



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**

**Trabajo de Tesis**

Protocolo de sincronización de celo DIV-B® en vacas con terapia vitamínica y mineral vs vacas carentes de estos, en la comunidad Las Cañas Floridas - Estelí en el periodo diciembre- febrero, 2021.

**Autora:**

Br. Cristal Gissell Cabrera Carías

**Asesor:**

Dr. Julio Omar López Flores. M.Sc.

**Managua, Nicaragua**  
**Noviembre, 2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**

**Trabajo de Tesis**

Protocolo de sincronización de celo DIV-B® en vacas con terapia vitamínica y mineral vs vacas carentes de estos, en la comunidad Las Cañas Floridas - Estelí en el periodo diciembre- febrero, 2021.

**Autora:**

Br. Cristal Gissell Cabrera Carías

**Asesor:**

Dr. Julio Omar López Flores. M.Sc.

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito parcial para optar al título profesional de Médico Veterinario, en el grado de licenciatura.

**Managua, Nicaragua**  
**Noviembre, 2021**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal como requisito parcial para optar al título profesional de:

## **Médico Veterinario**

### **En el grado de Licenciatura**

Miembros del honorable comité evaluador:

---

Dr. José Miguel Collado Flores

**Presidente**

Ing. Luis Toribio Sequeira, M.Sc.

**Secretario**

---

Dr. Max Solís Bermudez

**Vocal**

Auditorio CECAP. Viernes 26 de noviembre, 2021

## DEDICATORIA

A, Dios, pues es muy dulce esperar en Él; con sus fuerzas pude encontrar ayuda sin igual, cuando estaba hundida me levantó y su gracia me sustentó. Durante 6 años pude ver sus promesas cumpliéndose en mí y cuando quise ya no seguir, bastó hablar con Él para poder resistir. Algunas veces lo olvidé, más Él nunca se olvidó de mí.

Dedico este logro a mi Mamá, una gran bióloga con corazón de maestra que decidió sacrificar su carrera por amor, lleva muchas marcas que le ha hecho la vida incluso algunas las he hecho yo, pero nada la detiene, gracias a Maruca porque tiene el poder en ella de darle fuerzas con solo escuchar su voz. Mami como yo le digo, se fue de mi lado para darme lo que ella llama: la mejor herencia que se puede obtener (el saber).

Por último, dedico esta tesis a una niña de 5 años que al ver morir a un fiel amigo amado se propuso en su corazón, ayudar a los seres más hermosos creados por Dios. Gracias, Cristal Gissell por perseverar y cumplirle a tu niña interior su sueño de mayor.

## AGRADECIMIENTOS

Especialmente a Dios, sin Él esto no hubiera sido posible.

Al Ing. Lenin Canales Ruiz por ser mi mentor dedicado, por trabajar a mi lado en la etapa de campo y darme la oportunidad de conocer a los pequeños productores bovinos, de la comunidad, Las cañas floridas.

A mi asesor, Dr. Julio López, gracias a su apoyo he logrado llevar a cabo toda la investigación y elaboración de la tesis.

A Lic. Maryini Davila y Lic. Salomé Rodríguez por el cariño, apoyo y motivación que me brindaron durante mi proceso de culminación de estudio.

A todo el personal de la Universidad Nacional Agraria; docentes, personal de cocina y Limpieza. Por realizar su trabajo con amor y empeño; en especial al Ing. Arsenio Saenz por todo su apoyo.

A Ing. Roberto Carlos Ramos por ser mi sosten incondicional, por estar presente en estos últimos años de mi proceso de estudio universitario, ha sido una bendición del cielo su amor y tolerancia en cada etapa de esta tesis, infinitas gracias por animarme y creer en mi.

A Lic. Tania Videa, Lic. Ana Carolina Duarte y Mayra Siezar por ser angeles en mi camino enviados por Dios para ayudarme a sobrellevar mi estadia en la universidad.

A Lic. Pablo Carías y Jordy Noguez por creer en mi y por sentirse orgullosos por cada logro que he alcanzado en mi vida.

A Lic. Sergio Cabrera y a todas las personas que se cruzaron en mi camino a lo largo de la carrera universitaria para darme cariño apoyo y dejarme lecciones que me ayudarán en mi crecimiento personal.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	ii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	iii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	vi
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	vii
<b>RESUMEN</b>	viii
<b>ABSTRACT</b>	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	2
2.1 General	2
2.2 Específicos	2
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	3
3.1 Antecedentes	3
3.2 Ciclo Estral de la hembra bovina	4
3.2.1 Etapas del ciclo estral	4
3.3 Eje hipotálamo-hipófisis-ovario	6
3.4 Desarrollo folicular	7
3.5 Control del ciclo estral para incrementar la tasa de preñez	9
3.5.1 Progestágenos	9
3.6 Inseminar a tiempo fijo o a estro detectado	9
3.7 Elementos minerales esenciales	10
3.8 Clasificación de los minerales y su función en el organismo	12
3.8.1 Macrominerales	13
3.8.2 Microminerales	17
3.9 Vitaminas implicadas en la reproducción	20
3.10 Condición corporal en hembras bovinas	22
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	23
4.1 Ubicación de área de estudio	23
4.2 Diseño de la investigación	25
4.3 Metodología	25

4.4 Variables a evaluar	26
4.5 Análisis de datos	27
<b>V. RESULTADO Y DISCUSIÓN</b>	28
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	31
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	32
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b>	33
<b>IX. ANEXOS</b>	35

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Protocolo de aplicación de hormonas e IATF para ambos grupos	26



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Eje hipotálamo-hipófisis-ovario	6
2. Crecimiento folicular	8
3. Ubicación de Estelí en el país	23
4. Ubicación satelital de la comunidad	24
5. Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS)	28
6. porcentaje de preñez con relación a CC	29
7. Porcentaje de preñez con IATF según la edad	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Recolección de datos	36
2. Selección de hembras bovinas para el estudio	37
3. Primera aplicación de vitaminas y minerales	37
4. Primera aplicación de protocolo hormonal	38
5. Aplicación de DIV-B®	38
6. Preparación de equipos para realizar inseminación	39
7. Inseminación artificial a tiempo fijo	39
8. Ternero resultado de IATF de vaca con terapia vitamínica-mineral	40
9. Costo global de productos utilizados	40

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la comunidad Las cañas floridas del departamento de Estelí. En el periodo diciembre - febrero 2021. La investigación consistió en evaluar la eficacia del protocolo de sincronización de celo DIV-B® en vacas con terapia vitamínica y mineral vs vacas carentes de vitaminas y minerales. Para el experimento se conformaron dos grupos de 20 hembras bovinas cada uno, entre las edades de 3 a 7 años, con condición corporal (CC) de 3 a 3.5, se examinaron a través de palpación rectal para garantizar el estado óptimo del aparato reproductor; tomando importancia en cérvix y en el estado vacío de los cuernos, considerando las siguientes variables: 1- Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS), 2- Porcentaje de preñez con relación a CC (PPRCC). 3- Porcentaje de preñez con IATF según la Edad (PPIATFE). Los resultados obtenidos demostraron un PPPS de (45 %) en vacas con terapia vitamínica – mineral, en vacas sin terapia un PPPS de (10 %), un PPRCC en vacas de 3.5 CC de (32 %), en vacas de 3.0 CC un PPRCC de (17 %) y PPIATFE alto en las edades de 4 años (40 %) y 5 años (36 %). En conclusión, se obtuvo 9 hembras preñadas con terapia vitamínica – mineral y 2 hembras preñadas sin terapia vitamínica – mineral.

**Palabras claves:** DIV-B®, Condición corporal (CC), Terapia Vitamínica y Mineral, IATF.

## ABSTRACT

This research was carried out in the community of Las Cañas Florida's in the department of Estelí. In the period diciembre - febrero 2021. The investigation consisted of evaluate the efficacy of the DIV-B® heat synchronization protocol in cows with vitamin and mineral therapy vs cows lacking vitamins and minerals. For the experiment two groups of 20 bovine females each were formed, between the ages of 3 to 7 years, with body condition (CC) from 3 to 3.5, were examined through rectal palpation to ensure the optimal state of the reproductive system; taking importance in cervix and in the empty state of the horns, considering the following variables: 1-Percentage of pregnancy at first service (PPPS), 2-Percentage of pregnancy in relation to CC (PPRCC). 3- Percentage of pregnancy with IATF according to Age (PPIATFE). The results obtained demonstrated a PPPS of (45 %) in cows with vitamin-mineral therapy, in cows without therapy a PPPS of (10 %), a PPRCC in cows of 3.5 CC of (32 %), in cows of 3.0 CC a PPRCC of (17 %) and high PPIATFE in the ages of 4 years (40 %) and 5 years (36 %). In conclusion, 9 pregnant females were obtained with vitamin- mineral therapy and 2 pregnant females without vitamin-mineral therapy.

**Key words:** DIV-B®, Body Condition (CC), Vitamin and Mineral Therapy, IATF.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 13 años el sector agropecuario en Nicaragua ha crecido por encima del 78%, siendo la ganadería uno de los rubros más dinámicos en la economía del país. (INTA, 2021)

Debido a la falta de accesibilidad de toros de raza pura en ciertas comunidades alejadas de producciones intensivas, no se ha podido lograr el mejoramiento genético deseado por pequeños productores que están iniciando en este sector, que es de suma importancia en la economía del país, al igual que esto la falta de accesibilidad a un médico veterinario que pueda brindar asesoramiento para mejorar no solo la calidad de vida de los animales sino que también para mejorar los índices reproductivos de las hembras bovinas, ha dificultado el crecimiento de comunidades como las cañas floridas del municipio de Estelí, siendo esto una problemática importante para el crecimiento de pequeños productores en Nicaragua.

En el siguiente trabajo se plantea mejorar la productividad a través de protocolos hormonales que vayan de la mano con tratamiento vitamínico-mineral previos a la aplicación hormonal e IATF. Destacando la importancia que tiene las vitaminas y minerales en la respuesta hormonal del sistema reproductor en hembras bovinas.

El ciclo estral se manipula a través de hormonas que nos permiten implementar programas de inseminación con resultados satisfactorios, de igual manera la inseminación artificial tiene ventajas como el mejoramiento genético de animales que se adapten a las condiciones y por ende mayor productividad. Por otra parte, las vitaminas y minerales cumplen una función indispensable para mejorar las condiciones corporales de las hembras reproductoras y prepararlas para el próximo ciclo.

Hace más de 10 años Nicaragua utiliza terapia hormonal en bovinos; En noviembre 2019 el Instituto de protección y sanidad agropecuaria (IPSA) en conjunto con el Instituto nacional de tecnología agropecuaria (INTA). Dieron apertura al programa nacional de mejoramiento genético bovino; el cual se creó con el objetivo de impulsar la productividad del sector ganadero e incrementar las exportaciones a través de la implementación de protocolos hormonales e inseminación artificial a tiempo fijo, con semen de alta calidad genética; estimando alcanzar a 20 mil hembras bovinas en todo el territorio nacional. (INTA, 2020).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

- Evaluar la eficacia del protocolo de sincronización de celo DIV-B® en vacas con terapia vitamínica y mineral vs vacas carentes de vitaminas y minerales.

### **2.2 Específicos**

- Comparar la efectividad que poseen las vitaminas y minerales en la respuesta ovárica, de vacas tratadas con 2 meses previo al protocolo hormonal, a través de la tasa de preñez de ambos grupos
- Determinar la condición corporal de las hembras bovinas bajo el estudio de investigación.
- Precisar la efectividad de la I.A. a través del porcentaje de preñez según la Edad.

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Antecedentes

(Simonetti, Mihura, & Cabodevila, 2018) Evaluaron el efecto de vitaminas y minerales sobre el porcentaje de preñez en hembras bovinas inseminadas a tiempo fijo; para el experimento se utilizaron 150 vacas Hereford con cría al pie, conformando dos grupos. El primer grupo recibió 5ml de un complejo vitamínico-mineral, El segundo grupo no recibió complejo vitamínico-mineral. En ambos grupos se aplicó dispositivo intravaginal de progesterona, inyección de benzoato de estradiol 2mg; retiro de dispositivo al día 7 e inyectándose 0,150 mg de d-cloprostenol y 1 mg de cipionato de estradiol.

Realizando la IATF a las 48 horas post retiro de dispositivo, los resultados que ellos obtuvieron fueron 92,8% vs 95,3% teniendo como resultado que la aplicación de suplemento vitamínico y mineral al inicio del protocolo de IATF en vacas con cría al pie, no modificara los porcentajes de preñez.

(Leonetti Unzué Tomás José, 2015) Evaluaron el efecto de un tratamiento inyectable con vitaminas y minerales sobre el porcentaje de preñez post-IATF en vaquillonas; utilizaron 361 vaquillonas de 15 meses, pertenecientes a tres establecimientos (A, B y C), dividiéndolos en 2 grupos. Suplementando a un grupo parenteralmente con un Adaptador vitamínico (Vit. A y E) y otro mineral (Cobre, Zinc, Manganeso y Selenio) y el otro grupo sin suplementación vitamínica y mineral. En ambos grupos se colocó un dispositivo intravaginal de progesterona y se inyectó 2 mg de benzoato de estradiol. En el día 7, se retiró el dispositivo, se inyectó 500 µg de D (+) Cloprostenol y 1 mg de cipionato de estradiol. La IATF la realizaron en las 48 y 56 horas de haber retirado el dispositivo, diagnosticando hembras gestadas a los 32 días post IATF.

El porcentaje de preñez a la IATF (A: 56,9% y C: 52,0%) no difirió entre grupos; en las vaquillas del establecimiento (B), la suplementación vitamínica/mineral mejoró dicho porcentaje (76,6%). Teniendo como resultado que la suplementación vitamínica/minerales (parenteral) post-IATF en vaquillonas de 15 meses presenta resultados variables, pudiendo mejorar o no el porcentaje de preñez.

(Diéguez & Escobar, 2009) Estudiaron el efecto de la condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas sincronizadas con dispositivo intravaginal Div-B; agrupando las vacas en 4 grupos, según su condición corporal, dando como resultado que los mejores porcentajes de preñez fueran en vacas con CC mayor de 2.75 con un 75.18 % de preñez, en comparación con vacas con CC de 2.25 que alcanzaron el 48.0% y vacas con CC de 2.0 que obtuvieron el 0.0% de preñez.

(Olivares & Videa, 2020) Experimentaron dos protocolos de sincronización de celo (ovsynch vs DIV-B®); evaluando así el porcentaje de concepción en vaquillas y respuesta a la inducción de ciclicidad. Conformando dos grupos de 16 vaquillas de las razas: brahmán, pardo suizo, Holstein, Con condición corporal entre 3 a 3.5. las cuales fueron previamente preparadas con aplicación de vitaminas y minerales para maximizar la eficacia reproductiva de las vaquillas. Procediendo a terapia hormonal con prostaglandina, GNRH, Estradiol, progesterona, eCG, pasando a la IATF a las 16 horas con el protocolo ovshynch y con el protocolo DIV-B® a las 48 horas. Obteniendo como resultado con el tratamiento un PPS de 37.5% vs al tratamiento ovshynch que mostro un PPS de 25%, lo que demuestra que se logró una mayor concepción a primer servicio con DIV-B® que con ovshynch sin embargo hubo mayor inducción a ciclicidad con método ovshynch en comparación con DIV-B®.

### **3.2 Ciclo Estral de la hembra bovina**

La hembra bovina presenta ciclos de entre 19 a 23 días, esto solo se verá interrumpido durante la gestación o por alguna patología. Siendo el estro el periodo en el cual hay aceptación para la cópula el cual dura ente 8 a 18 horas. En el metaestro se da la ovulación y se comienza a desarrollar el cuerpo lúteo. En el Diestro ocurre la etapa con más tiempo de todo el ciclo la cual se caracteriza por la presencia de un cuerpo lúteo. Cuando la preñez no se obtiene, el endometrio produce prostaglandina (PGF2) por ende habrá luteólisis, finalmente se iniciará un ciclo nuevo. (Hernández, 2018)

#### **3.2.1 Etapas del ciclo estral**

El ciclo estral está conformado por cuatro etapas diferentes, las cuales se encuentran bien definidas.

##### ***3.2.1.1 Proestro***

Esta fase se distingue de las demás ya que no hay un cuerpo lúteo útil, también se distingue por el desarrollo del folículo ovulatorio. Teniendo el proestro en las hembras bovinas una duración de entre dos a tres días. En esta etapa se da un incremento de la frecuencia de los pulsos de segregación de LH los cuales llevan a una maduración final del folículo ovulatorio, aumentando estradiol sérico, lo cual pone en marcha el estro. (Hernández, 2018)

##### ***3.2.1.2 Estro***

Aquí la hembra bovina permite que otra hembra la monte. El estro es provocado por el incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por el folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. Esta etapa dura entre las 8 y 18 horas.



### ***3.2.1.3 Metaestro***

Esta etapa es después del estro, dura de entre 4 a 5 días. Es aquí que sucede la ovulación y el desarrollo del cuerpo lúteo. Al finalizar la ovulación se logra apreciar una concavidad en donde se sitúa el folículo ovulatorio y luego se da el cuerpo hemorrágico. (cuerpo lúteo en proceso de formación).

En el metaestro, la de progesterona empieza a incrementarse para alcanzar altos niveles de 1 ng/mL, entonces el cuerpo lúteo llegó a la madurez. Cuando las concentraciones de progesterona llegan a ser superiores a 1 ng/mL se determinará el final del metaestro y el inicio del diestro. Aca se da un pico posovulatorio de FSH, lo que conlleva a la primera parte del crecimiento folicular. Habrá en las hembras bovinas sangrado metaestral. (Hernández, 2018)

### ***3.2.1.4 Diestro***

Esta etapa es la que lleva mayor tiempo de todo el ciclo, dura de 12 a 14 días. el cuerpo lúteo sostiene su funcionalidad, se observará agrupamiento sanguíneo de progesterona, elevados de 1 ng/mL. también se pueden encontrar folículos de distintos tamaños por las oleadas foliculares. Después de 12-14 días de exposición a la progesterona, el endometrio comienza a secretar PGF2 en un patrón pulsátil, el cual termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro.

cuando las concentraciones de progesterona disminuyen por debajo de 1 ng/mL, es debido a que el cuerpo lúteo ya no tiene funcionalidad, es en este momento donde termina el diestro y empieza el proestro. Y la LH procede a secretar con en frecuencia muy baja, mientras que la FSH tiene incrementos importantes de oleadas foliculares. (Hernández, 2018)

### 3.3 Eje hipotálamo-hipófisis-ovario

El hipotálamo está situado en la base del cerebro, formado por núcleos iguales de neuronas y se comunica con la hipófisis por un sistema circulatorio especial, el cual se conoce como sistema porta-hipotálamo-hipofisiario. Las neuronas del área ventromedial y del área preóptica del hipotálamo secretan hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), la cual llega a la hipófisis a través del sistema porta hipotálamo-hipofisiario y esto hace que estimule la secreción de la hormona luteinizante (LH) y así como también de la hormona folículo estimulante (FSH).

La LH mantendrá secreciones semejantes a las de la GnRH, mientras que la FSH tendrá una producción basal alta reprimida por el estradiol y la inhibina, por esto en su secreción no se observa un patrón pulsátil parecido a la LH. (Hernández, 2018)

La hormona liberadora de las gonadotropinas tiene dos modos de secreción, una pulsátil o tónica, controlada por estímulos externos (fotoperiodo, bioestimulación, amamantamiento) y por estímulos internos (metabolitos, hormonas metabólicas, hormonas sexuales). Y la otra forma es la preovulatoria o cíclica y esta es estimulada por los estrógenos durante el estro.

Los estrógenos en ocasiones ejercen retroalimentación positiva o negativa sobre la secreción de la GnRH, esto dependerá de la etapa del ciclo reproductivo. En hembras en etapa de la prepubertad y en anestro pos- parto, los estrógenos inhiben la secreción de GnRH, pero durante el proestro y el estro estimulan la secreción de GnRH. (Hernández, 2018)

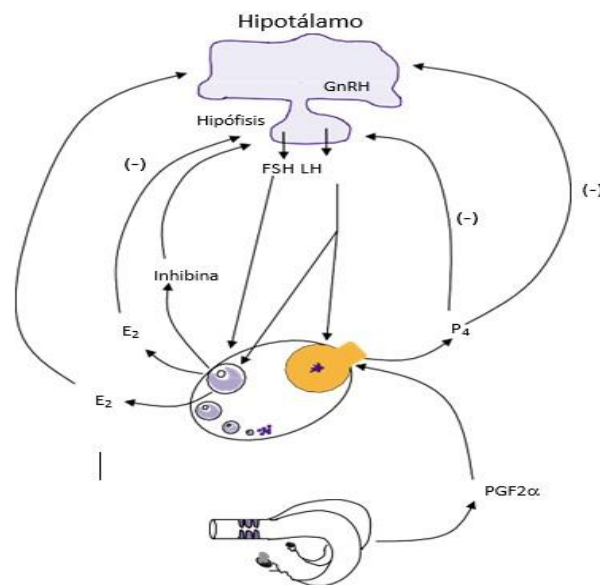


Figura 1. Eje hipotálamo-hipófisis-ovario

Fuente: (Hernández, 2018)

### 3.4 Desarrollo folicular

El ovario produce ovocitos y síntesis de hormonas sexuales, así como también estrógenos y progesterona; estas promueven la fertilización del ovocito y hacen posible el mantenimiento de la gestación. El ovocito está situado dentro del folículo ovárico y lo rodean células de la granulosa participando en forma activa en su crecimiento y maduración. En Las pruebas in vitro se observad la dependencia de los ovocitos de las células de la granulosa, es por ello que cuando los ovocitos son inducidos a madurar es necesario que estén rodeados por muchas capas de células de la granulosa, solo de esta forma este proceso tendrá éxito, de otra forma no tendrán el potencial adecuado para que se pueda desarrollar el embrión. Aunque las células de la teca interna no están en contacto directo con el ovocito, su papel en la maduración de éste lo ejercen mediante la producción de andrógenos, estos se convierten en estrógenos por células de la granulosa. Las células de la teca ayudan a establecer la red capilar que ayuda al desarrollo folicular. Los nuevos experimentos señalan que el ovocito no es un componente pasivo en el desarrollo folicular, hace posible la regulación de la función en las células foliculares; esto da a entender que el mismo colabora en la creación de un microambiente ideal para su maduración. A su vez el ovocito tiene un papel fundamental para activar el desarrollo de los folículos primordiales.

Las vacas nacen con un aproximado de 200 mil folículos, de estos, son muy pocos los que se activan e inician su crecimiento; por otro lado, la gran mayoría de estos sufren atresia en diferentes etapas del desarrollo. En el nacimiento los folículos están en la fase más elemental, son conocidos como folículos primordiales; luego estos folículos se activan y son transformados en folículos primarios y secundarios; hasta este momento los folículos no tienen antro (etapa preantral) y su desarrollo es independiente de las gonadotropinas. Cuando los folículos forman el antro se conocen como folículos terciarios y su desarrollo es dependiente de las gonadotropinas (etapa antral). (Hernández, 2018)

El crecimiento folicular en la etapa antral ocurre en forma de oleadas y cada oleada comienza con un aumento en los niveles de FSH, lo cual promueve el crecimiento de un grupo de cinco a seis folículos (4 mm de diámetro); este proceso es conocido como reclutamiento. Posteriormente, un solo folículo continúa creciendo (folículo dominante), lo que provoca un aumento en las concentraciones de estrógenos e inhibina y una disminución en las concentraciones de FSH y atresia de los folículos subordinados, pues ellos dependen totalmente de esta hormona, mientras que el folículo dominante continua su desarrollo estimulado por la LH. El folículo dominante perdura de cuatro a seis días y si no llega a ovular, sufre atresia. Después de la atresia del folículo dominante bajan los niveles de estrógenos e inhibina, se observa un incremento de las concentraciones de FSH y se inicia una nueva oleada folicular.

El folículo dominante que está presente cuando el cuerpo lúteo sufre regresión, continúa su desarrollo y ovula debido al pico preovulatorio de LH. Esto hace que se promueva la liberación del ovocito. la secreción de sustancias preovulatoria de LH regulara la formación del cuerpo lúteo a partir de las células foliculares; este proceso se conoce como luteinización.

Durante el ciclo estral se presentan de dos a tres oleadas foliculares. Las vacas con tres oleadas foliculares tienen una fase lútea más larga y en consecuencia un ciclo estral más largo, de 22 a 23 días; mientras que las vacas que tienen dos oleadas presentan un ciclo estral de 18 a 21 días. Alrededor del 70 por ciento de las hembras bovinas productoras de leche presentan dos oleadas foliculares, mientras que el 30 por ciento muestra tres oleadas.

En las hembras con dos oleadas foliculares el periodo de dominancia folicular es mayor que en las hembras de tres oleadas. El tiempo de dominancia influirá en el potencial de los ovocitos para desarrollar un embrión viable; de esta forma el porcentaje de concepción es menor cuando ovulan folículos que tuvieron más días de dominancia, que cuando ovulan folículos con menor tiempo de dominancia. (Hernández, 2018)

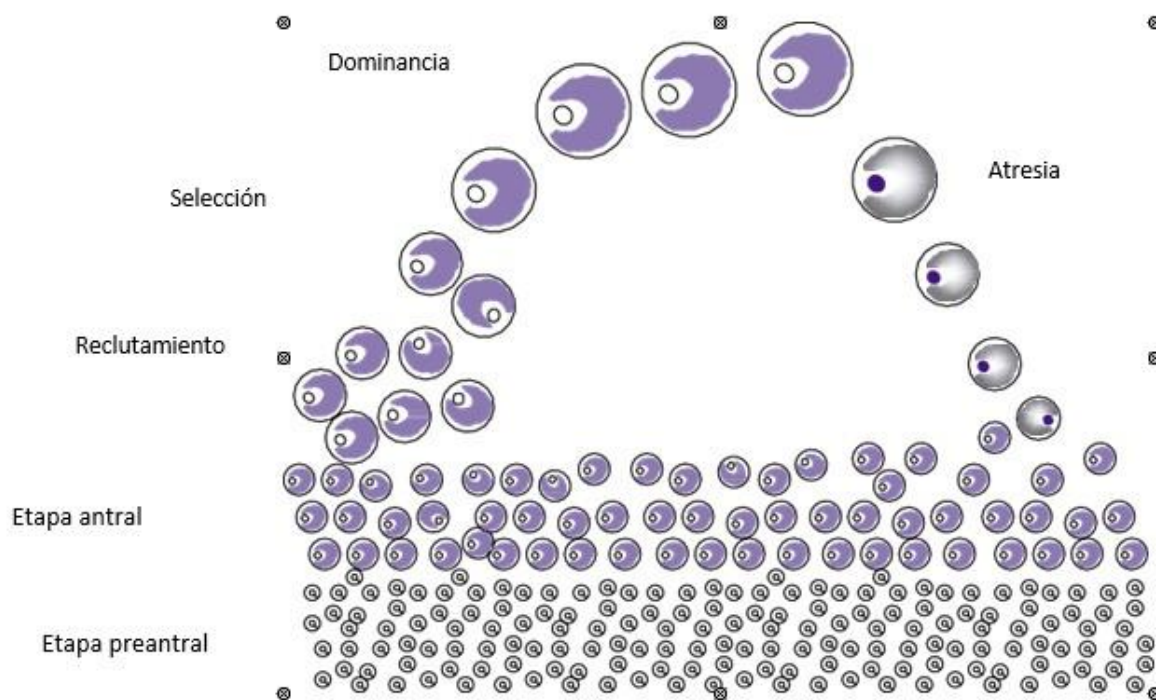


Figura 2. Crecimiento folicular

Fuente: (Hernández, 2018)

### **3.5 Control del ciclo estral para incrementar la tasa de preñez**

#### **3.5.1 Progestágenos**

Los progestágenos constituyen un grupo de hormonas esteroides, las cuales se caracterizan por ser liposolubles, termoestables y por no inactivarse en el tracto digestivo. Gracias a esto se puede administrarlas por vía oral, intravaginal o ya sea por implantes subcutáneos. La progesterona es el único aprobado para utilizarse en vacas en lactación ya que es un progestano natural. También hay progestágenos sintéticos como el Acetato de Melengestrol (MGA) y Norgestomet, los cuales se utilizan en programas con vaquillas.

Los progestágenos suprimen la secreción de LH, esto resulta en la inhibición de la ovulación. Durante es administrada, el cuerpo lúteo sufrirá regresión de forma natural y cuando es retirado el tratamiento el estro se presentará dentro de 48 a 96 horas.

En el mercado existen dispositivos que se insertan en la vagina y liberan progesterona. El dispositivo puede utilizarse durante 12 días o se puede acortar el periodo de tratamiento, siempre y cuando se acompañe con la inyección de una dosis luteolítica de PGF $2\alpha$ , un día antes o al momento de retirar el dispositivo. Por ejemplo, hay tratamientos de siete días, con buenos resultados.

Un tratamiento utilizado para la sincronización de la ovulación e IATF consiste en la inserción de un dispositivo el cual libera progesterona por siete días. El día de la inserción (día 0) se inyecta GnRH; al día siete se retira el dispositivo y se inyecta PGF $2\alpha$ ; al día nueve se inyecta GnRH y se insemina a tiempo fijo entre las 16 o 24 horas después. Este es uno de los programas que ha demostrado eficacia y de preferencia se utiliza para la inducción de la ovulación en vacas anéstricas. (Hernández, 2018)

### **3.6 Inseminar a tiempo fijo o a estro detectado**

En la práctica, se suscita la discusión sobre los beneficios que ofrece la IATF en comparación con los programas tradicionales, como es la sincronización con PGF $2\alpha$  y la detección de calores. Algunos veterinarios manejan la reproducción del hato con prostaglandinas, detección de calores apoyados con el uso de podómetros y crayones, obteniendo tasas de preñez comparables con otros establos que utilizan programas de IATF.

Si en la mayoría de los hatos bovinos se resolviera la baja eficiencia en la detección de estros, no habría necesidad de programas de IATF. Este problema lejos de resolverse se ha agudizado. Adoptar una postura radical cuando se elige un determinado programa de manejo reproductivo no es conveniente, ya que aun cuando el programa esté basado en el uso de PGF $2\alpha$  y en detectar el estro, aun así, existirán hembras con 70 a 80 días posparto sin servicio y que podrán ser candidatas para un protocolo de IATF, con favorables resultados.

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en cualquiera de sus versiones es un programa eficaz, esto quiere decir que si se realiza como está indicado los resultados serán favorables; pero se verá afectado si el personal inyecta la hormona equivocada o no cuida los horarios establecidos, o dado el caso que la inseminación no se haga dentro del tiempo establecido en el programa, esto dará resultados pobres. La IATF o a esto detectado es una decisión que depende del análisis de las características de cada hato y conviene tener presente que no son técnicas excluyentes sino complementarias. (Hernández, 2018)

### **3.7 Elementos minerales esenciales**

El cuerpo de los animales vertebrados está constituido por elementos minerales solo un 4 a 6 por ciento. por la cantidad de funciones que cumplen en el organismo son considerados esenciales en la bioquímica nutricional.

Los elementos minerales son considerados de suma importancia para el cuerpo animal cuando:

- Están presentes en concentraciones parecidas en animales sanos de la misma especie.
- Llevan un mismo patrón en los diferentes tejidos que lo contienen, en la misma especie de animales.
- Producen cambios en el animal, cuando la dieta es deficiente, manifestándose con síntomas clínicos o subclínicos característicos.
- Los síntomas clínicos o subclínicos de deficiencia pueden ser prevenidos y eliminarse, añadiendo elementos esenciales a la dieta, utilizando suplementación mineral o medicación por vía parenteral.

Una enfermedad de carencia se define por la falta de uno o varios componentes minerales en la alimentación, que no cubre los requerimientos que necesita el animal, siendo considerado como desbalances en la nutrición mineral, tal es el caso de las enfermedades metabólicas.(Bavera, 2006)

Los elementos mayores (Macroelementos) que son fundamentales en los procesos fisiológicos de los rumiantes, están dentro del organismo, en concentraciones altas, por encima de los 70 mg/kg peso vivo. Los cuales son: fósforo, representado como (P), calcio, representado como (Ca), sodio, representado como (Na), cloro, representado (Cl), azufre, representado como (S), magnesio, representado (Mg) y finalmente potasio, representado (K). son determinan en gramos/día; en cambio los aportes que hacen los alimentos son representados en porcentaje o en g/kg de materia seca. poseen una función plástica formando parte de los tejidos de los huesos, los músculos y los tendones.

Los elementos menores (oligoelementos o microelementos), están dentro del organismo animal pero cantidades muy bajas (menos de 70 mg/kg peso vivo) y son: cobre, representado como(Cu), cobalto, representado como (Co), manganeso, representado como (Mn), cinc, representado como (Zn), iodo, representado como (I), hierro, representado como (Fe),

selenio, representado como (Se), molibdeno, representado como (Mo), flúor, representado como (F), cromo, representado como (Cr), níquel, representado como (Ni) y silicio, representado como (Si). Cada uno con requerimiento que se da en mg/día y el aporte por los alimentos en mg/kg de materia seca, en ppm partes por millón o en porcentaje. tienen una función reguladora en el metabolismo. (Bavera, 2006)

Los minerales ejercen sus funciones esenciales solos o asociados entre sí, con diferentes niveles dentro del organismo animal, y a pesar que se observan diferencias importantes entre los diferentes elementos.

A nivel tisular, los minerales ejercen funciones específicas, como funciones estructurales formando huesos y otros tejidos de sostén; o funciones metabólicas las cuales pueden ser: componentes de enzimas o coenzimas, transmisión del impulso nervioso, etc.

Los requerimientos de un mineral incluyen los de mantenimiento, los cuales sirven para compensar las pérdidas endógenas, sumados a los de producción que ejercen función de: crecimiento, gestación y lactancia. Estos indican la cantidad del mineral que necesita el animal, es por ello que la dieta debe aportar cantidades mayores, llamado requerimiento bruto, esto debe ser brindado por la dieta.

la cantidad biodisponible, abreviada como (BioD), o coeficiente de absorción; es el total de macrominerales aportado por la dieta que es alcanzado por los tejidos del animal.

La deficiencia de minerales se divide en cuatro fases las cuales son: deficiencia, subclínica depleción, y enfermedad clínica.

La deficiencia se da si la carencia en la dieta es prolongada por un periodo, se marca por indicadores bioquímicos los cuales señalan si el organismo no puede mantener los niveles requeridos de los minerales esenciales para las funciones fisiológicas.

La depleción es la falta de una dieta rica en minerales que pueda mantener las concentraciones necesarias al cuerpo del animal. cuando se mantienen reservas en el organismo puede sostenerse por un largo periodo sin la aparición de síntomas clínicos.

La deficiencia ocurre si la carencia en la dieta persiste, lo que está marcado por indicadores bioquímicos que señalan que el organismo no puede mantener niveles constantes de los minerales necesarios para las funciones fisiológicas.

La fase subclínica se da después de periodos variables de tiempo, cuando las concentraciones de minerales se aminoran, sin embargo, aún los cambios en las funciones requeridas no se muestran como enfermedades subclínicas. Se necesitará exámenes de laboratorio para un diagnóstico seguro. Es esta fase en la que se generan un numero alto de pérdidas económicas, ya que sus síntomas no son específicos y esto hará que el animal tenga pérdida de peso, retraso en el crecimiento y a su vez menor fertilidad.

En la fase terminal de la enfermedad clínica, el animal manifiesta signos clínicos evidentes; aunque en ocasiones estos signos pueden llegar hacer inespecíficos, lo que dificultara el diagnostico seguro. Es por ello que en esta fase el animal corre alto riesgo de morir.

Los síntomas llegan a ser específicos cuando la deficiencia es marcada y con larga duración, es por ello que se necesita exámenes de laboratorio para un mejor diagnóstico; pero aun diagnosticando correctamente y medicando al animal las pérdidas económicas ya habrán afectado mal productor. (Bavera, 2006)

### **3.8 Clasificación de los minerales y su función en el organismo**

Existen diversas clasificaciones de los minerales:

- Por su afinidad en algunos órganos y tejidos específicos.
- Por su concentración en el organismo.
- Por su importancia en las funciones vitales del organismo.

Está comprobado que los minerales cumplen con cuatro funciones importantes en el organismo. Las cuales no son exclusivas de todos los minerales y varían de acuerdo al tipo de mineral y especie de animales.

- Estructural: los minerales pueden formar componentes estructurales de órganos y tejidos corporales, como es el caso del calcio, fósforo, magnesio, flúor y silicio que forman la mayor parte de la estructura ósea.
- Fisiológica: ciertos minerales están en forma de electrolitos en los tejidos y en los fluidos corporales, estos toman parte activa en el mantenimiento de la presión osmótica, también del equilibrio ácido-base, de la permeabilidad de las membranas, tal es el caso del potasio y del sodio.
- Catalítica: ejercen función como catalizadores de enzimas y de ciertas hormonas, así como de componentes estructurales de las metaloenzimas; un ejemplo específico de estas funciones es el cobre.
- Reguladora: está comprobado que los minerales actúan en la regulación de la replicación y diferenciación celular, como, por ejemplo, el calcio que influye en señales de transducción y el cinc influye en la transcripción.(Hernández D. L., 2016)



### **3.8.1 Macrominerales**

#### **3.8.1.1 Fósforo(P)**

El fósforo (P) es de suma importancia para la producción de leche, así como también para el desarrollo y mantenimiento del tejido esquelético, a su vez ayuda en la composición de los nucleótidos y en la membrana de la célula en forma de fosfolípidos. El 80% se encuentra en huesos y dientes, y el 20 % está distribuido en fluidos y otros tejidos del organismo.

El P tiene un papel fundamental para el funcionamiento adecuado de los microorganismos del rumen, principalmente los que digieren la celulosa, así como para la regulación del pH y otros fluidos. La absorción del fósforo ocurre en el duodeno y yeyuno en los rumiantes, pero esto dependerá de la cantidad ingerida, si el consumo es mayor disminuirá su coeficiente de absorción, y a su vez se afectará cuando la relación Ca: P está por debajo 1:1 o por encima de 7:1.

Los requerimientos de P en términos de la composición del forraje pueden ser calculados dependiendo de la cantidad del P requerido en la dieta para las diferentes formas y niveles de producción. Dietas con altos niveles de calcio incrementan los requerimientos de P. Niveles excesivos de Fe, Cu, I y Mg en la dieta disminuyen la absorción de P.

A nivel mundial la falta de P es la mayor deficiencia mineral, esto en los bovinos se caracteriza por la disminución del contenido mineral en los huesos, provocara fracturas espontáneas, aumentara el volumen de las extremidades anteriores, habrá cojera y dificultad para caminar, la deficiencia grave se presentaran con síntomas como: raquitismo y osteomalacia, anorexia, crecimiento demasiado lento, baja conversión alimenticia, baja producción láctea, pérdida de peso, osteofagia, hemoglobinuria puerperal, alteraciones del metabolismo energético, fragilidad eritrocitaria, los parámetros reproductivos se ven alterados, conllevando a que la hembra bovina tenga anestros de larga duración, repetición de celo, reabsorción embrionaria y falta de preñez.

El nivel máximo tolerable de P en la dieta para rumiantes es de 1 % de la MS de la dieta. Una dieta excesiva a base de fósforo, causara problemas en el metabolismo del Ca, conllevando a que la resorción ósea se haga de forma excesiva y presencia de cálculos renales. (Hernández D. L., 2016)

### 3.8.1.2 Calcio (Ca)

El Ca es esencial en la formación del esqueleto y los dientes, interviene en la coagulación de la sangre, en la regulación de la actividad neuromuscular y cardíaca, en el orden del equilibrio ácido básico y así como también en la presión osmótica. Es el mineral de mayor cantidad en el organismo del animal. El 98 % del Ca se encuentra en el esqueleto y los dientes, el 2 % se encuentra en los tejidos blandos, mayormente en el plasma sanguíneo.

Pequeñas cantidades de Ca pueden ser absorbidas desde el rumen, pero el mejor sitio de absorción es el intestino delgado, donde se realiza principalmente de forma iónica por mecanismos de transporte activo difusión pasiva, controlada por la hormona paratiroidea (HTP) y la forma fisiológicamente activa de la vitamina D3 1,25-dihidroxicolecalciferol (calcitrol, 1,25(OH)<sub>2</sub> D3), donde actúa de forma lenta para abrir los canales de calcio y facilitando su capacitación, con ayuda de la calbindina, la cual es una proteína transportadora de Calcio. El Ca se secreta en leche, en rumiantes se excreta por vía fecal en cantidades bajas, apenas se ven afectadas por la ingestión o el balance orgánico del Ca; al excretar en la orina y en el sudor es de suma importancia en la acidosis metabólica de hembras bovinas en producción de leche.

Para la mayoría de los tipos de producción animal el Ca puede ser cubierto por el forraje que contenga aproximadamente 4.0 g Kg MS. El nivel máximo tolerable indicado por el NRC (2001) para vacas lecheras es de 2% de la MS total. Un bajo consumo de calcio causara de debilidad ósea, crecimiento lento, baja producción láctea, en deficiencias crónicas hay cambios químicos y físicos los cuales reflejaran una reducción en la mineralización de los huesos, raquitismo en animales jóvenes y osteomalacia en animales adultos.

Los forrajes deficientes de calcio y altos en fosforo; pueden llevar a que los animales desarrollen, una anomalía llamada hiperparatiroidismo nutricional secundario, este se manifiesta por causar una alta movilización de calcio en los huesos, provocando engrosamiento en los huesos, principalmente en los faciales.

El nivel tolerable de calcio en bovinos es del 2 % aun así otros niveles no se consideran tóxicos, debido a que los mecanismos homeostáticos exceso de calcio son excretados en heces. El exceso en el consumo de Ca puede impedir la absorción de otros minerales, y puede causar tumores en la tiroides en respuesta a la hiperactividad y cálculos urinarios. (Hernández D. L., 2016)

### **3.8.1.3 Magnesio (Mg)**

Aproximadamente 70% del Mg presente en el cuerpo se encuentra en los huesos, el 30% restante se encuentra distribuido en tejidos blandos, es uno de los cationes más abundantes a nivel intracelular, después del potasio. El Mg interviene con el Ca y el P en la formación de huesos y dientes, y es de gran importancia en la catalización de 300 enzimas implicadas en la transferencia y utilización de la energía, es requerido para el buen funcionamiento del corazón, forma parte del líquido cefalorraquídeo e influye en la transmisión de impulsos nerviosos, es indispensable para la fosforilación oxidativa en las mitocondrias, con más relevancia en el músculo cardíaco.

La absorción del magnesio, en terneros se lleva a cabo en el intestino delgado, para el caso de los adultos rumiantes la absorción se da en el rumen y el omaso. Las condiciones del rumen como el pH alto, pueden afectar su absorción y su requerimiento.

Esta absorción se verá comprometida cuando existan altos niveles de K, N, Na, Al, Ca, P, superabundancia de grasa y proteínas, disponibilidad de carbohidratos, ácidos orgánicos, vitamina D3 y estado de madurez del forraje. Los estados normales de Mg en plasma varían entre 1.8 y 2.4 mg dL<sup>-1</sup>, este nivel se mantendrá de forma adecuada si hay absorción de Magnesio en la dieta y disminuirá en casos severos de deficiencia.

La demanda de Mg, va a variar conforme sea la absorción en el tracto digestivo, por la disponibilidad biológica o por los requerimientos absolutos del animal. Las hembras bovinas en producciones medias necesitarán un requerimiento en la dieta del 0.25% mientras que las hembras bovinas en producciones altas necesitarán el 0.30%.

Cuando existe deficiencia de este mineral en la dieta, los rumiantes presentaran hiperirritabilidad; en el caso de las hembras lactantes presentaran tetania. También puede darse vasodilatación periférica, Anorexia, incoordinación, espasmos musculares, exceso de salivación, descenso de la presión sanguínea y temperatura corporal, llevando al animal a un estado de coma y muerte.

La tetania de los pastos puede originarse en vacas lactantes cuando ingieren forrajes tiernos, esta anomalía se explica porque los forrajes jóvenes contienen altas cantidades de K, este interviene en el proceso de absorción del magnesio, las bajas concentraciones de Mg en el cuerpo se pueden superar con la suplementación de este mineral al ganado o bien aplicando fertilizaciones con Na y Mg a las pasturas y evitando fertilizaciones excesivas de N y K.

En rumiantes es muy difícil que se de intoxicación por exceso de este mineral, ya que el riñón posee la capacidad de excretar el exceso de Mg, como respuesta a los altos niveles en suero sanguíneo. el nivel máximo tolerable de Mg es de 0.4% de la MS. La mayoría de las manifestaciones clínicas por exceso de Mg se asocian con problemas de tipo nervioso, esto se debe al efecto tóxico de este elemento, los animales presentan alteración generalizada de la transmisión neuromuscular, en casos extremos se produce hipotensión, depresión respiratoria y anestesia profunda. (Hernández D. L., 2016)

#### **3.8.1.4 Sodio (Na)**

La función principal del sodio, es mantener la presión osmótica, el equilibrio ácido-básico y el metabolismo del agua, ya que es el principal catión monovalente extracelular. conjuntamente interviene en el mecanismo de contracción muscular y en la transmisión del impulso nervioso, forma parte del jugo pancreático y bilis; participa en la absorción de azúcares y aminoácidos, es un elemento de alta proporción en la sangre; es requerido para el crecimiento de las bacterias ruminales.

El Na se absorbe en el tubo digestivo, esto sucede por transporte activo en abomaso, retículo, omaso y duodeno, en cambio la absorción de forma pasiva ocurre por medio de la pared intestinal. Cuando se encuentra en bajos niveles en el cuerpo del animal, el organismo activa automáticamente la producción de aldosterona en la corteza adrenal, lo cual impidiera la pérdida de sodio en la orina y heces; sin embargo, el nivel de concentración del mineral en la leche será de forma constante, la falta de destreza en las hembras bovinas de reducir los niveles de Na en la leche las afecta durante la lactancia provocando deficiencias.

La demanda de sodio en hembras lecheras en etapa productiva es del 0.18% de la materia seca, la demanda en hembras secas es del 0.10% de sodio de la materia seca (MS) total.

Cuando hay deficiencia y se da en forma prolongada, se manifiesta con diversos síntomas como la pérdida de apetito, mala apariencia, retraso en el crecimiento, se disminuye la producción de leche, en casos graves se puede observar: incoordinación, temblor corporal, debilidad y pérdida del ritmo cardíaco, los cuales pueden llevar a la muerte del animal. Por el contrario, la mayoría de los animales pueden tolerar grandes cantidades de Na en la dieta, siempre y cuando se disponga de suficiente agua; un consumo excesivo puede dar lugar a edemas, problemas metabólicos como diarreas, vomito, anorexia; de la misma manera puede dañar los glomérulos renales.(Hernández D. L., 2016)

## 3.8.2 Microminerales

### 3.8.2.1 Cobre (Cu)

Una de las limitantes más importantes en bovinos de pastoreo, es la deficiencia de Cobre, en las regiones tropicales es un componente fundamental de diversas metaloenzimas como la ceruloplasmina, tirosinasa y citocromo oxidasa; lo que contribuye a la formación de hemoglobina, a la absorción y unión de transporte de proteínas del hierro, es esencial en la formación de tejido conectivo, contribuye en la formación de colágeno y elastina del hueso, es indispensable para el sistema nervioso gracias a que favorece la producción de melanina.

La absorción del cobre se da en el duodeno y en el yeyuno, su conservación dependerá de la presencia de minerales como el molibdeno (Mo), azufre (S), hierro (Fe) y el zinc (Zn). Estos minerales participan como antagonistas del Cu.

Satisfacer con la dieta las cantidades que demanda el organismo de cada animal, es variado ya que influirá ciertos factores como, la edad, forma química del mineral en la dieta y la presencia de sustancias que interfieran en su absorción; las hembras lactantes tendrán mayor demanda de este mineral. El requerimiento de Cu en bovinos debe de establecerse considerando el contenido de Mo y de S en la dieta; 4 ppm pueden cubrir los requerimientos en ganado lechero.

La deficiencia de Cu en el animal depende de factores como la edad, sexo, severidad y duración. La deficiencia primaria se da por el consumo inadecuado de este mineral, mientras que la deficiencia secundaria se da por diversos factores en la dieta que interfieren con la absorción y el metabolismo; los síntomas más evidentes son el estado anémico del animal, la reducción del crecimiento, pelo descolorido, huesos frágiles con rigidez y cojera.

En los animales adultos se manifiesta con falta de celo, en las hembras bovinas se observa retención placentaria; un signo específico en la deficiencia de este mineral es la disminución de la pigmentación del pelo situado alrededor de los ojos. La deficiencia de Cu afecta las células T y B, los neutrófilos y los macrófagos, siendo así como reduce la cantidad de células que producen anticuerpos.

En bovinos adultos se observa adaptación a los niveles elevados de Cu, en cambio en los terneros no se observa esta adaptación. La toxicidad crónica de este mineral, sucede cuando hay consumo elevado en las pasturas y deficientes de Mo y S. todos los rumiantes tienen la capacidad de almacenar este mineral en el hígado y en épocas de escases usan estas reservas. Los signos más evidentes de intoxicación por Cu son: sialorrea, emesis, convulsiones, colapso y finalmente la muerte del animal. (Hernández D. L., 2016)

### 3.8.2.2 Hierro (Fe)

El Hierro es un componente esencial de la hemoglobina y mioglobina, necesarias para el transporte de oxígeno, del 60 al 70% del Fe corporal se encuentra en la hemoglobina de los eritrocitos y en la mioglobina del musculo; el 20 % se almacena en el hígado, bazo y otros tejidos en formas lábiles, donde se encuentra disponible para la formación de hemoglobina.

El transporte de oxígeno a las células y de electrones, la respiración celular, el metabolismo de energía, sensor de oxígeno y la síntesis de ADN son una de las funciones principales en el organismo de los animales que cumple el hierro.

El Fe se absorbe en todo el sistema digestivo, pero el principal lugar de absorción es el duodeno y yeyuno. la expulsión se da principalmente en las heces, sin embargo, suele haber eliminación en la orina y el sudor; cuando hay hemorragia en los animales el Fe se transporta en forma de hierro férrico, almacenándose en hígado y medula ósea principalmente en forma de hemosiderina.

Los rumiantes jóvenes son más susceptibles a la deficiencia de Fe dado que la leche tiene niveles bajos de este mineral (< 1 mg/L), sin patologías existentes que conlleven a hemorragias en el organismo del animal no existirán riesgos de falta de este mineral en animales adultos ya que cuentan con buenas reservas.

Los requerimientos de Fe se estiman de acuerdo a la edad, velocidad de crecimiento, y la disponibilidad del mineral en la dieta, la recomendación actual para vacas lecheras de 50 ppm, los niveles máximos de Fe en la dieta son de 1000 ppm para ganado vacuno.

En bovinos de pastoreo es poco común la deficiencia de Fe ya que la mayoría de los forrajes es rico en este mineral, sin embargo pueden darse infestaciones parasitarias dando lugar a pérdidas sanguíneas, algunas otras causas de hemorragias; puede sospecharse de deficiencia de Fe cuando los niveles séricos sean inferiores a 1.1 mg L y los de hemoglobina sean inferiores a 1 mg/dL; dentro de los signos de deficiencia de hierro podemos citar anemia hipocromía, y microcítica, crecimiento lento, palidez de las mucosas, incremento del ritmo respiratorio y circulatorio, anorexia, atrofia de la papilas linguales, cansancio, disminución en la resistencia a infecciones y en casos severos puede culminar en la muerte.

Por otro lado, la intoxicación por Fe causa diarrea y acidosis metabólica, retraso en el crecimiento, congestión vascular e irritación intestinal; dietas con altos contenidos de Fe disminuyen la absorción de P, Cu, Zn, Se, Mn, Co y Pb, y viceversa, ya que compiten por los sitios de absorción. (Hernández D. L., 2016)

### 3.8.2.3 Zinc (Zn)

El zinc es un elemento indispensable para el crecimiento y salud de los animales, es componente estructural del ADN, ARN y los ribosomas, forma parte del sistema inmunológico, interviene en el balance electrolítico, es activador de diversos sistemas enzimáticos, es importante en el desarrollo del aparato reproductor en los machos.

El Zn se absorbe de acuerdo a las necesidades del animal, el principal sitio de absorción es el duodeno, la excreción principal del Zn es a través de las heces fecales, el grado de absorción del Zn es afectado por la cantidad en la dieta, cantidad y proporciones de otros elementos en la dieta y por la forma química que se ingiere el mineral, por lo tanto, la absorción del Zn se incrementa con la disminución de éste en la dieta y viceversa.

Los requerimientos recomendados de Zn son menores a 30 o 40 ppm de la MS; la lactación demanda una mayor cantidad de Zn, a pesar del bajo contenido de este en la leche. El nivel máximo tolerable de Zn ha sido establecido en 500 ppm para bovinos. El consumo deficiente de Zn afecta la velocidad de crecimiento, retarda la cicatrización de las heridas, reduce la habilidad para movilizar reservas hepáticas de vitamina A.

Las vacas que son alimentadas con forrajes con contenido bajo de Zn presentan bajo crecimiento, fertilidad disminuida, paraqueratosis, inflamación de la nariz y boca, endurecimiento de las articulaciones, pérdida y aspereza en el pelo y niveles bajos de Zn en plasma.

Se presenta intoxicación por Zn cuando las cantidades en la dieta exceden los 2000 a 3000 ppm en la dieta, la intoxicación por Zn reduce la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia, también disminuye el consumo de alimento, es característico el dolor abdominal, la anemia, pobre mineralización del hueso, daño pancreático, artritis, enfermedad del musculo blanco, hemorragias internas, muerte de animales recién nacidos. La magnitud de tolerancia del Zn depende principalmente de los contenidos relativos de Ca, Cu, Fe y Cd con los cuales éste mineral interactúa en los procesos de absorción y utilización. (Hernández D. L., 2016)

#### **3.8.2.4 Selenio (Se)**

El selenio es un elemento esencial para el animal, interviene en funciones corporales tales como el crecimiento, la reproducción, la respuesta inmune, la protección de la integridad de los tejidos, el Se es componente estructural de la enzima glutatión peroxidasa, la cual tiene como función proteger las células del daño peroxidativo, catalizando la reducción del peróxido de hidrogeno y de los hidroxiperóxidos formados a partir de ácidos grasos y otras sustancias.

Existe una estrecha relación con la vitamina E, en cuanto a los efectos antioxidantes, consiste en que la vitamina E es un antioxidante específico de lípidos solubles en las membranas celulares y el Se, como componente de la GSH-Px, funciona destruyendo los peróxidos antes de que estos ataquen la membrana celular. La absorción del Se se da principalmente en duodeno. El Se suplementado en la dieta se absorbe en un 40%, pero su grado de asimilación varía con la forma del elemento, la cantidad ingerida y el contenido de Ca, As, Co y S en la dieta.

El nivel de Se en suero sanguíneo en vacas suplementadas va de 0.15 a 0.23 ppm. Los requerimientos de Se para rumiantes no ha sido bien definido, pero se estima que para rumiantes es de aproximadamente de 0.1 a 0.3 ppm de la materia seca de la dieta, esto depende de la forma química del elemento que ingresa al organismo, de los niveles de Se en el animal y de los diferentes factores que afectan la biodisponibilidad y absorción, los cuales se encuentran en la dieta, como la vitamina E, ácidos grasos, aminoácidos, S, Co, As y Cd.

La deficiencia de Se puede dar lugar la miodegeneración (enfermedad del musculo blanco), especialmente en corderos y becerros. En general se asocia con un menor crecimiento tanto en machos como en hembras, y menor resistencia a las enfermedades. El exceso de Se puede producir anemia, salivación excesiva, necrosis de las pezuñas e incluso la muerte. (Hernández D. L., 2016)

### **3.9 Vitaminas implicadas en la reproducción**

Las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos para el mantenimiento y crecimiento de los animales, las cuales no son sintetizadas por ellos, por lo que tienen que aportarse en la dieta o por alguna otra vía. Las vitaminas tampoco son fuente de energía ni forman parte de las estructuras del cuerpo, pero son indispensables para el metabolismo y algunas funciones específicas en el organismo. (Martínez & Velasco, 2016)

#### **Vitaminas liposolubles**

##### **Vitamina A**

La vitamina A es necesaria para el crecimiento normal y la salud del ganado bovino y es esencial para el mantenimiento de tejido epitelial (piel, ojo, revestimiento del gastrointestinal, respiratorio, urinario y tractos reproductivos), desarrollo de los huesos y la visión normal.



La vitamina A es la que posee mayor importancia práctica en la alimentación del ganado bovino debido al limitado uso de forrajes frescos en las dietas de crecimiento-finalización.

Los vegetales no poseen vitamina A, sino carotenos o carotenoides ( $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno,  $\gamma$ -caroteno y criptoxantina), los cuales no tienen actividad de vitamina A como tal pero son precursores de la misma, por lo que se les llama provitaminas. En teoría, una molécula de  $\beta$ -caroteno equivale a dos de vitamina A; sin embargo, la capacidad del ganado bovino de engorda para convertir los carotenos en retinol (que es la forma activa de la vitamina A en los animales) es limitada, por lo que tiende a acumularse en el hígado, testículos, cuerpo lúteo, sangre, leche y tejido adiposo.

La vitamina A es altamente degradada en rumen y se estima que solo el 33% del total agregado a la dieta llega al intestino y de ésta el 90% es absorbida, por lo tanto, solo el 30% del total de la vitamina consumida es metabolizada. (Martínez & Velasco, 2016)

### Vitamina D

La vitamina D es fundamental para mantener la homeostasis del Ca, mineral de gran importancia debido a que está involucrado en una gran variedad de procesos fisiológicos. Se le conoce como vitamina antirraquítica y se sabe de su existencia desde hace más de un siglo, cuando observaron que animales raquíticos mejoraban considerablemente al exponerlos a la luz solar. La deficiencia de vitamina D es poco probable en el ganado que se encuentra en instalaciones al aire libre. Existen dos formas principales de vitamina D: el ergocalciferol, o vitamina D<sub>2</sub>, derivado del ergosterol, un esteroide vegetal; y el colecalciferol, o vitamina D<sub>3</sub>, de origen animal.

La vitamina D también se obtiene por irradiación de 7-dehidrocolesterol que se encuentra en la piel. El primer paso es convertir las formas inactivas (ergocalciferol, colecalciferol o 7-dehidrocolesterol) en 25-hidroxivitamina D en el hígado y posteriormente ésta se convierte en 1,25-dihidroxivitamina D en el riñón, que es la forma activa de la vitamina D. El mecanismo de absorción de Ca es un proceso dependiente de la vitamina D que, en el caso de los bovinos se presenta desde el rumen hasta el intestino grueso, siendo precisamente en el rumen donde se absorbe el 50% o más del calcio dietario. En bovinos, el papel de vitamina D ha sido más ampliamente estudiado en el ganado lechero debido a sus implicaciones fisiológicas durante la lactancia. (Martínez & Velasco, 2016)

### Vitamina E

La vitamina E funciona principalmente como antioxidante. Debido a que es soluble en grasa, la vitamina E es importante en la protección de las membranas celulares y ayuda a mantener la estructura y la función de todos los músculos, es esencial para el sistema inmunológico. La vitamina E es el nombre colectivo de un grupo de lípidos estrechamente relacionados denominados tocoferoles y tocotrienoles. Engloba ocho formas solubles en grasa, que se han aisladas de fuentes vegetales: cuatro tocoferoles y cuatro tocotrienoles (ambos como  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, y  $\delta$ -); los primeros poseen colas saturadas y los segundos colas insaturadas, y difieren en

actividad biológica y antioxidante, siendo el  $\alpha$ -tocoferol la forma de mayor actividad biológica.

El isómero D es más activo que la forma L; de hecho, la vitamina E disponible en el mercado de manera comercial se encuentra en forma de acetato de dl- $\alpha$ - tocoferol. La vitamina E es inestable, oxidándose fácilmente en presencia de minerales y de ácidos grasos poliinsaturados; no obstante, los tocoferoles soportan temperaturas elevadas, ácidos y álcalis, motivo por el cual su contenido es elevado en los aceites comestibles. Cabe resaltar que aun cuando se le incluye en el grupo de las vitaminas liposolubles, la vitamina E presenta pocos efectos tóxicos en dosis elevadas. (Martínez & Velasco, 2016)

### **3.10 Condición corporal en hembras bovinas**

Los resultados de la correlación entre CC y cantidad de folículos pequeños, medianos y grandes en vacas Hereford x Angus son presentados en el estudio realizado por Perry et al. (1991) en EUA, en el cual se evidencia que la CC y la nutrición pueden tener mayor efecto sobre el crecimiento desde folículo mediano a folículo grande.

Además, los resultados presentados por Rubio et al. (2010) en vacas Brahman de Veracruz (México) mostraron correlaciones significativas entre la CC y las poblaciones de folículos ováricos, lo que indica que a medida que una vaca recupera CC se producirá la formación de folículos de diferentes tamaños, seguida por estro y ovulación.

Si la CC es baja, se forman muchos folículos pequeños, particularmente aquellos < 4 mm y por lo tanto, hay un retraso en el inicio del estro.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación de área de estudio

La presente investigación se realizó en la comunidad, Las cañas floridas; es una pequeña comunidad ubicada en el municipio de Estelí, departamento de Estelí, con alrededor de 284 habitantes, dedicados mayormente a la producción cafetalera. Se encuentra a 1100 metros sobre el nivel del mar, con 1466831 de coordenada horizontal (X) y con 572135 de coordenada vertical (Y). Esta comunidad está formada por 45 familias que se dedican al rubro del café, ganadería y la siembra de granos básicos.

El departamento de Estelí esta localizado entre las coordenadas 13° 05' latitud norte y 86° 21' longitud oeste, con 840 m de altitud sobre el nivel del mar. Limitando con los siguientes departamentos: al norte con Madriz, al sur con León y Matagalpa, al oeste con Chinandega y al este con Jinotega. El departamento Tiene una extensión territorial de 2 230 km<sup>2</sup>. está dividido política y administrativamente por 6 municipios siendo estos los siguientes: Condega, Estelí, La Trinidad, Pueblo Nuevo, San Nicolás y San Juan de Limay. (INEC, 2001)



Figura 3. Ubicación de Estelí en el país

Fuente: (INETER, 2001)



Figura 4. Ubicación satelital de la comunidad  
Fuente: (Google Maps, 2021)

Una pequeña parte de los pobladores de Las cañas floridas, se dedica a la crianza de ganado bovino con razas mestizas de Pardo-Brahmán, Simbrah, Reyna y Holstein, uniéndose familiarmente para el mejoramiento de las razas bovinas, 10 pequeños productores decidieron ser parte de este experimento para conseguir mejorar la calidad de su ganado, cada productor aportó 4 hembras bovinas, 2 de ellas conformando el grupo A con terapia vitamínica - mineral y 2 de ellas conformando el grupo B sin terapia vitamínica – mineral. De esta forma comprobar los resultados a través de la terapia hormonal e IATF.

La experimentación dio inicio el 16 de septiembre 2020 con la selección y evaluación de las hembras bovinas; finalizando con la obtención de los resultados el 16 febrero 2021.

## 4.2 Diseño de la investigación

La presente investigación tuvo un enfoque descriptivo no experimental, en el cual se comparó la efectividad que poseen las vitaminas y minerales en la respuesta ovárica, de vacas tratadas con 2 meses previo al protocolo hormonal vs vacas no tratadas con terapia vitamínica – mineral, a través de la tasa de preñez de ambos grupos.

La experimentación se llevó a cabo con 40 hembras bovinas entre las edades de 3 a 7 años, con condición corporal de 3.0 y 3.5 puntos. Alejadas de toros por 45 días antes de la IATF, con cérvix libre de quiebres.

La calificación de CC, se realizó por una evaluación palpando las siguientes zonas del cuerpo de la hembra Bovina:

- Base de la cola
- Punta de isquion
- Punta de anca
- Articulación sacroilíaca
- Ligamento sacro
- Costillas cortas

Asignando un puntaje que va en escala del 1 a 5, la hembra con CC de 1 puntos es una vaca demasiado flaca y una hembra con CC de 5 puntos, es una vaca muy gorda. Hembras en esta condición es aconsejable no tenerlos para fines reproductivos.

## 4.3 Metodología

En el día cero se procedió a la inserción del dispositivo intravaginal, Para sincronización del estro, y a la primera aplicación de hormona sintética, benzoato de estradiol; la cual provoca la sincronización de las ondas foliculares, de este modo se dará la ovulación del folículo dominante y se inducirá al estro.

Al día 8 se retiró el dispositivo intravaginal y se aplicó Foli g, para estimular el crecimiento folicular en la ovulación. Acompañado con ciclar +Cloprostenol 0.0075g. este es un agente luteolítico el cual provoco la regresión morfológica y funcional del cuerpo lúteo. De este modo las hembras manifestaron celo y ovularon. Finalmente se aplicó cipionato estradiol al 0,1% este provocara una nueva honda folicular potenciando el pico pre-ovulatorio.

Se realizará un proceso de preparación en 20 hembras bovinas con minerales y vitaminas, conformando este el grupo A, aplicándose de la siguiente manera: 16 septiembre 2020 5ml de viganntol, 16 de octubre 2020 8ml de Impulsor, 16 de diciembre 2020 10 ml de Revimin plus.

El segundo grupo (B) conformadas por las 20 hembras bovinas restantes, no tendrán un proceso de preparación con vitaminas y minerales previo a la aplicación hormonal. Sin embargo, ambos grupos se les aplicara el protocolo hormonal para la IATF.

Cuadro 1. Protocolo de aplicación de hormonas e IATFA para ambos

Día 0	Día 8	56 horas
		
Inserción DIV-B® Benzoato de estradiol 2 CC IM	Retiro de DIV-B® Foli G. 2 CC IM Ciclar 2 CC IM Cipionato 2 CC IM	IATF

Fuente: propia

Ambos grupos fueron inseminados con semen convencional de las razas: Gyr, Pardo suizo y Holstein el día 16 de diciembre 2020.

#### 4.4 Variables a evaluar

Se tomaron en consideraciones las siguientes variables:

- Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS)**

Se llevo a cabo, dividiendo el número de hembras bovinas que lograron quedar gestantes, entre las que recibieron servicio. (Lumbí & Vargas, 2013)

Fórmula:

$$PPPS = \frac{NVP \text{ al 1er servicio}}{NVS} * 100$$

Dónde: NVP será: Numero de vacas preñadas, NVS será: Numero de vacas servidas

· **Porcentaje de preñez con relación a CC.**

En esta investigación se correlaciona la tasa de preñez con respecto a la condición corporal de las hembras en estudio. (Webster., 1989)

· **Porcentaje de preñez con IATF según la Edad**

Este indicador será evaluado aplicando el protocolo de sincronización de celo DIV-B® en la IATF. Para poder comprobar si este podrá favorecer el desarrollo folicular final, previo a la ovulación, y obtener así una mejora en la actividad luteal; en hembras de las diferentes edades.

#### **4.5 Análisis de datos**

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, haciendo uso del programa Excel.

## V. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 5.1 Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS)

En la figura 5, se observa que el mayor porcentaje de preñez se alcanzó en las vacas del grupo A las cuales se les aplicó terapia vitamínica – mineral, meses previos a la aplicación hormonal, con resultados de 45%. a diferencia de las vacas sin terapia vitamínica – mineral las cuales obtuvieron una baja del 10%.

Los datos obtenidos en este estudio tienen similitud a los reportados por, Leonetti Unzué, Tomás José(2015) donde el porcentaje de preñez a primer servicio en 3 grupos de 361 vaquillonas fue variado, alcanzando en el grupo A el 56.9% en el grupo C el 52.0% y en el grupo B el 76.6%. aplicando una sola dosis de vitaminas y minerales Post-IATF.

El estudio de Simonetti, Mihura, & Cabodevila(2018) los cuales evaluaron el efecto de vitaminas y minerales sobre el porcentaje de preñez en 150 vacas divididas en 2 grupos; aplicando una sola dosis de 5ml de un complejo vitamínico – mineral a un grupo. los resultados que ellos obtuvieron fueron 92,8% vs 95,3% concluyendo que la aplicación de suplemento vitamínico y mineral al inicio del protocolo de IATF en vacas con cría al pie, no modificara los porcentajes de preñez.

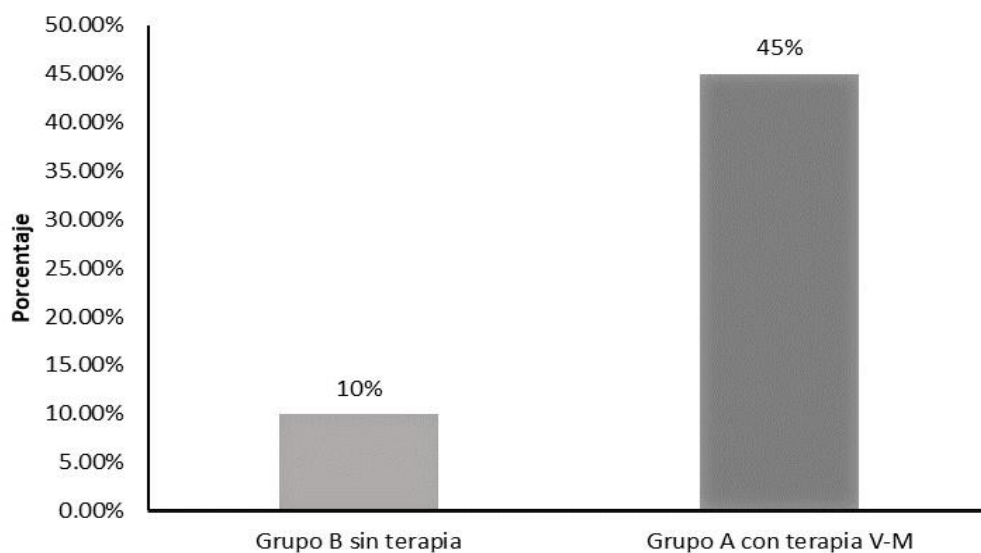


Figura 5. Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS)



## 5.2 Porcentaje de preñez con relación a CC

En la figura 6, se aprecia, la diferencia del porcentaje de preñez con respecto a la condición corporal, el cual muestra que las hembras bovinas con CC de 3.0; (siendo este el mínimo de parámetro de selección en la investigación). El 17 % logro quedar preñadas, mientras que las hembras con CC de 3.5 (siendo este el máximo de parámetro de selección en la investigación), el 32 % se preño.

Los resultados obtenidos se asimilan a los reportes por Lumbi y Vargas (2009) donde los mejores porcentajes de preñez fueron en vacas con CC mayor de 2.75 con un 75.18 % de preñez, en comparación con vacas con CC de 2.25 que alcanzaron el 48.0% y vacas con CC de 2.0 que obtuvieron el 0 % de preñez.

Algunos estudios realizados por diferentes investigadores a nivel mundial, Perry (1991) Rubio (2010) et al, evidencian estos resultados; ya que la CC y la nutrición pueden tener mayor efecto sobre el crecimiento de folículo mediano a folículo grande e indican que a medida que una vaca recupera su CC se alcanzara el estro y ovulación.

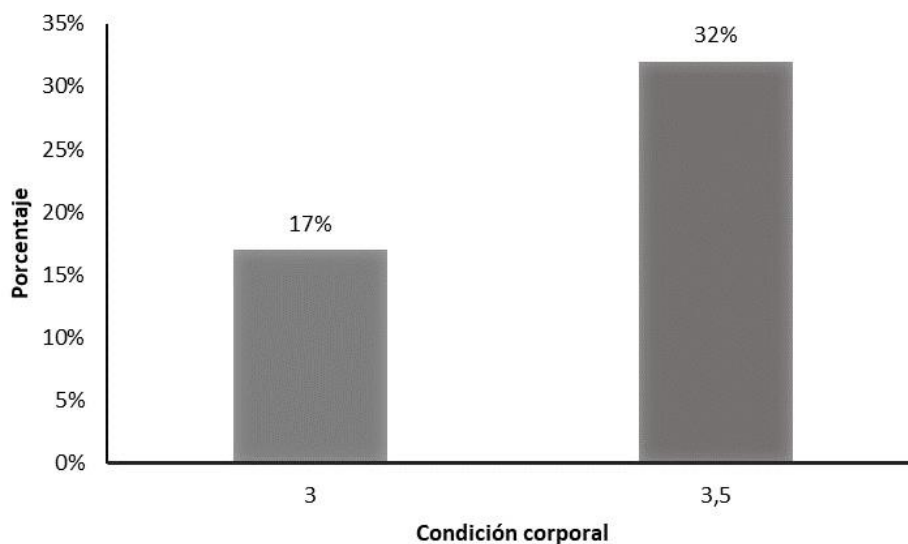


Figura 6. porcentaje de preñez con relación a CC

### 5.3 Porcentaje de preñez con IATF según la Edad

En la figura 7 se encuentran ubicadas de mayor a menor las edades en años de las hembras de la investigación, se observó que las vacas con mayor porcentaje de preñez, fueron las de 4 años con el 40 %, seguidas por las de 5 años con el 36 %. las hembras con menor porcentaje de preñez fueron las de 3 años de edad; mientras que las de 6 años de edad, no se cubrieron. En las hembras con edad de 7 años, se aprecia lo que estadísticamente se conoce como: “Alto por casualidad”; debido a que en esta edad solo se encontraron 3 vacas.

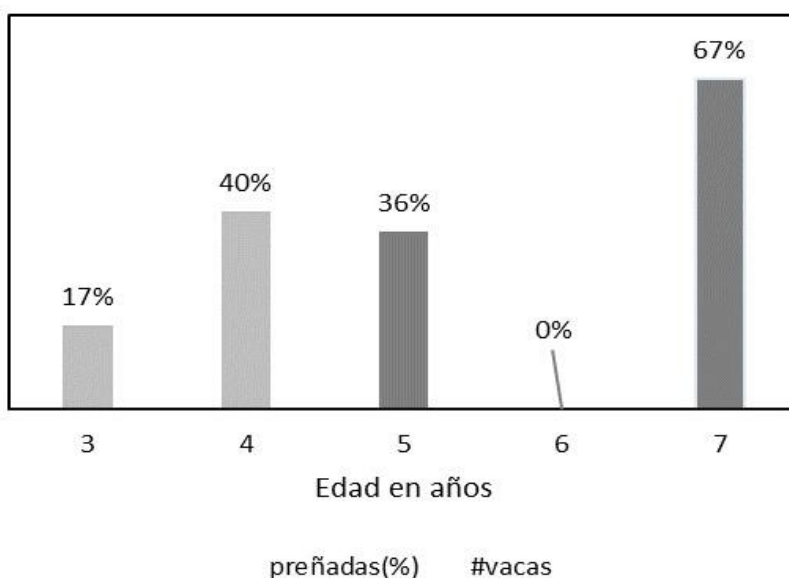


Figura 7. Porcentaje de preñez con IATF según la edad

## VI. CONCLUSIONES

- ↗ De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se determinó que las vacas con terapia vitamínica – mineral, meses previos al programa de sincronización hormonal DIV-B®, presentaron mayor porcentaje de preñez a primer servicio (45 %) que las vacas no tratadas previamente (10 %).
- ↗ Los resultados de porcentaje de preñez con relación a la condición corporal, en las hembras de estudio, indica que hubo mayor preñez en vacas con condición corporal de 3.5 (32 %), con respecto a las vacas con condición corporal de 3.0 (17 %).
- ↗ En el porcentaje de preñez con IATF según la edad, muestra que las hembras en edad de 4 años (40 %) y 5 años (36 %) presentaron mayor porcentaje de preñez que las hembras en la edad de 3 años con el (17 %) de preñez, mientras que las de 6 años no se cubrieron y en las de 7 años se observó (67 % alto por casualidad).
- ↗ La aplicación de vitaminas y minerales meses antes al protocolo de sincronización hormonal DIV-B®, y la correcta selección de vacas con condición corporal entre 3.0 y 3.5 puntos; con edades preferiblemente entre 4 – 5 años de edad, logrará mejores resultados en la preñez con la IATF.

## VII. RECOMENDACIONES

- ↗ Incluir en la dieta elementos minerales y la aplicación de dosis de vitaminas organizadas en un plan sanitario anual.
- ↗ Es esencial que las vacas deban tener el 3.0 de condición corporal antes de iniciar su vida reproductiva y después del parto, para que se logre obtener resultados eficaces.
- ↗ El protocolo de sincronización DIV-B® es eficaz si se aplica cumpliendo estrictamente las horas recomendadas y si se trabaja con IATF.
- ↗ Se recomienda tomar en cuenta que las hembras bovinas seleccionadas para IATF, tengan la edad reproductiva adecuada, mayores de 3 años de edad y menores de 7 años.

## VI. LITERATURA CITADA

(s.f.).

Bavera, G. A. (2006). Suplementación mineral y con nitrógeno no proteico del bovino al pastoreo. Argentina.

Diéguez, A. (2009). Efectos de la condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas sincronizadas con dispositivo intravaginal DIV-B. Honduras.

Diéguez, A., & Escobar, R. (2009). Efecto de la condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B. Tegucigalpa, Honduras.

Google Maps. (2021). Google Maps Nicaragua. Obtenido de Recupolido 17 julio de 2021: <https://www.google.com.ni/maps/place/Estel%C3%AD/@13.0898069,-86.3957985,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8f718c42c00bc1ad:0x90de1ab352954a6f!8m2!3d13.0851139!4d-86.3630197?hl=es&hl=es>

Hernández, D. L. (2016). Concentración mineral y parámetros productivos de bovinos lecheros con distintos momentos de pastoreo, Tesis de pregrado para optar al título de médico veterinario zootecnista . Toluca México .

Hernández, J. (2018). Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. México.

INEC. (2001). Instituto Nacional de estadísticas y censos. Obtenido de recuperado 17 de junio de 2021 de: <https://www.inide.gob.ni/docu/cenagro/perfiles/25%20Esteli.pdf>

INETER. (2001). Instituto nicaragüense de estudios territoriales. Obtenido de recuperado 17 junio de 2021: <https://www.ineter.gob.ni/>

INTA. (Enero de 2020). Obtenido de <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2020/01/Estrategia-Nacional-para-el-desarrollo-de-la-Ganaderia-Bovina.pdf>

INTA. (17 de junio de 2021). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Obtenido de <https://inta.gob.ni/>

inta.gob.ni. (01 de 2020). Obtenido de <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2020/01/Estrategia-Nacional-para-el-desarrollo-de-la-Ganaderia-Bovina.pdf>

Leonetti Unzué Tomás José, C. R. (2015). Efecto de un complejo vitamínico-mineral sobre la preñez post-IATF. (tesis para optar al grado de médico veterinario) universidad de la provincia de Buenos Aires. Buenos Aires , Argentina.

Lumbí, J. S., & Vargas, M. d. (2013). Evaluación de la efectividad de tres protocolos de sincronización en vaquillas de la Finca San Antonio, comarca Kurinwas, municipio de Santo Domingo del departamento de Chontales durante el período enero a abril 2013. Chontales.

- Martínez, G. D., & Velasco, R. R. (2016). Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Xochimilco.
- Olivares, M., & Videa, T. (2020). Protocolos de Sincronización de celo (Ovsynch modificado vs DIV-B®) en vaquillas de la finca la Esperanza, Matiguas - Matagalpa en el periodo enero - mayo, 2020 ( tesis de pregrado para optar al título de médico veterinario, Universidad Nacional Agraria). Managua, Nicaragua.
- Romero, M. D. (2020). Infocarne.com. Obtenido de recuperado 17 de junio de 2021 de:: <https://www.infocarne.com/bovino/inseminacion2.asp>
- Simonetti, M., Mihura, H., & Cabodevila, J. (2018). Efecto de la suplementación vitamínico mineral, Tesis de pregrado, Universidad de la provincia de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- Vizcarra, J., Ibañez, W., & Orcasberro, R. (s.f.). Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimular la condición corporal en vacas Hereford. En Investigaciones Agronómicas no7 (págs. 45-47).
- Webster., A. E. (1989). En J. D. sci, A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. (págs. 68-72).

# **IX. ANEXOS**

## Anexo 1. Recolección de datos

No	Chapa	Edad.años	Raza	CC	F.inseminación	N.Serv	Trat	Vitaminas.dosis	Tratamiento	preñadas
2	7105921	4	Pardo	3.0	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
7	007109543	4	Pardo	3.0	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
13	007109548	4	Brahmán	3.0	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	1
14	007109550	4	Pardo	3.0	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
20	007109565	4	Pardo	3.0	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	1
21	007059374	6	Pardo - Brahmán	3.0	16/12/2020	1	0			0
27	7112460	6	Pardo - Brahmán	3.0	16/12/2020	1	0			0
32	007109613	5	Brahmán	3.0	16/12/2020	1	0			0
33	007059390	4	Pardo	3.0	16/12/2020	1	0			0
36	007107753	3	Brahmán	3.0	16/12/2020	1	0			0
37	00707751	4	Pardo	3.0	16/12/2020	1	0			0
38	007107748	3	Pardo	3.0	16/12/2020	1	0			0
1	007109607	6	Pardo	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
3	007109612	4	Pardo	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	1
4	7109493	6	Holstein	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
5	007109628	7	Pardo - Brahmán	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
6	007109578	7	Pardo	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	1
8	007109525	5	Pardo - Brahmán	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
9	007109499	5	Pardo	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
10	7109529	5	Pardo	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	1
11	007109502	7	Reyna	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	1
12	001056855	6	Brahmán	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
15	007109533	5	Sibrac	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	1
16	007109534	5	Pardo - Brahmán	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
17	007109539	5	Brahmán	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	1
18	007101568	5	Brahmán	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	1
19	007109506	6	Pardo	3.5	16/12/2020	1	1	Vigantol 5ml	Impulsor 8ml, Revimin plus 10 ml	0
22	007059375	5	Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			0
23	7059369	6	Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			0
24	007059371	6	Pardo - Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			0
25	007112459	5	Pardo	3.5	16/12/2020	1	0			0
26	007112461	4	Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			1
28	007059392	6	Pardo - Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			0
29	007112468	6	Pardo - Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			0
30	007112469	3	Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			1
31	007056373	3	Pardo - Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			0
34	007059393	3	Pardo - Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			0
35	007056398	4	Pardo	3.5	16/12/2020	1	0			0
39	007107747	3	Pardo	3.5	16/12/2020	1	0			0
40	7107734	5	Pardo - Brahmán	3.5	16/12/2020	1	0			0



Anexo 2. Selección de hembras bovinas para el estudio



Anexo 3. Primera aplicación de vitaminas y minerales



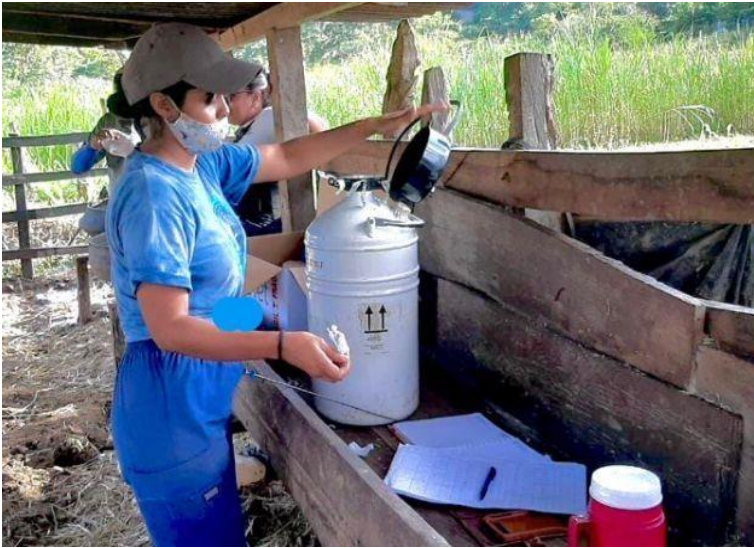
Anexo 4. Primera aplicación de protocolo hormonal



Anexo 5. Aplicación de dispositivo intravaginal DIV-B®



## Anexo 6. Preparación de equipos para realizar inseminación



## Anexo 7. Inseminación artificial a tiempo fijo



## Anexo 8. Ternero resultado de IATF de vaca con terapia vitamínica-mineral



## Anexo 9. Costo global de productos utilizados

Producto	Marca	Presentación	Cantidad	Precio	Costo
Jeringas		3ml	20	\$ 0.10	\$ 2.00
Jeringas		5ml	20	\$ 0.10	\$ 2.00
Jeringas		20ml	20	\$ 0.14	\$ 2.80
Agujas		caja	4	\$ 5.71	\$ 22.84
Guantes de palpar		Bolsa	1	\$ 2.85	\$ 2.85
Guantes de inspección		caja	1	\$ 5.71	\$ 5.71
Gel lubricante		Unidad	1	\$ 3.42	\$ 3.42
Marcadores de ganado		Unidad	2	\$ 1.14	\$ 2.28
Servilleta		Unidad	1	\$ 1.42	\$ 1.42
Revimin	Over	250ml	2	\$ 12.00	\$ 24.00
Vigantol	Bayer	500ml	1	\$ 82.00	\$ 82.00
Impulsor	Biostar	500ml	1	\$ 56.00	\$ 56.00
Benzoato	Zoetis	100ml	1	\$ 20.00	\$ 20.00
CICLAR	Zoovet	50ml	2	\$ 43.00	\$ 86.00
Cipionato	Zoovet	50ml	1	\$ 16.00	\$ 16.00
FOLI G	Zoovet	25ml	4	\$ 72.00	\$ 288.00
PRO CICLAR	Zoovet	Unidad	40	\$ 5.00	\$ 200.00
Fundas de inseminación		Bolsa	1	\$ 5.00	\$ 5.00
Semen		Unidad	40	\$ 12.00	\$ 480.00
<b>Total</b>					<b>\$1,302.32</b>