores lecheros desconocen o no le ponen interés a las deficiencias nutricionales de su hato y piensan que el animal con el simple hecho de comer pasto o darles sal mineral simple están cubriendo el desgaste energético, vitamínico y mineral del animal, cosa más equivocada.

Los mismos que pueden ser suministrados fácilmente por vía oral, el cual va a depositarse en el rumen, donde tendrá un tiempo de disolución de 3 días, y favorecerá la aparición de los celos.

Por ello la finalidad del presente estudio fue evaluar la dinámica folicular administrando vitaminas y oligoelementos quelatados en el ganado lechero, en la hacienda Santa Ana del Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, considerando examinar la presencia de folículos ováricos mediante el uso de ecógrafo a los 27, 28,29 días post parto y evaluar el efecto de las vitaminas y oligoelementos quelatados en la dinámica folicular a las 72 horas post tratamiento.

II.MARCO TEORICO.

2.1. Fisiología reproductiva de la hembra bovina

2.1.1. Control neuroendocrino del ciclo estral

El ciclo estral está regulado por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero

- **Hipotálamo**

Ocupa solo una pequeña parte del cerebro en la región del tercer ventrículo, producen la hormona liberadora de gonadotropina o GnRH o LH, ACTH y el factor inhibidor de prolactina, también es fuente de oxitocina y vasopresina que se almacenan en la neurohipofisis (Hafez, 2002).

- **Hipófisis**

Está formada por una parte anterior o adenohipófisis y una posterior o neurohipófisis. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas, de las cuales la FSH y la LH cumplen un papel relevante en el control neuroendocrino del ciclo estral la FSH es la responsable del proceso de esteroideogenesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de esteroideogenesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. (Sintex, 2005)

Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son regulados por dos sistemas el tónico y el cíclico. El sistema tónico produce el nivel basal circulante, siempre presente de hormonas hipofisarias las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endocrinos de las gónadas. El sistema cíclico opera más agudamente, siendo evidente por solo 12-24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra. El modo cíclico tiene por función primaria causar la ovulación. La neurohipófisis almacena la oxitocina producida en el hipotálamo. Esta hormona tiene varias funciones como son intervenir en el

mecanismo del parto, bajada de leche, transporte espermático e intervendría en el proceso de luteólisis. (Sintex, 2005)

- **Ovarios**

Son glándulas exocrinas (liberan óvulos) y endocrinas (secretan hormonas). Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar a los estrógenos, la progesterona y la inhibina. Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blancos como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central, el cual estimula la conducta de celo y el hipotálamo donde ejerce un “feed back” negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico la progesterona, hormona esteroidea, es producida por el cuerpo lúteo por acción de la LH. Los efectos de la progesterona se observan después que el tejido blanco a estado expuesto durante cierto tiempo y la estimulación de los estrógenos. Esta preparación por los estrógenos conduce a un efecto sinérgico.

Esta hormona prepara el útero para el implante del embrión y para mantener la gestación. A nivel hipotalámico ejerce un efecto feed back negativo sobre el centro tónico. La inhibina, hormona proteica es producida por el folículo ovárico (células granulosas) e interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH. Ejerce un feed back negativo a nivel hipofisiario, produciendo una mejor producción de FSH. (Sintex, 2005)

- **Útero**

Produce la prostaglandina F2a (PGF2a) la cual interviene en la regulación neuroendocrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico. Otras funciones son las de intervenir en los mecanismos de ovulación y del parto.

2.1.2. Hormonas sexuales involucradas en el ciclo estral

Los ciclos reproductivos y sus cambios están regulados por la interacción del sistema nervioso central con las hormonas de la glándula pituitaria anterior y los ovarios, es decir el sistema neuroendocrino del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios-útero. (Arthur, 2005).

Los estímulos del medio externo, actúan sobre estructuras nerviosas extra hipotalámicas como la glándula pineal que a su vez ejercen un efecto de estímulo sobre el hipotálamo, el cual en sus neuronas se encarga de la producción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) (Clarke, 2006).

Que es liberada en forma de impulsos, la GnRH en la eminencia media, difunde a los capilares del sistema portahipofisiario y de allí hasta las células de la adenohipófisis en donde estimula la síntesis de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), hormonas relevantes en el control del ciclo estral porque, según actúan sobre el ovario y causan la maduración del folículo y secreción de estrógeno (Arthur, 2005; Clarke, 2006; Callejas, 2006)

La FSH es la responsable del proceso de esteroideogénesis (folicular) “producción de estrógenos”, crecimiento y maduración del folículo dominante; la LH está involucrada en el proceso de esteroideogénesis (luteal) “liberadora de progesterona”, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. Estas dos hormonas son secretadas a la corriente sanguínea por medio de pulsos que varían en frecuencia y amplitud, y son reguladas por el sistema tónico y cíclico ubicado en el hipotálamo (Arthur, 2005)

La oxitocina almacenada en la neurohipófisis interviene en la luteólisis permitiendo la posterior ovulación del folículo dominante.

El estradiol es el estrógeno biológicamente producido por el ovario con pequeñas cantidades de estrona. Excepto por la posible secreción de pequeñas cantidades de estriol en la fase lute del ciclo, la mayor parte del estriol y estrógenos urinarios relacionados son productos de la descomposición metabólica del estradiol/estrona secretados. Todos los estrógenos ováricos se producen a partir de precursores androgénicos. (Hafez, 2002).

Refieren que la progesterona es producida en el cuerpo lúteo por acción de la LH y ejerce su acción después de que los órganos han sido estimulados por los estrógenos, preparando el útero principalmente para la gestación. (Roberts, 2005) y (Callejas, 2006).

Entre los días 16 a 19 del ciclo estral hay un descenso de los niveles de progesterona plasmática debido al incremento en la concentración de estrógenos. La inhibina, es una hormona proteica producida por las células de la granulosa del folículo ovárico e interviene en la regulación de la FSH, reduciendo la secreción de esta última por retroalimentación negativa sobre la hipófisis. El útero se encarga de la producción de la prostaglandina F2 alfa (PGF), que regula el ciclo estral a partir de su efecto luteolítico, además interviene en el mecanismo de ovulación y de parto. (Arthur, 2005).

2.2. Fisiología del ovario

El ovario además de producir y secretar las hormonas gonadales reproductivas, produce óvulos (Robert, 2005)

Las hormonas producidas por el ovario son: los estrógenos, los progestágenos, los andrógenos y la relaxina (hormona no esteroidea) (Tuner, 2004)

El ovario realiza tanto funciones exocrinas (liberación de óvulos) como endocrinas (esteroidogénesis). El tejido predominante del ovario es la corteza. Las células germinales primordiales se originan fuera de las gónadas y emigran a través del mesenterio del saco vitelino hacia las crestas genitales. (Hafez, 2002).

2.2.1. Foliculogénesis

El folículo ovárico es la unidad estructural y funcional del ovario, además es el compartimiento ovárico que permite al ovario cumplir su doble función de gametogénesis y esteroideogénesis. (Hafez, 2002).

La foliculogénesis es un proceso altamente selectivo donde usualmente solo un folículo asume dominancia y el destino del resto de los folículos es la atresia mediada por apoptosis; el mayor tipo de células que sufren este proceso son las células de la granulosa (Hsueh *et al.*, 2006).

La foliculogénesis ocurre en estado fetal, animales pre púberes y durante la gestación. Un folículo primordial está compuesto por un ovocito con crecimiento

detenido antes del nacimiento en la fase de diploteno de la profase I de la meiosis, rodeado por una sola capa de células de la pre granulosa (Nilsson *et al.*, 2007)

La formación de folículos primordiales ocurre durante el periodo fetal, refiere que el crecimiento folicular, desarrollo a un folículo de Graaf y ovulación ocurre solamente en hembras vacías después de la pubertad y durante el ciclo reproductivo. (Fortune, 2008).

El desarrollo y la atresia folicular están regulados por la síntesis de estradiol en las células de la granulosa. (Ginther, 2009).

El estrógeno y la progesterona están relacionadas con la calidad folicular no obstante otros factores intraovarios no esteroideos también sintetizados por las células de la granulosa están involucrados en la fisiología ovárica.

En las observaciones la RH estimula el AMPc en las células de la granulosa solamente en folículos con un diámetro mayor a nueve milímetros en taurinos y seis milímetros en cebuinos probando así que los folículos mayores a este diámetro adquiere receptores para RH y, por tanto, capacidad ovulatoria de esta forma, el tamaño de los folículos influye el potencial de desarrollo y el diámetro de los ovocitos (Witt y Kruij, 2007).

2.2.2. Ondas Foliculares

El crecimiento de folículos bovinos ocurre en un patrón denominado ondas de crecimiento folicular (Wiltbank, 2006).

Basado en estudios histológicos de ovarios, propuso la hipótesis de ocurrencia de dos ondas de crecimiento folicular durante el ciclo estral bovino, hipótesis reafirmada mediante ultrasonografía (Binelli, 2006).

Además determinaron que durante cada onda de crecimiento folicular existe una población de folículos pequeños, medianos y grandes en cada ovario, que los cuales uno se torna dominante, mediante un proceso de selección hasta el diámetro preovulatorio y generando la atresia de los folículos pequeños (Borges, *et al.*, 2006).

En la dinámica folicular ovárica pueden ocurrir de una a cuatro ondas de crecimiento folicular, en el 81% de los casos suceden dos ondas, también reportadas (Binelli, 2006), reportan que en el 80% de los casos ocurren tres ondas foliculares, halladas por (Borges *et al.*, 2006).

Existen diferencias en la dinámica folicular entre Bos Taurus (Taurino) y Bos Indicus (Cebuino), particularidad observada en el número de ondas de crecimiento folicular por ciclo estral, capacidad de secretar LH, área del tejido luteal, diámetro folicular en el momento de la divergencia y en la ovulación (Baruseli *et al.*, 2007).

En novillas Bos Taurus Indicus, la dinámica folicular es caracterizada por la presencia de dos ondas (33%) y tres ondas (57%), reportando hasta cuatro ondas por ciclo en Brahaman, Nelore y Gyr (Fortune, 2008).

En los animales de raza Holstein (Bos Taurus) predominan de dos a tres ondas de ciclo estral (Wolfelson *et al.*, 2007).

Además de la diferencia en el número de ondas foliculares, las hembras Bos Taurus Indicus reclutan mayor número de folículos por onda de crecimiento folicular que las hembras Bos Taurus indicus: $33,4^+_{-3,2}$ versus $25,4^+_{-2,5}$, respectivamente. En hembras taurinas con dos ondas de crecimiento folicular el diámetro del folículo dominante es de 17,1 y 16,5 mm para la primera y segunda onda; en cebuinas los diámetros fueron de 11,3 y 12,1 mm, respectivamente (Ginther *et al.*, 2009).

En el día uno y tres después del estro emerge una onda de folículos que varían de 10 a 50 con tamaño de dos a tres milímetros hasta los cuatro y seis milímetros, de estos, entre dos y cinco siguen creciendo según (Ginther, 2009), a partir de la transición de FSH a LH, donde ocurre la divergencia del folículo dominante (8,5 mm en taurinos y 6,2 mm en cebuinos) (Baruselli *et al.*, 2007), generando la regresión de los folículos menores, sin embargo, este folículo inicia su atresia luego de la fase luteal.

En la primera onda de crecimiento folicular, la fase de crecimiento va desde la emergencia hasta cerca del octavo al décimo día y la fase de regresión ocurre

después del décimo día, para hembras que presentan dos ondas de crecimiento folicular, mientras que tres ondas de crecimiento folicular se tiene del sexto al séptimo día de estática y séptimo a octavo día de regresión. (Silcoux, 2005)

En animales que presentan ciclo estral de dos ondas de crecimiento folicular el reclutamiento de la primera onda es identificada en el día de la ovulación, al día tres el folículo dominante está presente alcanzando el diámetro preovulatorio a los seis días, este folículo permanece estático hasta el inicio de la segunda onda en el día seis después de la ovulación, donde se produce el folículo de Graaf y ovulatorio. Asimismo, refieren que en un ciclo de tres ondas foliculares la fase estática del folículo dominante de la primera onda folicular es más corta y la fase lútea es más larga, en estos casos la tercera onda se inicia al día 16 y de esta se produce la ovulación (Savio, 2007)

En el octavo día del ciclo estral (o sexto, por la variación en el número de ondas) ocurre la emergencia de la segunda onda de crecimiento folicular y el proceso se reinicia; el folículo dominante de esa segunda onda regresiona (si hay tres ondas) o se torna folículo ovulatorio si ocurren dos ondas. (Bo *et al.*, 2008)

Variaciones en la dinámica folicular pueden deberse a factores como la dieta, manejo, producción de leche, periodo de lactancia, postparto (Ginther *et al.*, 2009)

La dieta puede afectar el patrón de ondas de crecimiento folicular, debido a que una nutrición pobre está asociada a bajas concentraciones de IGF-I circulante (Murphy *et al.*, 2005) reducción del diámetro del folículo dominante de todas las ondas y también reduce el tiempo de persistencia de este folículo durante la primera onda (Rhodes *et al.*, 2009), factores de tipo nutricional, de manejo y la época del año están relacionados con la dinámica folicular.

2.2.3. Fases del ciclo estral.

A continuación se realizara una descripción de los principales acontecimientos del ciclo estral.

El ciclo estral se puede dividir en 3 fases:

- fase folicular o de regresión lútea (proestro)
- fase periovulatoria (estro y metaestro)
- fase luteal (diestro)

El día cero del ciclo estral es el día del celo, signo visible a simple vista; sin embargo desde el punto de vista fisiológico, la descripción se realizara a partir de la destrucción del cuerpo lúteo y finalizara en la destrucción del cuerpo lúteo del próximo ciclo. (Sintex, 2005)

En el ciclo estral ocurren modificaciones en el ovario que cumplen dos fases: una estrogenica o folicular, dominada por el proestro y el estro, y una progestacional o luteal, dominada por el metaestro y por el diestro (Roberts, 2005), también reporta que la ovulación ocurre durante el metaestro. Así, el ciclo estral se puede dividir en tres fases: fase folicular o de regresión lútea (proestro), fase periovulatoria (estro y metaestro), fase luteal (diestro) (Callejas, 2006)

El intervalo entre el comienzo de un periodo de celo hasta el comienzo del siguiente se llama ciclo estrual, se regula de manera directa por la acción de hormonas del ovario y de forma indirecta por otras secretadas por el lóbulo anterior de la hipófisis y se divide en las fases llamadas proestro, estro metaestro y diestro. (Frandsen, 2001).

El proestro es la fase inmediatamente anterior al estro, donde hay un marcado incremento de la actividad de los órganos reproductivos, se evidencia luteólisis, los folículos crecen rápidamente, el útero se amplía, su mucosa se vuelve congestionada y edematosa y sus glándulas activas, la mucosa vaginal se vuelve hiperémica y sus células epiteliales se carnifican y su secreción se incrementa. El estro, es el periodo de aceptación al macho, las glándulas uterinas, cervicales y vaginales secretan mucho moco o fluido consistente, asimismo, la vagina y vulva están agrandadas y tumefactas, el cérvix esta relajado. (Arthur, 2005).

Luego de 12 a 24 horas de comenzado el celo, el sistema nervioso de la vaca se torna refractario al estradiol y cesan todas las manifestaciones psíquicas del mismo. (Luiz, 2009).

En el metaestro fase posterior al estro, la capa de células epiteliales de la ruptura del folículo sufren una rápida hipertrofia e inicia la luteinización, formando el cuerpo lúteo, las glándulas uterinas son activas, el musculo uterino relajado y el cérvix esta constreñido, el moco vaginocervical es escaso y pegajoso, la mucosa vaginal es pálida. (Arthur, 2005).

En la formación del cuerpo lúteo (luteinización) se produce una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que permiten que las células foliculares se transformen en células luteales, cambios que finalizan al séptimo día con un cuerpo lúteo funcional. (Luiz, 2009).

Bajo condiciones normales, el ciclo estral tiene una duración de 20 días en novillas y 21 días en vacas, el rango normal es de 18 a 22 y 18 a 24 días respectivamente, la duración del estro de 18 horas. (Arthur, 2005).

El ciclo estral dura veinte y un días en la vaca, de los cuales nueve son de diestro y tres de proestro, uno de estro y ocho de metaestro (Vatti, 2007), la duración del ciclo estral es de 18-24 días con una media de 21 de duración del estro para zonas templadas es de 18 horas en promedio con variación entre 12-28 horas, la ovulación ocurre de 10-15 horas después de finalizado el estro (Roberts, 2005).

Cuadro N° 1: Ciclos estrales de las hembras bovinas.

Fase	Vaca	Novilla	Ovulación
Proestro	3 días	-	-
Estro	18(12-28)horas	-	-
Metaestro	8 días	-	10-15 horas iniciado
Diestro	9 días	-	-
Ciclo total	21(18-24)	20(18-22)días	-

Fuente: Roberts, (2005).

2.2.3.1. Dinámica Folicular Bovina.

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren durante un ciclo astral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última.

Para describir la dinámica folicular bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia:

Reclutamiento: es el proceso por el cual una cohorte de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofina que permite avanzar hacia la ovulación. (Sintex, 2005).

Selección: Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación

Dominancia: Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos. La causa por la cual regresiona el folículo dominante de las primeras ondas (1 de 2 ondas y 2 de 3 ondas) sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular. (Sintex, 2005).

De cada onda folicular en crecimiento, un folículo grande individual y dominante sigue creciendo al tiempo que impide que los demás folículos crezcan más de 4 mm de diámetro. El crecimiento de los folículos a diámetros mayores de 4 mm depende de la hormona foliculoestimulante, pero folículos antrales grandes de 7 a 9 mm de diámetro transfieren sus requerimientos de gonadotropina a LH. La conservación y regresión del folículo dominante se vincula con cambios de la P4 y LH. De este modo, por lo menos un folículo grande está presente en el ovario

2.2.3.2. Mecanismo de atresia folicular

Todos los folículos de los ovarios de la hembra sufren atresia, “evento que puede ocurrir en el periodo pre natal”, porque una vaca de 10 a 14 años tiene hasta 25000 ovocitos presentes (cerca del 99,9% de los folículos no llegan a la ovulación) una vaca a los 10 años, teniendo un parto al año, tan solo puede ovular de 30 a 50 ovocitos. (Erickson, 2008), esto puede ser demostrado si se calcula que, un animal ciclando normalmente en un periodo de 15 años va a ovular menos de 300 ovocitos (ovulando cada 21 días o 17.4 veces al año, en 15 años igual a 260 ovulaciones y que por cada folículo que llega a término, 12 folículos sufren atresia) dentro de los 0.7 millones existentes al nacimiento. (Dayan, 2008).

Los mecanismos que delinear la atresia folicular no son bien conocidos, daños en el ADN, así como el inicio de la liberación de radicales libres de oxidación han sido propuestos como posibles mecanismos que permiten la activación de la cascada de apoptosis en los folículos atresicos (Buttker y Sandstrom, 2005).

La atresia es principalmente inducida durante la fase de dominación folicular y afecta folículos de todos los tamaños, según estos autores, el 85% de los folículos ováricos tomados en cualquier fase del ciclo estral son fasicos (Hsueh *et al.*, 2006).

La apoptosis mecanismo de muerte celular programada ha sido implicada en los procesos de normal funcionamiento del ovario y del crecimiento folicular así como la atresia y regresión del cuerpo lúteo. Según este autor este proceso ocurre en el periodo fetal y en la vida adulta la apoptosis es mediada por factores intrínsecos y extrínsecos que para (Johnson, 2005), son el estrés oxidativo, irradiación, activación de los genes promotores de apoptosis daño del ADN, citoquinas capa de proteínas virales o el retiro de factores de crecimiento. (Jhonstone *et al.*, 2004).

Los eventos de apoptosis y cambios de las concentraciones de estrógenos, progesterona y óxido nítrico, pueden estar relacionados con la calidad folicular.

Estos autores, reportan que un incremento en el óxido nítrico en el fluido folicular con una relación de estrógeno-progesterona <1 , sugiere en su intervención en la atresia de folículos subordinados. (Jolly *et al.*, 2006).

Así mismo, afirman que una relación estrógenos-progesterona <1 significa cambios en la concentración de esteroides que pueden preceder a la fragmentación de ADN. (Jolly *et al.*, 2006).

De igual manera los estudios sugieren que cambios repentinos en la concentración de óxido nítrico, pueden ser uno de los mecanismos involucrados en los procesos de atresia folicular de los folículos subordinados. (Hsueh *et al.*, 2006).

2.2.3.3. Actividad ovárica durante la gestación.

Durante los primeros tres meses de la gestación bovina, los ovarios continúan desarrollando ondas foliculares sucesivas con atresia del folículo dominante. En la primera onda folicular formada después de la concepción, se forma un folículo dominante de diámetro similar a un folículo ovulatorio, pero los folículos dominantes de ondas sucesivas disminuyen su diámetro acercándose cada vez más al diámetro de los folículos subordinados (Henao y Trujillo, 2008).

Durante el último tercio de la gestación continua el crecimiento de folículos antrales, pero estos no alcanzan el estado de madurez, debido a retroalimentación negativa sobre la GnRH generada por la elevada concentración de estrógenos placentarios en la sangre, disminuyendo por tanto el nivel basal de FSH y LH haciéndolas insuficientes para estimular el crecimiento y maduración folicular. (Rexroad y Casida, 2005).

2.2.3.4. Reinicio de la actividad post-parto.

La actividad folicular esta normalmente ausente en los primeros 10 días posteriores al parto, pero normalmente comienza rápidamente posterior a este momento.

En vacas lecheras bien alimentadas, la actividad de onda folicular se acompaña por dominancia folicular entonces es común encontrar presencia de celo y

ovulación desde los 10 días de paridas; la vaca de carne es similar; el reinicio de las ondas foliculares ha sido observada a los 10 días del parto, sin embargo la ovulación ocurre más tarde que en las vacas de leche (media 30.6 días).

En las vacas con condición corporal no deseable o pobremente alimentadas, la actividad folicular también se reinicia en este momento, per la dominancia puede estar ausente por varias semanas. En algunas vacas primíparas se han observado hasta 11 ondas foliculares antes que un folículo dominante finalmente ovulara. (Sintex, 2005)

2.2.3.5. Actividad ovárica post parto.

La actividad ovárica post parto de las vacas, parece estar relacionada directamente con el consumo de nutrientes y con la producción de leche. (Lucy *et al.*, 2009), debido a que para el retorno de la actividad cíclica ovárica se debe eliminar la sepsis bacteriana uterina y se debe presentar la involución uterina. (Lammoglia *et al.*, 2004). Para iniciar el reclutamiento de la primera onda folicular. (Sheldon, 2004).

La dinámica folicular post parto iniciada con el reclutamiento de la primera onda folicular, se relaciona con el balance energético, el número de folículos en cada onda folicular, el diámetro máximo alcanzado por el folículo dominante, el periodo parto-primera ovulación y la cantidad de progesterona producida por el primer cuerpo lúteo, eventos que parecen depender de la cantidad de nutrientes ingeridos y de la capacidad homeorretica de las vacas. (Lucy *et al.*, 2009).

La remoción de la unidad feto placentaria es acompañada de un descenso dramático en la concentración de progesterona y de estradiol en la circulación, aboliendo el efecto de retroalimentación negativa prolongada, y como consecuencia el eje hipotálamo-hipófisis-ovario inicia su recuperación. (Short *et al.*, 2007).

Es así que durante las primeras semanas del periodo post parto no parecen existir limitaciones del desarrollo folicular a causa de una deficiencia de FSH, pero sí de LH, especialmente en vacas tipo carne con reflejo de succión del ternero

constante. (Williams, 2004), y en vacas lecheras con un balance energético negativo (Buttler, 2007).

La liberación de pulsos de GnRH con baja frecuencia estimula la síntesis y liberación de FSH desde la primera semana post parto para favorecer el reclutamiento temprano de la primera cohorte de folículos de la cual se selecciona el primer folículo dominante postparto en el cuerno ipsilateral de la preñez (Buttler, 2007).

2.3. Alimentos.

2.3.1. Los oligoelementos.

El termino micro, oligoelementos o elemento traza se refiere a los elementos que están presentes en pequeñas cantidades en la dieta y son necesarios en pequeñas cantidades para el organismo (NRC 2001). Aunque representan menos del 0,01% de la masa total de un organismo, muchos son esenciales para la función normal (Rabiee *et al.*, 2010).

Los elementos traza son requeridos para un crecimiento y desarrollo normal de los animales, Participan en la síntesis de proteínas, son componentes estructurales de proteínas y son activadores de una amplia gama de sistemas enzimáticos (Ceylan *et al.*, 2008).

2.3.2. Vitaminas.

Las vitaminas tienen diversas funciones incluyendo la participación en muchas vías metabólicas, función celular inmune y regulación genética. Una carencia de vitaminas resulta en una enfermedad carencial específica, de las vitaminas liposolubles el ganado lechero requiere de las vitaminas A, D, E y K, sin embargo, las vitaminas A y E son las únicas con un requerimiento dietario absoluto (NRC, 2001).

Vitaminas A y E son dos nutrientes esenciales que juegan un papel muy importante en numerosos procesos biológicos. Debido a que son solubles en grasa, comparten varios mecanismos comunes relativos a su metabolismo y la transferencia a su descendencia. También se exhiben algunas funciones complementarias (Debier y Larondelle, 2005).

2.3.3. Importancia de los oligoelementos y vitaminas en bovinos lecheros.

Los minerales y vitaminas juegan un rol importante en la salud del ganado (McDowell, 2002).

Los minerales traza son necesarios para la síntesis de hormonas, la función reproductiva normal, síntesis de vitaminas, síntesis de enzimas y la integridad del sistema inmune (Rabiee *et al.*, 2010).

Los beneficios incluyen mejoras en la fertilidad y reducción en la incidencia de lesiones pódalas, entre otros (Nocek *et al.*, 2006).

Los requerimientos de vitaminas y minerales son altamente dependientes del nivel de productividad, el aumento de la tasa de crecimiento y producción de leche elevará en gran medida las necesidades de minerales. (McDowell, 2002).

La baja producción y la eficiencia reproductiva subóptima del ganado son debidas a una nutrición inadecuada, en particular a la carencia de minerales, ya que la actividad ovárica está influenciada por estos (Ceylan *et al.*, 2008).

2.3.4. Métodos de suplementación mineral.

Existen dos procedimientos para prevenir y controlar las carencias minerales. Los métodos indirectos para modificar las cantidades de minerales ingeridas por los animales mediante el empleo de fertilizantes que influyen sobre la composición mineral de los pastos y alimentos que se cultivan en los mismos y el segundo

grupo incluye todos los procedimientos de administración directa de minerales a los animales mediante su incorporación al agua de bebida o raciones o mediante el empleo de bloques de sales minerales para lamer, mezclar y soluciones de minerales, gránulos pesados e inyecciones parenterales (Underwood, 1981).

Los animales domésticos que consumen la totalidad o una proporción regular de su dieta total en recipientes, tolvas o comederos pueden recibir mejor los suplementos minerales mezclando los minerales precisos con la ración completa o con la porción concentrada de la misma. Los métodos más eficaces de proporcionar minerales son a través del uso de suplementos minerales combinado con concentrado. Esto asegura una adecuada ingesta de los elementos minerales por cada animal al consumir otros nutrientes. Este procedimiento representa un sistema ideal para proveer suplementos minerales a vacas lecheras bajo sistema de producción más intensivo pero no puede ser usado en ganado a pastoreo que reciben poco concentrado y dependen de los forrajes (McDowell, 2002).

2.4. Bolos de depósito intraruminal.

El uso de bolos de liberación prolongada es una alternativa de suplemento y puede ofrecer ventajas que permiten satisfacer los requerimientos mediante la liberación constante del elemento por largos periodos luego de una sola aplicación (McLellan, 2007).

El retículo-rumen proporciona un sitio donde los dispositivos de liberación controlada pueden retener y liberar su contenido directamente en el tracto digestivo del animal. Idealmente, un dispositivo intraruminal de liberación controlada debe liberar el bioactivo a un ritmo que es constante, ajustable e independiente del medio ambiente del rumen.

Una liberación a ritmo constante previene pérdidas por sub o sobre-dosificación (McLellan, 2007).

2.5. Vitaminas y Oligoelementos Quelatados.

2.5.1. Generalidades.

La solución para mejorar la fertilidad con oligoelementos quelatados gracias a una construcción molecular parecida, la absorción del complejo CAA es igual a la de los aminoácidos di y tripeptidos.

Las vitaminas y oligoelementos quelatados, permite la liberación regular durante 3 días (90 % del bolo se disuelve en 72 horas) (INRA, 2007)

2.5.2. Ventajas.

- Favorecer la aparición de los celos y aumentar el éxito de la primera inseminación artificial
- Estimula el ciclo hormonal y el desarrollo activo de los folículos.
- Participa en la involución del útero.
- Flushing mejora la detección de los celos.
- Mejorar la involución del útero y la reconstrucción del endometrio.

2.5.3. Composición:

Garantía 2 bolos de 60 g:	
Calcio	6.0%
Fosforo	4.0%
Zinc (quelatado)	4000 mg
Cobre (quelatado)	1500 mg
Manganeso (quelatado)	1500 mg
Selenio (selenito de sodio)	10 mg
Yodo	100 mg
Cobalto	50 mg
Vitamina A	1.500 000 UI
Vitamina E	5000 mg
Niacina vitamina PP	12 000 mg

Fuente: (Instituto Nacional de Investigación Agronómica INRA, 2007)

2.5.4. Forma de actuar de las vitaminas y oligoelementos quelatados.

- Da energía que es indispensable para una buena síntesis de las hormonas: tanto que el animal este perdiendo peso, los ciclos son infértiles.
- Proteínas para la reconstrucción del endometrio.
- El fósforo para una buena transferencia de la energía al ciclo de Krebs (ATP = adenosina - trifosfato)
- La vitamina A interviene directamente en las síntesis de las hormonas esteroideas (progesterona) y la regularidad del ciclo y para la multiplicación celular (producción de las células)
- La vitamina E y el Cobre facilita la anidación y limitan la mortalidad embrionaria y para estimular la inmunidad (ayuda a la limpieza) y protege las nuevas células muy frágiles (acción antioxidante).
- Manganeso, y Cobre para la síntesis de las proteínas y la buena calidad del endometrio
- Zinc, Selenio: para la detoxificación de las células muertas. (Zinc = colágeno)
- El zinc y el yodo (tiroxina T3) para una regularidad correcta de los ciclos
- Vitamina E Calcio, y Magnesio.- para el vigor muscular del útero y su buena irrigación sanguínea. (INRA, 2007)
- Los oligoelementos sirven para la reparar el celo y reproducción, aumentar el éxito en la primera inseminación artificial y reducir el número de vacas con 3 inseminaciones artificiales o más.

Las dosis son las siguientes:

Vacas lecheras: 2 bolos, 1 mes al parto

Novillas lecheras: 2 bolos, 1 mes antes de la inseminación

Vacas y novillas nodrizas: 2 bolos, 1 mes antes del periodo reproductivo

Día 30 al momento crítico del desarrollo del folículo ovárico.

Tiempo de disolución en el rumen: 3 días.

2.6. Estudio sobre el interés de un suplemento nutricional para la preparación del celo y reproducción en las vacas lecheras.

Composición por dosis de 500 ml.

1250000 IU de Vitamina A.

1500 IU de Vitamina E

3000 mg de Vitamina PP

2000 mg de Zinc bajo la forma de aminoácido hidratado quelatado

1000 mg de manganeso bajo la forma de aminoácido hidratado quelatado.

500 mg de cobre bajo la forma de aminoácido hidratado quelatado.

Los resultados de este estudio conjuntos con las últimas innovaciones sobre las vitaminas y oligoelementos quelatados realizado por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria francés (Instituto Nacional de Investigación Agronómica INRA, 2007) realizado en el 2001, se obtuvo una fertilidad del 66,7% en vacas con suplemento mineral mientras aquellas que no recibieron el suplemento registraron un fertilidad del 63,6%.

En el mismo estudio se obtuvo un registro de producción lechera durante 100 días de 2395 Kg en vacas con suplemento mineral mientras el grupo sin suplemento mineral tuvo en este mismo periodo una producción de 1865 kg.

Encuesta con 309 rebaños a propósito de los problemas de reproducción.

Factores de riesgo puesto de relieve	Número	
Déficit energético después del parto	191	62%
Detección de los celos y estación de reproducción	190	62%
Déficit en minerales, oligoelementos y vitaminas	111	36%
Manejo de las vacas secas y vaquillas	105	34%
Falta de higiene al parto	77	25%

Instituto Nacional de Investigación Agronómica INRA, 2007).

Infertilidad por otros orígenes no alimentarias como:

- Genéticas: la producción “metabólica” de las hormonas (insulina, IGF>Insulin -likegrowthhormon) tiene interacciones negativas con las hormonas de la reproducción IS (LH = Hormona luteinizante).
- Metritis: sí la vaca tiene una metritis, será infértil durante 70 días en 90% de los casos.

Higiene y confort de las granjas

Prevención nutricional

- Crecimiento insuficiente de: las novillas y vacas primíparas.
- Falta de observación de los celos. (Instituto Nacional de Investigación Agronómica INRA, 2007)

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Materiales.

3.1.1. Localización del experimento.

La investigación se llevó a cabo en la hacienda Santa Ana de Pasochoa de propiedad del señor Marcelo Chiriboga Dassun.

3.1.2. Ubicación de la Investigación.

País:	Ecuador
Provincia:	Pichincha
Cantón:	Rumiñahui
Parroquia:	Sangolquí
Sector:	Santa Ana

3.1.3. Situación Climática y Geográfica.

Cuadro N° 2. Situación Climática de sector de Santa Ana de Pasochoa.

PARÁMETROS CLIMATICOS.	
Altitud m.s.n.m.	2940
Humedad relativa (%).	70%
Precipitación media anual.	900 – 1100 mm
TEMPERATURA	
Mínima	8 °C
Media	17 °C
Máxima	26 °C
COORDENADAS DMS	
Latitud.	0°24'43.81'' S
Longitud.	78°27'41.53'' O
COORDENADAS GPS	
Latitud	-0°25'0''
Longitud	-78°25'59,88''

FUENTE: GAD Rumiñahui (2012).

3.1.4. Zona de vida.

Según la clasificación bioclimática de Holdridge, citada por la Organización Internacional de investigación científica multidisciplinaria (CAT, 2009), el sitio experimental se encuentra ubicado en la zona de vida bosque húmedo- templado fresco (bh – TF).

El lugar de experimentación ubicado en las faldas del volcán Pasochoa tiene las características típicas de la serranía andina donde la fertilidad de sus tierras proporciona pastos de buen calidad con buen volumen de forraje tale como holco, kikuyo, reygras, pasto azul, tréboles, etc., esto ha facilitado a que la población del lugar se dedique a la ganadería lechera en pequeña y a gran escala.

3.1.5. Material experimental.

- 16 vacas mestizas (Holstein y Jersey)
- 120 gr de vitaminas y oligoelementos quelatados por animal experimental.

3.1.6. Material de campo.

- Ecógrafo con transductor rectal.
- Guantes ginecológicos
- Guantes de cirugía
- Aceite de vaselina
- Overol
- Botas
- Alcohol
- Instalaciones.
- Brete o manga
- Extensiones eléctricas
- Aretes de identificación platicos
- Cinta bovinométrica.
- Marcador para escribir en los aretes plásticos.

3.1.7. Materiales de oficina.

- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Esfero, lápiz, borrador
- Carpetas anilladas.
- Grapas, clips, perforadora
- Hojas papel bond

3.2. Métodos.

3.2.1. Factor en estudio.

Para el presente estudio se utilizó 16 vacas mestizas (Holstein y Jersey) de 27, 28 y 29 días posparto.

- El grupo testigo T1, conformado por 4 animales no se les suministró ningún tipo de vitaminas, oligoelementos quelatados, y se procedió a observar el estado de los ovarios por medio de ecografía transrectal a los 27 y 32 días post parto, se comparó estos resultados con los obtenidos en los animales de los otros tratamientos.
- Al tratamiento T2, conformado por 4 animales, de 27 días post parto se valoró el estado de los ovarios por ecografía transrectal y se administró vitaminas, y oligoelementos quelatados, vía oral (intraruminal), mismos que se disolvieron a las 72 horas post administración, luego de esto se observó el estado de los ovarios, por medio de ecografía transrectal.
- Al tratamiento T3, conformado por 4 animales, de 28 días post parto se valoró el estado de los ovarios por ecografía transrectal y se administró vitaminas, y oligoelementos quelatados, vía oral (intraruminal), mismos que

se disolvieron a las 72 horas post administración, luego de esto se observó el estado de los ovarios, por medio de ecografía transrectal.

- Al tratamiento T4, conformado por 4 animales, de 29 días post parto se valoró el estado de los ovarios por ecografía transrectal y se administró vitaminas, y oligoelementos quelatados, vía oral (intraruminal), mismos que se disolvieron a las 72 horas post administración, luego de esto se observó el estado de los ovarios, por medio de ecografía transrectal.

3.2.2. Unidades experimentales.

La investigación se realizó con 16 vacas mestizas (Holstein y Jersey), es decir una vaca por Unidad Experimental que fueron distribuidas en 4 grupos con 4 repeticiones.

- **Grupo testigo o tratamiento T1:** conformado 4 vacas, las cuales no se les suministró ningún tipo de vitaminas, y oligoelementos quelatados, esperando la existencia de folículos ováricos a los 32 días post parto.
- **Grupo Experimental:** conformado por 12 vacas, distribuidas en tres grupos de 4 animales cada uno, así:
 - El segundo grupo o Tratamiento T2 conformado por 4 vacas de 27 días post parto se les administró 120 de gramos /animal, de vitaminas, y oligoelementos quelatados, vía oral (intraruminal), mismos que se disolvieron a las 72 horas post administración y se observó la existencia de folículos en los ovarios.
 - El tercer grupo o Tratamiento T3 conformado por 4 vacas de 28 días post parto se les administró 120 de gramos /animal, de vitaminas, y oligoelementos quelatados, vía oral (intraruminal), mismos que se disolvieron a las 72 horas post administración y se observó la existencia de folículos en los ovarios.

- El cuarto grupo o Tratamiento T4 conformado por 4 vacas de 29 días post parto se les administró 120 de gramos /animal, de vitaminas, y oligoelementos quelatados, vía oral (intraruminal), mismos que se disolvieron a las 72 horas post administración y se observó la existencia de folículos en los ovarios.

3.2.3. Esquema del experimento.

N°	Tratamientos	Código	Dosis	Vía administración	Total de animales por tratamiento	Descripción
T1	Testigo	T1Test.	ninguna	Ninguna	4	Presencia folículos ováricos
T2	VOQ 27 días post parto	T2D27	120 gr, 2 bolos/ animal	Oral (intraruminal)	4	Presencia folículos ováricos
T3	VOQ 28 días post parto	T3D28	120 gr, 2 bolos/ animal	Oral (intraruminal)	4	Presencia folículos ováricos
T4	VOQ 29 días post parto	T4D29	120 gr, 2 bolos/ animal	Oral (intraruminal)	4	Presencia folículos ováricos
Total de animales					16	

Fuente: Propia del Autor (2014).

Tratamientos	Repetición	Repetición	Repetición	Repetición
T1	1	1	1	1
T2	1	1	1	1
T3	1	1	1	1
T4	1	1	1	1
Total	4	4	4	4

Fuente: Propia del Autor (2014).

3.2.4. Análisis estadístico

Para el análisis de la investigación se usó un diseño completamente al azar constituido por cuatro tratamientos y cuatro observaciones; el total de animales empleados fueron 16 vacas; basados en el Análisis de varianza ANOVA (Infostat) cuyo detalle es:

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Error experimental.	12

Además se recurrió la Prueba de Tukey al 0.05.

Para el análisis de los datos se usó el programa estadístico Infostat.

3.2.5. Métodos de evaluación y datos a tomarse.

Los parámetros que se evaluaron en el presente estudio para determinar la eficacia de vitaminas y oligoelementos quelatados fueron:

- Condición Corporal de las Vacas en Estudio
- Presencia de folículos ováricos a los 27, 28 y 29 días post parto por ecografía transrectal.
- Presencia de folículos ováricos a las 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados por ecografía transrectal.
- Diámetro de los folículos en milímetros en pre y post tratamiento.

Condición Corporal de las vacas en estudio.

Este dato se recopiló por la mañana a los 27, 28 y 29 días post parto, y una vez realizado los grupos de tratamientos, con la ayuda de la cinta bovinométrica especialmente diseñada para ganado lechero, cinta que midió el área torácica del animal (pecho), medición que fue registrando en la nuestra ficha técnica

determinando el estado de condición corporal de cada animal dando una puntuación de 0 a 5, mediante la calificación según la escala internacional de evaluación (rango 1, 2, 3, 4 y 5 puntos; excelente, muy bueno, bueno, regular y deficiente respectivamente). (Edmondson *et al.*, 1989).

Presencia de folículos ováricos a los 27, 28 y 29 días post parto.

Antes de iniciar con la dosificación de vitaminas y oligoelementos quelatados, se realizó un chequeo ginecológico a los 27, 28 y 29 días post parto de las 16 vacas en estudio, tanto del testigo y de los tratamientos T2, T3 y T4, para constatar el estado de los ovarios mediante ecografía transrectal éste se introdujo por vía rectal y se manipuló con las manos hasta ubicar cada uno de los ovarios, los datos obtenidos se registraron en la ficha correspondiente.

La ecografía transrectal se realiza a través de la introducción de un transductor (sonda) ultrasónico en el recto, esto permite que la arquitectura de los ovarios, el útero y las estructuras circundantes sean visualizados y evaluados en cualquier tiempo. (Palgrave, 2012).

Presencia de folículo ovárico a las 72 post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.

Para el tratamiento T2, T3 y T4 se observó por la mañana de las 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados, es decir cuando la vaca cumplió 30, 31 y 32 días post parto respectivamente, la observación se realizó con la ayuda del transductor vía rectal verificando la existencia de folículos, y se registró en la ficha la presencia o no de folículos.

En el grupo testigo las vacas que no recibieron la dosis de vitaminas, oligoelementos quelatados pero se observó la presencia de folículos a los 32 días post parto, igualando el mismo tiempo de observación en ambos grupos, de igual manera se usó el transductor vía rectal, observando el estado de los ovarios.

Diámetro de los folículos.

Dato que se observó y se midió antes y después de la administración de vitaminas y oligoelementos quelatados es decir a 27, 28 y 29 días post parto pre administración, y a las 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados, es decir a los 30, 31 y 32 días post parto, estos procedimientos se realizaron con la ayuda del transductor vía rectal al mismo tiempo que se observó y se midió la presencia de folículos ováricos, registrando este dato en nuestra ficha en milímetros, ya que el diámetro de un folículo ovárico vacuno varía entre 10 y 20 mm. En hembras taurinas con dos ondas de crecimiento folicular el diámetro del folículo dominante es de 17,1 y 16,5 mm para la primera y segunda onda; en cebuinas los diámetros fueron de 11,3 y 12,1 mm, respectivamente (Ginther *et al.*, 2009).

3.2.6. Procedimiento experimental.

- Con la ayuda de los registros de la hacienda se procedió a separar las vacas que cumplieron con los requisitos de la investigación, es decir vacas con dos a tres lactancias y entre 0 a 29 días post parto y que a su vez no hayan recibido suplementación de vitaminas y oligoelementos quelatados, que a saber en la Hacienda Santa Ana de Pasochoa no se administra ningún suplemento más que el simple pasto.
- Los semovientes fueron evaluados clínicamente para constatar su estado de salud, esto con la ayuda de los registros de vacunación, producción, peso del animal y constantes fisiológicas, esta última con la ayuda de un fonendoscopio.
- Los semovientes fueron identificados mediante aretes plásticos de color celeste en la oreja izquierda, en cada arete estaba inscrito el código de tratamiento, mientras que en la oreja derecha llevaba inscrito el número de registro de la hacienda.

- La alimentación fue la misma para todas las vacas es decir a base del pasto existente en el prado siendo su dieta natural de Kikuyo, holco raigrás, trébol blanco-rojo y Agua a voluntad.
- A los 27, 28 y 29 días post parto y de acuerdo al tratamiento respectivo, se procedió por la mañana a registrar la condición corporal con la ayuda de la cinta bovinométrica especialmente diseñada para ganado lechero, la cual se aplicó en el área torácica del animal (pecho), registrando en nuestra ficha técnica la medida obtenida de cada animal. A su vez este dato nos sirvió para determinar el estado de la vaca lechera dando una puntuación de 0 a 5.
- Una hora antes de la administración vía oral (intraruminal) de vitaminas y oligoelementos quelatados se evaluó el estado folicular de las vacas, dato que se tomó por la mañana mediante el ecógrafo (transductor), el mismo que se introdujo por vía rectal y se manipuló con las manos hasta ubicar el ovario izquierdo y derecho, los datos obtenidos se registraron en la ficha correspondiente.
- Una vez evaluado el estado folicular de las vacas, se procedió a administrar una única dosis de 120 gramos /animal de vitaminas, y oligoelementos quelatados, vía oral (intraruminal), mismos que se disolvieron a las 72 horas post administración.
- Pasado las 72 horas post administración de las vitaminas y oligoelementos quelatados, se realizó la observación de los ovarios con la ayuda del transductor vía rectal determinando la existencia de folículos ováricos, a su vez también se midió el diámetro del folículo, registrando todo los datos en nuestra ficha técnica.
- El grupo de vacas que no recibieron la dosis de vitaminas y oligoelementos quelatados se observó el estado de los ovarios a los 27 y 32 días post parto, igualando el mismo tiempo de observación en ambos grupos, la observación se los realizó con ayuda del transductor vía rectal y se determinó la existencia del folículo y el diámetro de éste, registrando todo los datos en nuestra ficha.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Al término de la presente investigación se llegaron a los siguientes resultados:

4.1. Condición corporal.

Cuadro N° 3. Condición corporal de las vacas lecheras.

Tratamiento	Media	Mínimo	Máximo	Tukey 0.05
T3D28	2,95	2,8	3,0	A
T1Test.	2,85	2,7	3,0	A
T2D27	2,80	2,5	3,0	A
T4D29	2,75	2,5	3,0	A
Total	2,84	2,5	3,0	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

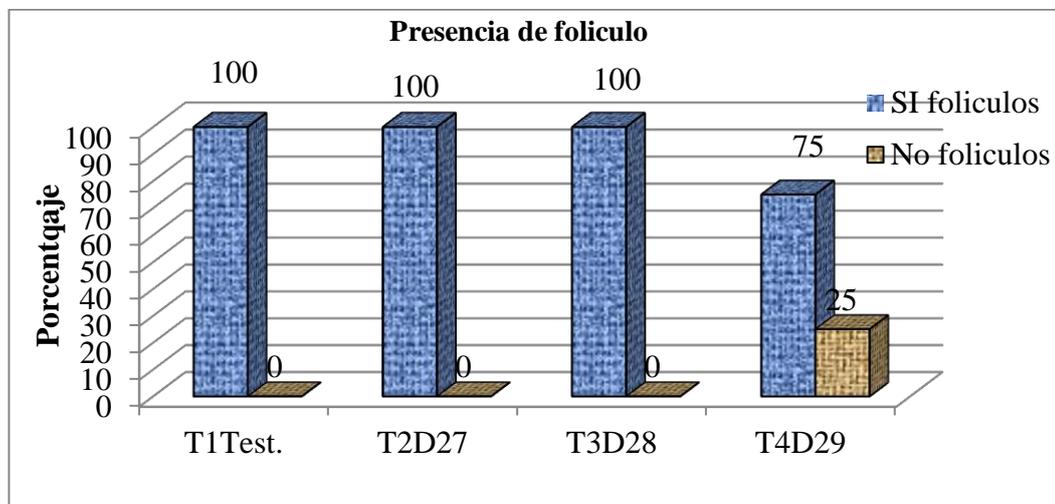
Fuente: Datos de Campo 2014.

En el Cuadro N° 3, al realizar el análisis por Tukey al 0,05 % sobre la condición corporal de los animales previo a la administración de vitaminas y oligoelementos quelatados, no se encontraron diferencias significativas ($p = 0,60$), lo que demuestra que todos los animales de los diferentes tratamientos se encontraron con la misma condición corporal. Sin embargo se puede observar que los animales del tratamiento T3D28 tienen mejor condición corporal (2,95) que los demás tratamientos; siendo resultados similares a los encontrados por Dávalos (2012) quien pudo determinar que los animales que están entre 2.5 a 3.5 C.C. son los que tienen mayor probabilidad de preñarse ya que en su estudio, los animales preñados alcanzó un 34.48% y animales con una condición corporal >3.5 son animales muy obesos por lo cual sus órganos están engrasados y se dificulta su preñez, concluyendo que la condición corporal no influyó sobre el incremento de la preñez luego de la aplicación de los minerales quelatados.

Para Correa (2002), un cuidadoso manejo de la energía en ganado lechero es crucial para un comportamiento productivo y reproductivo eficiente. Fallas en cuanto al manejo energético en vacas lactantes son comúnmente observadas y se constituyen en las principales causas de disminución en la producción y en el desempeño reproductivo de los hatos. La estimación del Grado de Condición Corporal se ha constituido en una herramienta para monitorear las reservas energéticas de los animales no obstante tratarse de una apreciación subjetiva.

4.2. Presencia de folículo pre administración.

Gráfico N° 1. Presencia de folículo ovárico pre administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.



Fuente: Datos de Campo 2014.

La presencia del folículo pre administración de vitaminas y oligoelementos se puede observar en el Gráfico N° 1, al realizar la ecografía transrectal se obtuvo los siguientes resultados, el tratamiento T2D27, T3D28 y el grupo testigo T1Test. Se encontraron un 100% de presencia folicular, mientras el grupo del tratamiento T4D29 presentó un 75 % de presencia folicular y un 25 % donde no se encontró folículo determinado la existencia de atresia folicular.

4.3. Diámetro de folículo pre administración.

Cuadro N° 4. Análisis de varianza para el diámetro de folículo pre administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.

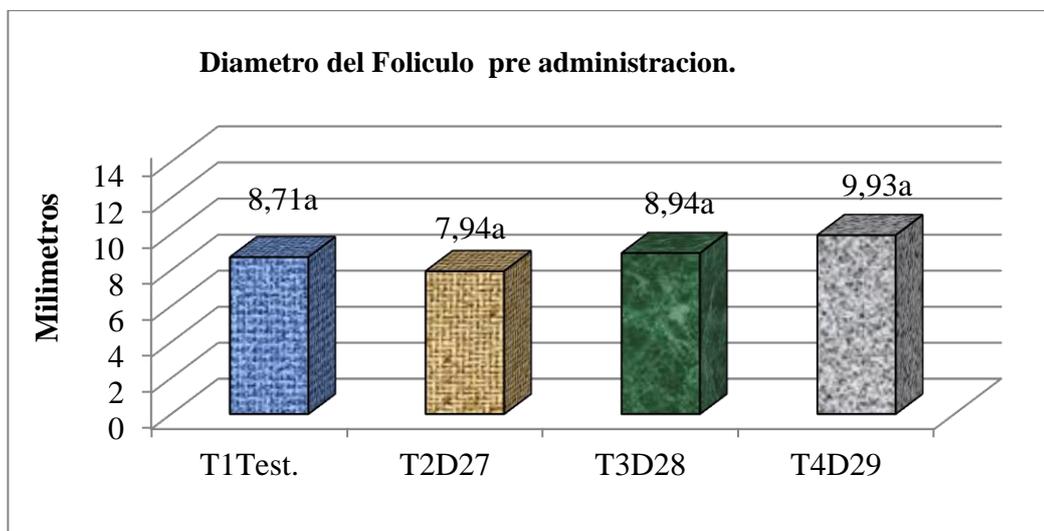
Fuentes de Variación	Grados de libertad.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Frec.	Sig.
Tratamientos	3	8,05	2,68	0,22	0,880 NS
Error	12	146,45	12,20		
Total	15	154,50			
Media	8,87				
Coefficiente de variación	39,35				

**diferencia significativo; NS no significativo

Fuente: Datos de Campo 2014.

En el Cuadro N° 4 al realizar el análisis de varianza para el diámetro del folículo no se encontró diferencia significativa ($p=0,88$) entre los tratamientos, pudiendo obtener una media de 8,87 mm.

Gráfico N° 2. Diámetro del folículo pre administración (Prueba de Tukey)



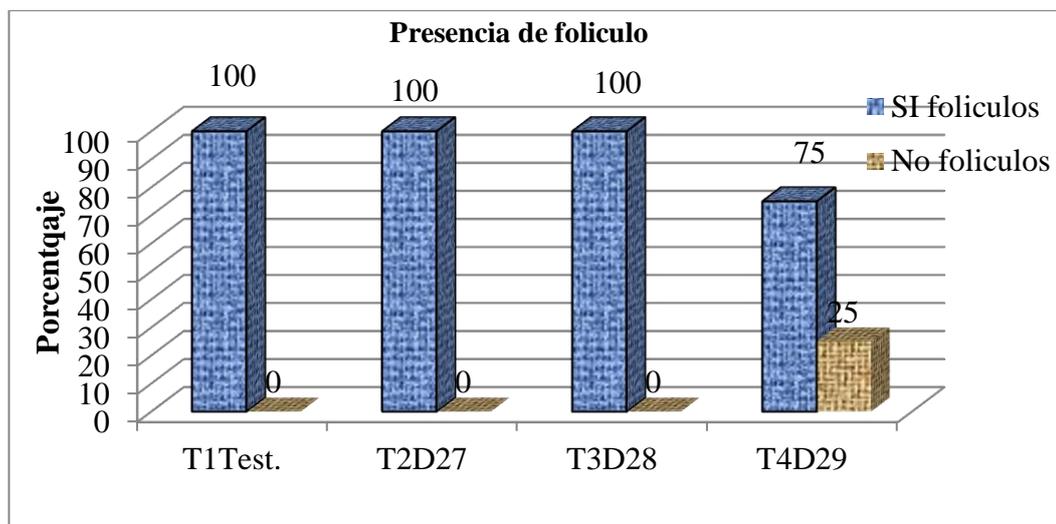
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Fuente: Datos de Campo 2014.

En el Gráfico N° 2 se observa que en la pre administración de vitaminas y oligoelementos quelatados, no se encontraron diferencias significativas ($p=0,880$), lo que significa que todos los tratamientos tienen el mismo diámetro folicular; sin embargo se puede observar que el tratamiento T4D29 tiene un mayor diámetro folicular en promedio (9,93 mm) y el tratamiento que menor promedio en el diámetro de foliculo fue el T2D27 (7,94 mm), encontrándose en el rango establecido por Hafez (2002), quien manifiesta que el crecimiento de los folículos a diámetros mayores de 4 mm depende de la hormona foiculoestimulante, pero folículos antrales grandes de 7 a 9 mm de diámetro transfieren sus requerimientos de gonadotropina a LH. La conservación y regresión del foliculo dominante se vincula con cambios de la P4 y LH. De este modo, por lo menos un foliculo grande está presente en el ovario bovino durante todo el ciclo estrual y al parecer controla el destino de otros folículos.

4.4. Presencia de foliculo post administración.

Gráfico N° 3. Presencia de foliculo ovárico 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.



Fuente: Datos de Campo 2014.

Al termino de las 72 horas de administrado las vitaminas y oligoelementos quelatados, los resultados se pueden observar en el Gráfico N° 3, los tratamientos

T2D27 y T3D28 (27 y 28 días post parto) presentaron un 100% de folículos ováricos, mientras que el tratamiento T4D29 (29 días post parto) presentaron un 75 % de presencia de folículos ováricos, por ultimo para este tiempo cuando los tratamientos antes mencionados alcanzaron los 30, 31 y 32 días post parto se puede realizar una comparación con el tratamiento testigo donde se hallaron un 100% de presencia de folículos ováricos.

Dávalos (2012) al suministrar minerales quelatados en vacas problemas, encontró una efectividad, ya que a los 30 días posteriores al tratamiento logró la ciclicidad y preñez de 58,6% de vacas y 62.07% al final del ensayo.

A decir de Rabiee *et al.*, (2010), los minerales son necesarios para la síntesis de hormonas, la función reproductiva normal, síntesis de vitaminas, síntesis de enzimas y la integridad del sistema inmune por lo que se hace necesario suministrar éstos a las vacas postparto, a si también lo expresa Nocek *et al.*, (2006), Los beneficios incluyen mejoras en la fertilidad y reducción en la incidencia de lesiones pódales, entre otros.

4.5. Diámetro de folículo post administración.

Cuadro N° 5. Análisis de varianza para el diámetro de folículos a las 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.

Fuentes de Variación	Grados de libertad.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Frec.	Sig.
Tratamientos	3	11,53	3,84	0,29	0,834NS
Error	12	161,21	13,43		
Total	15	172,74			
Media	9.22				
Coefficiente de variación	39,73				

**diferencia significativo; NS no significativo

Fuente: Datos de Campo 2014.

En el Cuadro N° 5, al realizar el análisis de varianza del diámetro de los folículos 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados, en los resultados no se encontró diferencias significativas ($p=0,834$), con una media general de (9,22 mm); lo que significa que todos los tratamientos tienen el mismo diámetro folicular. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Perea *et al.*, (1998), quien al realizar una evaluación ginecológica en vacas mestizas encontró un promedio de 12,7 milímetro de diámetro en vacas de 35 días post parto. Nuestros resultados no son similares por cuanto no se tiene datos del diámetro folicular a los 35 días ya que el experimento fue hasta los 32 días post parto. Sin embargo Dávalos (2012) demuestra que al realizar los chequeos ováricos después del tratamiento con minerales quelatados pudo apreciar un cambio del tamaño inicial, lastimosamente el autor no registra datos de medición ovárica o folicular, pero si asegura que existe un cambio en el tamaño folicular.

Cuadro N° 6. Prueba de Tukey 0.05 para el diámetro de folículo a las 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.

	Tratamiento	N	Medias	Rango
Tukey 0,05	T4D29	4	10,40	A
	T3D28	4	9,59	A
	T1Test.	4	8,76	A
	T2D27	4	8,15	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)
Fuente: Datos de Campo 2014.

En el Cuadro N° 6, después de realizar la prueba de Tukey en el diámetro del folículo 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados, no se encontró diferencias significativas ($p=0,259$), demostrando que todos los tratamientos se encuentran en el mismo rango, sin embargo se puede apreciar que los promedios de los resultados del diámetro de los folículos ováricos encontrados durante la inspección rectal por medio del ecógrafo 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados, se encontró en el grupo testigo un

promedio de 8,76 milímetros, el tratamiento T2D27 es decir a los 30 días post parto un promedio de 8,15 milímetros, seguido por las vacas con 31 días post parto T3D28 con un promedio de 9,59 milímetros, y las vacas del tratamiento T4D29 con 32 días post parto registro un promedio de 10,4 milímetros, siendo este último el mejor en responder al tratamiento.

Anderson (1994) manifestó que la maduración folicular ocurre en oleadas a lo largo del ciclo estral, que implican el reclutamiento de una cohorte de folículos lo cual parece empezar con el reclutamiento de un grupo de folículos primarios varios ciclos atrás que se hacen visibles como cohorte por ultrasonografía, entre 4 – 5 mm de diámetro; una vez se detecta la onda folicular ésta sigue creciendo hasta que dos días después se evidencia el crecimiento de un folículo que sobresale de la cohorte y se hace dominante con un diámetro aproximado de 8 mm en tanto que los demás folículos cesan su crecimiento y se denominan folículos subordinados. Una vez se evidencia la dominancia folicular continúa una fase de crecimiento del folículo dominante hasta que alcanza su diámetro preovulatorio de 18 - 22 mm en ganado de leche y de 14 - 18 mm e incluso 10 mm en ganado de carne (Rhodes, 1995); éste se mantiene durante varios días.

Según Dávalos (2012) encontró en los chequeos ováricos en relación al tamaño de los ovarios, un cambio del tamaño inicial, al obtenido a los 3 meses post tratamiento, presentando un incremento de tamaño a medianos, siendo este el tamaño óptimo para unos ovarios normales, notándose que el efecto de la aplicación del tratamiento con minerales quelatados es eficiente.

4.6. Crecimiento folicular.

Cuadro N° 7. Crecimiento folicular (mm) en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Observación	Diámetro folicular pre administración	Diámetro folicular 72 horas post-administración	Crecimiento folicular en milímetros
T1Test	1	8,5	8,6	0,1
T1Test	2	8,45	8,45	0
T1Test	3	8,7	8,8	0,1
T1Test	4	9,2	9,2	0
T2D27	1	7,2	7,3	0,1
T2D27	2	7,2	7,75	0,55
T2D27	3	6,7	6,7	0
T2D27	4	10,65	10,85	0,2
T3D28	1	8,2	9	0,8
T3D28	2	9,3	10,1	0,8
T3D28	3	8,05	8,55	0,5
T3D28	4	10,2	10,7	0,5
T4D29	1	0	0	0
T4D29	2	12,2	12,7	0,5
T4D29	3	14	15,3	1,3
T4D29	4	13,5	13,6	0,1

Fuente: Datos de Campo 2014

Cuadro N° 8. Crecimiento folicular (mm) en promedio por tratamientos.

Tratamiento	N° de animales	Diámetro folicular pre-administración	Diámetro folicular 72 horas post-administración	Promedio de crecimiento folicular (mm)
T1Test.	4	8,71	8,76	0,05
T2D27	4	7,94	8,15	0,21
T3D28	4	8,94	9,59	0,65
T4D29	4	9,93	10,40	0,41

Fuente: Datos de Campo 2014.

Cuadro N° 9. Prueba de Tukey 0.05 % en el crecimiento folicular 72 horas post-administración.

	Tratamiento	N	Medias	Rango
Tukey 0,05	T3D28	4	0,65	A
	T4D29	4	0,41	A
	T2D27	4	0,21	A
	T1Test.	4	0,05	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Fuente: Datos de Campo 2014.

Al analizar el crecimiento folicular (mm) a las 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p = 0,1004$), lo que significa que todos los tratamientos tuvieron el mismo crecimiento folicular. Sin embargo matemáticamente se puede observar que el tratamiento T3D28 tiene un mejor crecimiento del folículo.

4.7. Correlaciones

Cuadro N° 10. Correlaciones de condición corporal y dosis de vitaminas y oligoelementos quelatados.

Parámetro	Correlación r	
	Diámetro del folículo Pre administración	Diámetro del folículo 72 horas post administración
Dosis	0,00	0,00
Condición corporal	0,20	0,25
Peso	0,40	0,48

Fuente: Datos de Campo 2014.

En el Cuadro N° 10, al realizar la relación entre la dosis de vitaminas y oligoelementos quelatados frente al diámetro folicular post administración se encontró correlación de ($r=0,00$) lo que demuestra que el uso de las vitaminas y oligoelementos quelatados ayudan a mejorar el diámetro folicular.

También se puede observar que la relación entre la condición corporal y el diámetro folicular no existe correlación ($r=0,20$), por cuanto la condición corporal no influye en el diámetro folicular a las 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados.

La relación del peso con el diámetro folicular antes y después de la administración de vitaminas y oligoelementos quelatados no tiene correlación alguna ($p= 0,40$ y $0,48$). Lo que significa que el peso no influye en el diámetro folicular.

V. VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS.

Al término de la investigación y revisado los resultados se encontró que si hay correlación entre la dosis y el diámetro del folículo entre los tratamientos por lo que se acepta la hipótesis positiva.

Hi. La administración vía oral de vitaminas y oligoelementos quelatados a los 27, 28, 29 días post-parto si mejora la foliculogénesis, en hembras bovinas.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones:

1. La administración de vitaminas y oligoelementos quelatados para el desarrollo folicular ayuda a su crecimiento por tener una estrecha correlación entre dosis y diámetro folicular.
2. La condición corporal de las vacas evaluadas fue de 2,84, misma que no influyo en el diámetro folicular.

6.2. Recomendaciones:

1. Suministrar vitaminas y oligoelementos quelatados a las hembras bovinas a fin de favorecen la recuperación ovárica y desarrollo folicular.
2. Realizar un chequeo ginecológico individual previo a la administración de vitaminas y oligoelementos quelatados para determinar el estado de los ovarios y no administrar inútilmente en vacas que puedan tener atresia ovárica.
3. Realizar estudios en otras zonas ganaderas del país, a fin de evaluar el efecto de las vitaminas y oligoelementos quelatados en lugares donde el pasto sea deficiente.
4. Realizar evaluaciones continuas de la condición corporal a fin de conocer el estado de los animales del hato y corregir las deficiencias alimenticias.

VII. RESUMEN – SUMMARY.

7.1 Resumen.

La presente investigación se realizó en la hacienda Santa Ana de Paschocha del Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, cuyo propósito fue evaluar la dinámica folicular administrando vitaminas y oligoelementos quelatados en el ganado lechero, se utilizó 16 vacas mestizas (Holstein y Jersey) de 27, 28 y 29 días pos parto distribuidas en 4 grupos con 4 repeticiones. Los animales fueron evaluados físicamente y a través de un ecógrafo rectal se evaluó el estado folicular de las vacas luego se administró una dosis de 120 gramos /animal de vitaminas, y oligoelementos quelatados, vía oral (intraruminal), mismos que se disolvieron a las 72 horas. Luego de este tiempo se realizó un chequeo ginecológico con el transductor rectal, las vacas de los tratamientos T2D27, T3D28 y T1test registraron un 100% de presencia de folicular, mientras el T4D29 registró un 75% de presencia folicular. También con el transductor rectal se pudo medir el diámetro folicular, encontrando un mayor diámetro folicular en vacas de 29 días post parto con un promedio de 10,4 milímetros, mientras que en el T3D28 con 9,58 mm; el T2D27 8,15 mm y el testigo registró un promedio 8,71 mm de diámetro folicular, en cuanto al crecimiento folicular el tratamiento T3D28 tuvo un crecimiento promedio de 0,65 milímetros siendo este el mejor, seguido del tratamiento T3D29 con un crecimiento promedio de 0,41 mm, mientras el grupo testigo fue el que menos creció con 0,05 mm, la dosis de 120 gr de vitaminas y oligoelementos quelatados justificó su utilización por cuanto incrementan los diámetros de los folículos ováricos, para su pronto celo consiguiendo menos usos de pajuelas en la IA, también ayudando a la recuperación de la condición corporal, e incremento en producción láctea

7.2 Summary.

This research was conducted at the "Santa Ana de Paschoa" farm from the Rumiñahui canton, in Pichincha Province, whose purpose was to evaluate follicular dynamics administering vitamins and, chelated trace elements in dairy cattle. For this, were used: 16 crossbred cows (Holstein and Jersey), of 27, 28 and 29 postpartum days in 4 groups with 4 replications. The animals were physically evaluated. Besides, through a rectal ultrasound was evaluated the follicular status of the cows and thereafter, a dose of 120 grams/animal of vitamins and, complexed trace minerals was administered orally, the same ones that were dissolved after 72 hours. After this time a gynecological checkup with the rectal transducer was made; The cows of the group T2D27, T3D28 and T1test recorded a 100% of presence of follicles, while the group T4D29 reported the 75% of follicular presence. Also with the rectal transducer you could measure the diameter follicular, finding a bigger diameter follicular in cows of 29 days post childbirth with an average of 10,4 millimeters, while in the T3D28 with 9,58 mm; the T2D27 8,15 mm and the witness registered an average 8,71 mm of diameter follicular, as for the growth follicular treatments but it was found a greater follicular diameter in cows of 29 postpartum days, averaging 10.4 mm, while in the T3D28 was of 9.58 mm; the T2D27 was of 8.15 mm and the witness averaged 8.71 mm follicular diameter. When analyzing the follicular growth, no significant differences were found but the treatment the dose of 120gr of of vitamins and, complexed trace minerals justified his use whereas they increase the diameters of the ovarian follicles, for his soon zeal getting less pajuelas uses in the IA, also helping to the recovery of the corporal condition, and I increase in milky production.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. ALVARES, 2007. Fisiología Digestiva Comparada de los Animales domésticos. Impreso en Ecuador. Ediciones Machala. PP. 8 – 50.
2. ANDERSON L., 1994. Day M.L. Acute progesterone administration regresses persistent dominant follicles and improves fertility of cattle in which estrus was synchronized with melengestrol acetate. J. Anim. Sci.; 72 p. 2955 - 2961.
3. ARTHUR, G., 2005. Veterinary reproduction and obstetrics. Fourth edition. London. pág 616
4. BARUSELLI, P.; Gimenes, L.U.; Sales, J.N.S. 2007. Fisiología reproductiva de femes taurinas e zebuinas. Revista Brasileira de Reproducao Animal, v. 31, n.2, p.205-211
5. BINELLI, M. 2006. Estrategias anti-luteolítica para a melhora da sobrevivencia embrionaria en bovinos. Pág.99-114
6. BO, G.A. 2008. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progesterone and estradiol in cattle. Animal Reproduction Science. Pag 193-204.
7. BORGES, A. 2006. Dinámica folicular ovariana en novillas mestizas Holandes-Zebu. Pág. 595-604
8. BUTTKER, T.M. & SANDSTROM, P.A. 2005. Oxidative stress as a mediator of apoptosis. Immunol Today. Pag. 7-10
9. BUTTLER WR 2007. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Anim Reprod Sci ; 60-61:449-457

10. CALLEJAS, S. 2006. Fisiología del ciclo estral bovino. Jornadas de biotecnología de la reproducción en hembras de intereses zootécnicos. Pág. 15-16.
11. CEYLAN A, I SERIN, H AKSIT, K SEYREK. 2008. Concentrations of some elements in dairy cows with reproductive disorders. *Bull Vet Inst Pulawy* 52, 109-112.
12. CORREA, H. J. 2002. Monitoreo nutricional de hatos lecheros. Documento de trabajo para la Línea de Profundización en Evaluación de Recursos Alimenticios y Sistemas de Alimentación Animal. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
13. CLARKE, J.J. 2006. GnRH secreción In: internacional congreso on animal reproducción and artificial insemination, pag. 1-9
14. DAVALOS H. 2012. Aplicación parenteral de mse, mn, cu y zn en forma quelatada y su efecto en la fecundidad de hembras bovinas con problemas reproductivos. Proyecto de investigación para el título de ingeniero Agropecuario del ESPE-IASA, Sangolquí Ecuador, pag 99-101.
15. DAYAN, A. 2008. Factores que interfieren en la producción de embriones bovinos mediante aspiración folicular e fecundación in vitro. Pag. 56.
16. DEBIER C, Y LARONDELLE. 2005. Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring. *Br J Nutr* 93, 153-174.
17. DELETANG F.; ROCHE F.J.; HIVOREL; MIALOT J.P; *et al* 2010. Biology Reproduction, recompilation CEVA sante animale CD-ROM virtual.

18. EDMONDSON, I.J. LEAN, C.O. WEAVER, T. 1989.
www.infocarne.com/bovino/condición-.corporal.asp, 2013.
19. ERICKSON, B.H. 2008. Development and senescence of postnatal bovine ovary.pag.800-805.
20. FRANDSON, R. 2001. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. Quinta edición. Editorial interamericana McGraw-Hill. Mexico pag. 423.
21. FORTUNE, J.E. 2008. Activation of primordial follicles. In: Epping J, Hegele-Hartung C.H., Lessl M. (eds.).The future of the oocyte basic and clinical aspects. Nueva York: Springer.pag.11-21.
22. GINTHER, O.J. 2009. Selection of the dominant follicle in cattle and horses. Animal Reproduction Science. Pag 61-79.
23. HAFEZ, 2002. Reproducción e Inseminación artificial en animales. Séptima edición. Editorial Mac Graw-Hill Interamericana. Mexico-Mexico Pág. 164.
24. HENAO G, TRUJILLO L. 2008. Establecimiento y desarrollo de la dinámica folicular bovina, Departamento de reproducción animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Revista colombiana de ciencia pecuaria Vol. 13 pág. 110.
25. HSUEH, A.; BILLING, H.; TSAFRIRI, A. 2006 Ovarian follicle atresia: a hormonally controlled apoptotic process. Endocr Rev. pag.707-725.

26. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRONOMICA (INRA).2007. Herramientas para mejorar la reproducción de las vacas lecheras.pag.353.
27. JOLLY, P.D. SMITH, P.R; HEATH, D.A. et al., 2006 Morphological evidence of apoptosis and prevalence of apoptotic versus mitotic cells in membrane granulosa of ovarian follicles during spontaneous and induced atresia in ewes.BiolReprod. Pag.837-846.
28. JOHNSON, A.L. 2005. Intracellular mechanisms regulating cell survival in ovarian follicles. Anim Reprod Sci. pàg 185 – 201.
29. JHONSTONE, R.J.; RUEFFI, A.A.;LOWE, S.W.2004. Apoptosis: a link between cancer genetics and chemotherapy.Cell.pag.153-164.
30. LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T. OLDHAM, J. 2004. Effects of dietaryfat and seanson on steroid hormonal profiles berofe parturition and on hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. Journal of Animal Science. Pag.2253-2262.
31. LUIZ, E.R. 2009. Dinámica Folicular en Bovinos. Monografía, UNESP-Botucatu.
32. LUCY, M.C.DE LA SOTA, R.L.; STAPLES, C.R.2009. Ovarianfollicular population in lacting dairy cows teatred with recombinant bovine somatotropin (sometribone) or saline and fed diets differing in fat contet and energy. Journal of Dairy Science.pag.1014-1027.
33. MURPHY, M.G.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. 2005. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post- partum

bettsuckler cows. Journal and Reproduction and Fertility.pag.523-533.

34. McDOWELL, L. 2002. Recent advances in minerals and vitamins on nutrition of lactating cows.Pakistan J Nutr1, 8-19.
35. Mc LELLAN, B J. 2007. Desarrollo de un dispositivo intraruminal de liberación controlada. Tesis Doctoral, Universidad de Waikato, Hamilton, Nueva Zelanda.
36. NATIONAL RESEARCH COUNCIL 2001 NCR.. The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh edition. National Academy Press, Washington, D. C. pág.. 381.
37. NILSON E.; PARROT J.A.; SKINER, M.K. 2007. Basic fibroblast growth factor induces primordial follicle development and initiates folliculogénesis, molecular and cellular, endocrinology Pag. 123-130.
38. NOCEK, J E, M T SOCHA, D J TOMLINSON. 2006. The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle. J Dairy Sci89, 2679-2693.
39. Organización Internacional de investigación científica multidisciplinaria (CAT) 2009.
40. PALGRAVE, K. 2012. Bovine reproduction clinical booklet. BCF Technology Ltd. Pags. 10-11.
41. PEREA F. 1998. Evaluación Ultrasonografía de la dinámica folicular en vacas y novillas mestizas, Facultad de ciencias veterinarias Universidad de Zulia, Maracaibo - Venezuela.

42. RABIEE, AR, J LEAN, MA STEVENSON, MT SOCHA. 2010. Effect of feeding organic trace mineral on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. *JDairySci* 93, 4239-4251.
43. REXROAD, C.E. y CASIDA, L.E.2005. Ovarian follicular development in cows sows andewes in different of pregnancy as affected by number of corpora lutea in the same ovary. *Journal of Animal Science*. Pag 1090-1097.
44. RHODES, F.M.; FITZPARTRICK, L.A.; ENTWISTLE, K.W. 2009. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bosindicus* heifers before and after nutritionalanoestrus. *Journal of Reproduction and Fertility*.pag.41-49.
45. ROBERTS, S.J. 2005. *Veterinary obstetrics and genital diseases*. Second edition. Ithaca- NY: Ed. Edwards brothers inc,pag.343-375.
46. SÁNCHEZ, R. 2003. *Nutrición – Alimentación para ganadería*. Sn edición. Editorial trilla. México.
47. SAVIO, J.D.; KEENAN, L.; BOLAND, M.P. 2007. Pattern of growth of dominant follicles during oestrus cycle in heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*. Pag.663-671.
48. SILCOUX, R.W.; POWER, K.L.; KISER, T.E. 2005. Ability of dominant follicles to respond to exogenous GnRH administration is dependent on their stage of development. *Journal of Animal Science*. Pag 219
49. SINTEX, 2005. *Laboratorio de Especialidades Veterinarias*.

50. SHELDON, I.M., NOAKES, D.E., RYCROFT, A.N 2004. Effect of intrauterine administration of oestradiol on postpartum uterine bacterial infection in cattle. *Anim. Repr. Sci.* pag.13-23.

51. SHORT, R.E.; BELLOW, R.A.; STAIGMILLER, R.B. 2007. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science.* pag.799-816.

52. TUNER Cd. 2004. *General Endocrinology* 3 ed, Philadelphia WBscuders 60-61.

53. UNDERWOOD, E. 1981. Detección y corrección de las deficiencias e intoxicaciones generales: Principios Generales. En: Underwood E (ed). *Los Minerales en la nutrición del ganado.* 2 ed. Acribia, Zaragoza, España, pág. 23-34.

54. VATTI, G.2007. *Ginecología Ed obstetricia veterinaria.* 3rd ed.Turin-Italia.pag.512.

55. WILLIAMS, G.L. 2004. Suckling as regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *JAnim Sci.* pag.831-852.

56. WITT, A.A.C.y KRUP, T. A. M. 2007. Bovine cumulus oocyte complex quality is reflected in sensitivite for amanitin, oocyte-diameter and development capacity. *Animal Reproduction Science.* pag.51-65.

57. WILTBAN K; LOPEZ H; SARTORI R; Y SANGSRITAVONGS GUMENT, 2006. Changes reproductive physiology of lactating daring cows due to elevated stenid metabolism. *Theriogenology* pag 65,17,29.

58. WOLFERSON, D.; INBARA, G.; RHOTA, Z.2007. Follicular dynamic and concentrations of steroids and gonadotropins in lactating cows and nulliparous heifers. *Theriogenology*. pag.1042-105

59. Google Earth 2014, y <http://www.maps.pixelis.es/#> 2014, mapas Ecuador/quito/cantón Rumiñahui,

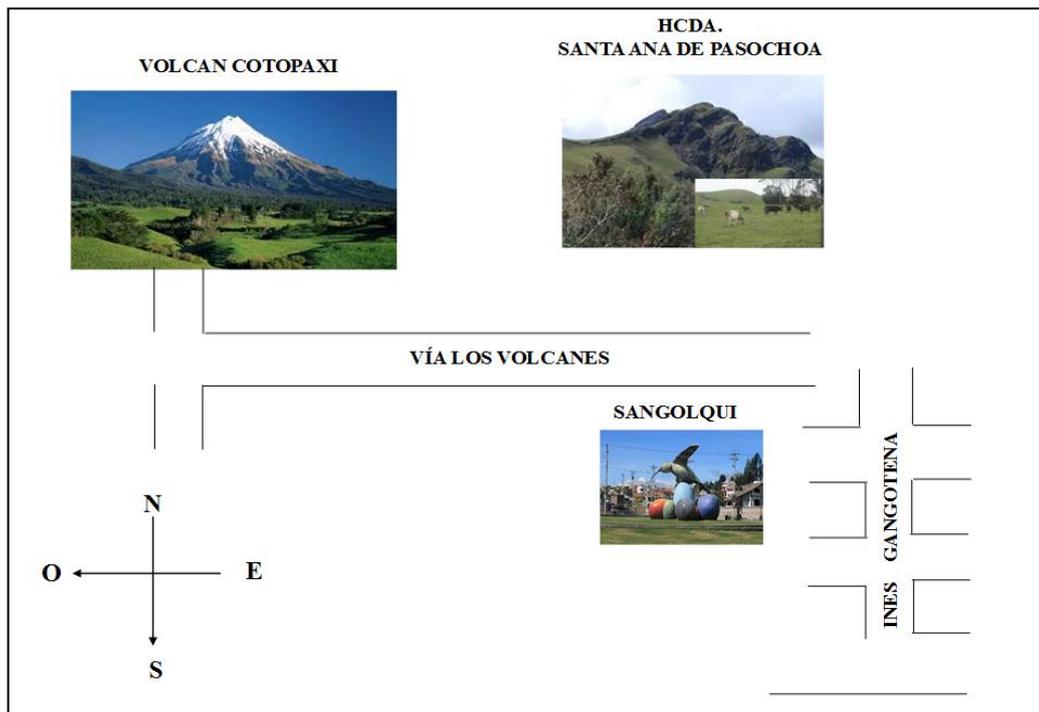
ANEXOS

ANEXO 1.

MAPA DE UBICACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.



CROQUIS DE UBICACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO, LUGAR DE LA HCDA STA ANA DE PASOCHOA.



ANEXO 2.

FICHA DE REGISTRO DE SEMOVIENTES.					
<p>FICHA TECNICA Universidad Estatal de Bolívar – Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia Evaluación VACAS CON VITAMINAS Y OLIGOELEMENTOS QUELATADOS Autor: Jaime Chalacán</p>					
Nombre:	Raza:	Peso:	Condición corporal	Código	Número de arete
Día post parto	<input type="text"/>	Día de parto	<input type="text"/>		
	Folículo ovárico 29 días post parto	Folículo ovárico 72 horas post administración	Diámetro del folículo ovárico 29 días post parto	Diámetro del folículo ovárico 72 horas post administración	
Ovario DERECHO					
Ovario IZQUIERDO					
Observaciones:					



FICHA TECNICA					
<p>Universidad Estatal de Bolívar – Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia Evaluación VACAS SIN TRATAMIENTO. Autor: Jaime Chalacán</p>					
Nombre:	Raza:	Peso:	Condición corporal	Código	Número de arete
Día post parto	<input type="text"/>	Día de parto	<input type="text"/>		
	Folículo ovárico 29 días post parto	Folículo ovárico 72 horas post administración	Diámetro del folículo ovárico 29 días post parto	Diámetro del folículo ovárico 72 horas post administración	
Ovario DERECHO					
Ovario IZQUIERDO					
Observaciones:					



Fuente: Propia del Autor 2014

ANEXO 3

DATOS OBTENIDOS EN LA INVESTIGACIÓN



Tratamiento	N° Arete	Raza	Peso (kg)	Condición corporal	Días post parto	Pre administración		72 horas post administración		Observaciones
						Presencia folículo	Diámetro de folículo en mm	Presencia folículo	Diámetro folículo en mm	
T1Test.	201	Jersey	379	2,7	32	si	8,5	si	8,6	
	189	Jersey	389	3,0	32	si	8,45	si	8,45	
	206	Mestizos	368	3,0	32	si	8,7	si	8,8	
	193	Holstein	475	2,7	32	si	9,2	si	9,2	
T2D27	103	Holstein	360	2,5	27	si	7,2	si	7,3	
	101	Mestizos	475	2,7	27	si	7,2	si	7,75	
	105	Holstein	477	3,0	27	si	6,7	si	6,7	
	107	Holstein	632	3,0	27	si	10,65	si	10,85	
T3D28	93	Mestizos	444	2,8	28	si	8,2	si	9	
	97	Jersey	372	3,0	28	si	9,3	si	10,1	
	108	Holstein	435	3,0	28	si	8,05	si	8,55	
	203	Holstein	431	3,0	28	si	10,2	si	10,7	
T4D29	94	Holstein	475	2,5	29	no	0	no	0	Atresia folicular
	209	Mestizos	438	3,0	29	si	12,2	si	12,7	
	s/n	Holstein	412	2,5	29	si	14	si	15,3	
	100	Holstein	664	3,0	29	si	13,5	si	13,6	

Fuente: Propia del Autor 2014.

ANEXO 4.

FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO

Hacienda Santa Ana de Pasochoa



Medición del peso de las vacas en estudio.





Preparación de las dosis de vitaminas y Oligoelementos Quelatados



Administración de Vitaminas y Oligoelementos Quelatados.



Evaluación de las vacas 72 horas post administración de vitaminas y oligoelementos quelatados con ayuda del transductor rectal.



Visita de trabajo de campo Sr. Jaime Chalacán, Dra. Ángela Calderón e Ing. Rodrigo Yáñez.



ANEXO 5.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA, PRUEBA DE TUKEY^a Y CORRELACIÓN

Nueva: 12/04/2015 - 23:19:47

1. Análisis de la varianza para la condición corporal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	16	0,14	0,00	7,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Columna1	0,09	3	0,03	0,64	0,6058
Error	0,55	12	0,05		
Total	0,64	15			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,44948

Error: 0,0458 gl: 12

Columna1	Medias	n	
4,00	2,75	4	A
2,00	2,80	4	A
1,00	2,85	4	A
3,00	2,95	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

2. Análisis de la varianza PRE ADMINISTRACION

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	16	0,05	0,00	39,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	8,05	3	2,68	0,22	0,8808
Columna1	8,05	3	2,68	0,22	0,8808
Error	146,45	12	12,20		
Total	154,50	15			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 7,33457

Error: 12,2044 gl: 12

Columna1	Medias	n	
2,00	7,94	4	A
1,00	8,71	4	A
3,00	8,94	4	A
4,00	9,93	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Nueva: 12/04/2015 - 23:26:30

3. Análisis de la varianza 72 HOARS PSOTADMINISTRACION

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	16	0,07	0,00	39,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	11,53	3	3,84	0,29	0,8346
Columnal	11,53	3	3,84	0,29	0,8346
Error	161,21	12	13,43		
Total	172,74	15			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 7,69531

Error: 13,4345 gl: 12

Columnal	Medias	n	
2,00	8,15	4	A
1,00	8,76	4	A
3,00	9,59	4	A
4,00	10,40	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4. Análisis de la varianza para el CRECIMINETO FOLICULAR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	16	0,39	0,24	95,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,86	3	0,29	2,60	0,1004
Columnal	0,86	3	0,29	2,60	0,1004
Error	1,32	12	0,11		
Total	2,18	15			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,69616

Error: 0,1099 gl: 12

Columnal	Medias	n	
1,00	0,05	4	A
2,00	0,21	4	A
4,00	0,48	4	A
3,00	0,65	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

COEFICIENTE DE CORRELACION

Variable dependiente: Columna8 **DIAMETRO FOLICUAR PRE ADMINISTACION**

<u>Efecto</u>	<u>Via</u>	<u>Coeficientes</u>	<u>valor p</u>
Columna5 CC	Directa	1,00	
Columna5 CC	Columna 11DOSIS	-0,66	
Columna5 CC	Columna4 PESO	0,00	
r total		0,34	0,20
Columna11DOSIS	Directa	0,00	
Columna11DOSIS	Columna5CC	sd	
Columna11DOSIS	Columna4PESO	0,00	
r total		sd	0,00
Columna4PESO	Directa	-0,01	
Columna4PESO	Columna5CC	0,24	
Columna4PESO	Columna11DOSIS	0,00	
r total		0,22	0,40

Variable dependiente: Columna10 **DIAMETRO FOLICULAR 72 HOARS PSOTADMINISTRACION**

<u>Efecto</u>	<u>Via</u>	<u>Coeficientes</u>	<u>valor p</u>
Columna5CC	Directa	1,00	
Columna5CC	Columna11DOSIS	-0,68	
Columna5CC	Columna4PESO	-0,01	
r total		0,31	0,25
Columna11DOSIS	Directa	0,00	
Columna11DOSIS	Columna5CC	sd	
Columna11DOSIS	Columna4PESO	0,00	
r total		sd	0,00
Columna4PESO	Directa	-0,05	
Columna4PESO	Columna5CC	0,24	
Columna4PESO	Columna11DOSIS	0,00	
r total		0,19	0,48

**Análisis de la varianza condición corporal vrs. Diámetro folículo
72 post**

variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna2	16	0,07	0,00	39,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	11,93	3	3,98	0,30	0,8278
Columna1	11,93	3	3,98	0,30	0,8278 ns
Error	161,43	12	13,45		
Total	173,36	15			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 7,70038

Error: 13,4522 gl: 12

Columna1	Medias	n		
T2D28	3,00	8,13	4	A
T1tes	2,00	8,71	4	A
T3D28	1,00	9,59	4	A
T4D29	4,00	10,40	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)