



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previa a la obtención del título:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**“UTILIZACIÓN DE DIATOMEAS EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE  
EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS.”**

**AUTOR:**

**DAVID ALEXIS SARANGO FIERRO**

Riobamba – Ecuador

2016

## **AUTENTICIDAD**

Yo **David Alexis Sarango Fierro**, con C.I. 1900616630, declaro que el presente trabajo de titulación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 20 de abril del 2016

David Alexis Sarango Fierro.

2948

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

---

Ing. MC. Julio Enrique Usca Méndez.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Dr. Nelson Antonio Duchi Duchi. Ph.D.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega. Ph.D.

**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 20 de Abril del 201

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por ser mi guía espiritual y un amigo incondicional por estar siempre a mi lado en todo momento, permitiendo escoger el camino correcto y haberme dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi padre David Sarango y mi madre Marianita de Jesús Fierro por su apoyo absoluto y siempre confiaron en mí, a pesar de mis errores y fracasos, junto con mis tíos que ayudaron en mi formación.

A la Misión Salesiana Sevilla Don Bosco, cantón Morona, provincia de Morona Santiago, quienes me brindaron las facilidades para la realización del presente trabajo de investigación y a los integrantes de la misión al Ing. Manuel Inca técnico de la Ganadería Yuquipa, a los Padres Salesianos (Luis Granda, Edwin Jaramillo y Luis Ganis) y a los demás amigos por la acogida y el apoyo brindado.

Al Dr. Nelson Antonio Duchi Duchi PhD, por su paciencia y dedicación, con su apoyo total en la realización de la investigación y ser el nexo con la Misión lo que permitió llegar a la misma.

*David Alexis Sarango Fierro*

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la salud y guiar mí camino.

A mis padres, por darme la vida y su apoyo incondicional.

A mi hija Alison, por llegar a mi vida en el momento justo y encaminar mi vida.

A Jenny, por cruzarte en mi camino y colaborar con mi vida personal y estudiantil.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por recibirme en sus instalaciones y a los Ing. quienes compartieron sus conocimientos.

*David Alexis Sarango Fierro*

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	4
A. LA VACA HOLSTEIN	4
1. <u>Origen</u>	4
2. <u>Generalidades</u>	4
3. <u>Características del ganado Holstein</u>	4
4. <u>Características funcionales</u>	5
5. <u>Producción</u>	5
6. <u>Calificación de la Condición Corporal</u>	5
B. SITUACIÓN ACTUAL DE LA GANADERÍA EN EL ECUADOR	6
1. <u>Importancia Social de la Ganadería</u>	6
2. <u>Producción Lechera</u>	6
C. PARÁMETROS PRODUCTIVOS	6
1. <u>Producción de Leche por Vaca por Lactancia</u>	6
2. <u>Porcentaje de proteína</u>	7
3. <u>Porcentaje de grasa</u>	7
4. <u>Cantidad de células somáticas</u>	7
D. REQUERIMIENTOS ALIMENTICIOS DE LAS VACAS LECHERAS.	7
1. <u>Agua</u>	8
2. <u>Energía</u>	9
3. <u>Carbohidratos</u>	11
4. <u>Proteínas</u>	11
a. Proteína Cruda	11
b. Proteína Digestible	12
c. Metabolismo de la Proteína	12
5. <u>Vitaminas</u>	12
6. <u>Minerales</u>	13
7. <u>Materia Seca</u>	13

8. <u>Metabolismo energético</u>	14
E. LA LECHE	15
1. <u>Composición química de la leche</u>	15
a. Agua	17
b. Grasa	18
c. Proteína	19
d. Hidratos de carbono	19
e. Minerales Cenizas y Sales	20
f. Vitaminas	21
g. Enzimas	22
F. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE	22
1. <u>Factores no nutricionales</u>	22
a. Raza	22
b. Nivel de producción	23
c. Estado de la lactación	23
d. Salud de la ubre	24
e. Época del año.	24
f. Número de lactancias y edad del animal	25
2. <u>Influencias nutricionales</u>	25
a. Nivel de alimentación	26
b. La calidad de la ración	26
c. Enfermedades metabólicas	27
G. TIERRA DE DIATOMEA	27
1. <u>Importancia</u>	27
2. <u>Origen</u>	28
3. <u>Estructura y configuración</u>	29
4. <u>Características físicas</u>	30
5. <u>Funciones</u>	31
6. <u>Composición química</u>	31
7. <u>Campos de aplicación</u>	32
a. Capacidad de absorción	32
b. Como insecticida	33
c. Acción fertilizante	33
d. Control de deshechos animales y compostaje	34

e.	Filtros para estanques piscícolas	34
f.	Nutrición animal.	34
g.	Como suplemento mineral	34
III.	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	<b>36</b>
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	36
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	36
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	36
1.	<u>Materiales</u>	37
2.	<u>Equipos</u>	37
3.	<u>Instalaciones</u>	37
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	38
1.	<u>Esquema del Experimento</u>	38
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	38
1.	<u>Medidas de campo</u>	39
2.	<u>Calidad de la leche</u>	39
3.	<u>Análisis de salud</u>	39
4.	<u>Económicos</u>	39
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	39
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	40
1.	<u>De campo</u>	40
2.	<u>Confinamiento</u>	40
3.	<u>Manejo alimenticio</u>	41
4.	<u>Programa Sanitario</u>	41
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	41
1.	<u>Producción de leche</u>	41
2.	<u>Peso final, Kg</u>	42
3.	<u>Ganancia de peso, Kg</u>	42
4.	<u>Consumo de alimento, Kg ms</u>	42
5.	<u>Conversión alimenticia</u>	42
6.	<u>Calidad de la leche</u>	43
a.	<u>Determinación de la acidez</u>	43
b.	<u>Determinación del pH</u>	43
c.	<u>Contenido de solidos totales</u>	43
d.	Conteo de células somáticas	44

e.	Contenido de grasa	44
7.	<u>Análisis de salud</u>	44
a.	Análisis coproparasitario	44
b.	Análisis bacteriológico	45
8.	<u>Análisis económico</u>	45
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	46
A.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS	46
1.	<u>Peso inicial, kg</u>	46
2.	<u>Peso final, kg</u>	46
3.	<u>Ganancia de ganancia</u>	48
4.	<u>Producción de leche total (Lts), inicial y final (Lts/vaca/día)</u>	50
5.	<u>Conversión alimenticia</u>	55
6.	<u>Condición corporal inicial y final</u>	57
B.	COMPORTAMIENTO APORTE NURTRICIONAL EN LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LAS DIETAS DIARIAS.	59
1.	<u>Consumo de materia seca total, (kg)</u>	59
2.	<u>Consumo de materia seca, Ms/kg/ día</u>	59
3.	<u>Consumo de proteína bruta, g/día</u>	61
4.	<u>Consumo de energía metabolizable, Kcal/día</u>	61
5.	<u>Consumo de calcio, g/día</u>	62
6.	<u>Consumo de fosforo, g/día</u>	63
C.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LAS DIETAS DIARIAS	63
1.	<u>Aspecto nutricional de la leche</u>	63
a.	<u>Proteína de la leche, g</u>	64
b.	<u>Grasa de la leche, g</u>	64
c.	<u>Solidos totales de la leche, g</u>	65
d.	<u>pH de la leche</u>	65
e.	<u>Acidez de la leche</u>	66
2.	<u>Aspecto bacteriológico</u>	67

a. Conteo de células somáticas inicial y final	67
b. Conteo de bacterias totales inicial y final	68
D. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE SALUD DE LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LAS DIETAS DIARIAS.	69
1. <u>Análisis coproparasitario</u>	69
2. <u>Análisis bacteriológico</u>	70
E. ANALISIS ECONÓMICO EN LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LAS DIETAS DIARIAS	71
V. <u>CONCLUSIONES</u>	73
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	74
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	75
ANEXOS	

## RESUMEN

En la Granja de Producción Agropecuaria Yuquipa de la Misión Salesiana Don Bosco, Cantón Morona, Provincia de Morona Santiago, se evaluó diferentes niveles de diatomeas (1,5; 3,0; y 4,5%), y un tratamiento control con 5 repeticiones (T.U.E. de 1 vaca), dando un total de 20 vacas Holstein mestizas, distribuidos bajo un diseño completamente al azar, durante 90 días. Los resultados fueron procesados con el programa estadístico SPSS (2008), y Excel (2010), para el análisis de varianza (ADEVA), y la prueba de Duncan para la separación de medias al nivel de significancia de  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$ . Obteniéndose los mejores resultados con el T2 (3% de diatomeas), con registros de peso final de 565,0 kg, ganancia de peso de 4,8 kg, producción de leche de 14,71 lts/día, conversión alimenticia de 1,11; además registró un consumo de MS de 16,34 kg/día; consumo de proteína de 2074,37 g/día; de EM de 47,80 Mcal/día; calcio de 49,52 g/día y fósforo de 34,43 g/día; el análisis de la valorización de la calidad de la leche mostró un 3,24% de grasa; pH de 6,63; un descenso en el contenido de células somáticas (CCS), de 698 a 27x10<sup>3</sup>/ml. El análisis microbiológico en heces, los contenidos de Escherichia coli se redujo de 46000 a 19000 UFC/g y una nula carga parasitaria; se alcanzó el mejor beneficio/costo de 1,35 USD es decir una rentabilidad del 35%. Por lo anteriormente expuesto se recomienda incluir en la alimentación de vacas lecheras Holstein mestizas el 3% de diatomeas, ya que incrementa los parámetros productivos y mejora la rentabilidad del ganadero.

## ABSTRACT

“In the farm of Agropecuary production Yuquipa of the Mission Salesiana Don Bosco ,Canton Morona, Morona Santiago province, different levels of diatoms were evaluated (1,5; 3,0 y 4,5%), and a treatment of control with 5 repetitions (T.U.E about one cow), given a total of 20 Holstein crossbred cows, distributed under a completely randomized desing ,during 90 days. The result were processed with the statistic program SSPS (2008), and Excel (2010), for the analysis of variance (ADEVA), and the Duncan test to the separation of means at significance level of  $P \leq 0,05$  and  $P \leq 0,01$ . Obtaining the best result with T2 (3,0% of diatoms),with records of final weight of 565,0 kg, weight gain 4,8 kg, milk production of 14,71 liters per day, feed conversion of 1,11; in addition, it was registered an DM intake of 16,34 kg/day; protein intake of 2074,37g/day. ME of 47,80 Mcal/day; calcium of 49,52 g/day; and phosphorus of 34,43 g/day, the analysis of the enhancement of the milk quality shows a 3,24% of fat; Ph of 6,63; a declive in the content of somatic cells (CCS), from 698 to 27 x 10<sup>3</sup>/ml. The microbiological analysis in the feces, the contents of Eschericha coli was reduced from 46000 to 19000 UFC/g, and a null parasitic load; It has reached the best benefit/cost of 1,35 USD which means a profitability of 35%. To conclude it is recommended to include 3,0% of diatoms in the dairy supply of crossbred Holstein cows because it increases milk productivity parameters and improve the profitability of livestock”.

**LISTA DE CUADROS**

N°	Pág.
1. REQUERIMIENTOS DE AGUA.	9
2. COMPOSICIÓN DE LA LECHE SEGÚN LA ESPECIE (%).	16
3. COMPOSICIÓN DE LA LECHE POR RAZAS (%).	17
4. VALORES PROMEDIOS DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE (%).	17
5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA GRANJA.	36
6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	38
7. ESQUEMA DEL ADEVA.	40
8. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LA DIETA DIARIA.	47
9. APORTE NUTRICIONAL EN LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LA DIETA DIARIA.	61
10. APORTE NUTRICIONAL DE LA LECHE.	66
11. CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA LECHE.	
12. CONTENIDO DE PARÁSITOS INICIAL Y FINAL, HPG/OPG EN LAS VACAS DE PRODUCCION.	70
13. CONTENIDO DE <i>Escherichia coli</i> (UFC/g), EN LAS VACAS DE PRODUCCION.	71
14. ANÁLISIS ECONÓMICO.	73

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº	Pág.
1. Tendencia de la regresión para el peso final, en vacas Holstein, frente a la utilización de diferentes niveles de diatomeas en la dieta.	49
2. Análisis de regresión de la ganancia de peso, en vacas Holstein mestizas, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas.	51
3. Análisis de regresión de la producción de leche total, en vacas Holstein mestizas, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas.	53
4. Análisis de regresión de la producción de leche diaria, en vacas Holstein mestizas, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas.	56
5. Análisis de regresión de la conversión alimenticia, en vacas Holstein mestizas, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas.	58

## LISTA DE ANEXOS

1. Peso Inicial, (Kg).
2. Peso final, (Kg).
3. Ganancia de peso (Kg).
4. Condición inicial.
5. Condición final.
6. Producción total (L).
7. Conversión alimenticia.
8. Costo producción.
9. Producción inicial (L/día).
10. Producción final (L/día).
11. Consumo total de forraje (Kg).
12. Consumo de concentrado (Kg).
13. Consumo total de Ms (Kg).
14. Consumo/día de Ms (Kg).
15. Consumo de proteína (gr/día).
16. Consumo de energía (Mcal/día).
17. Consumo de calcio (gr/día).
18. Consumo de fosforo (gr/día).

## **I. INTRODUCCIÓN**

La Amazonía ecuatoriana es una de las regiones más olvidadas por todos los gobiernos de turno sin excepción, a pesar, de que la riqueza nacional proviene en gran parte de la extracción del petróleo del subsuelo de esta región. La población urbana del cantón Macas tiene como fuente de trabajo principal el servicio de turismo y toda la sociedad gira en torno a este recurso, en el año 2014 el 60% de los habitantes del cantón se hallaban en el sector rural, y dependían de la producción agropecuaria.

El dinamismo económico del sector agropecuario depende del nivel de ingresos de los pequeños y medianos productores de la provincia, de los cuales muchos se dedican a la producción de: café, cacao, maíz y arroz, por el lado agrícola y en lo referente a lo pecuario se produce: ganado doble propósito, peces de agua dulce y cerdos.

En el campo pecuario la gran difusión de bovinos Holstein mestizos hace de está, una de las producciones más importantes, el sistema de manejo empleado en su gran mayoría es el extensivo, determinando que existe desconocimiento de prácticas adecuadas para el manejo de esta especie, una de ellas son las grandes áreas de potreros existentes. La presencia de parásitos en un hato conllevan problemas de todo tipo, ya que se reduce el potencial productivo y reproductivo, así como también disminuye la resistencia inmunológica, llegando en ocasiones a producir muertes, con mayor frecuencia en animales jóvenes y de producción; existen diversas pérdidas producidas por los parasitosis y las podemos clasificar como directas e indirectas, la primera pérdida se da por muertes y decomisos de órganos en los camales al momento de la comercialización; y las indirectas se refieren a la disminución de la producción tanto en ganancia de peso, producción y calidad láctea, aumento de los días abiertos, y la disminución de los días de lactancia.

Para encontrar eficiencia en la producción bovina, se debe valorar los diferentes problemas que se presentan en el proceso productivo y su entorno, los mismos que son la falta de control sanitario, una inadecuada alimentación y manejo.

La ganadería bovina en la región amazónica ecuatoriana se ha manejado en base al poco conocimiento del ganadero, los mismos que no han llevado ningún control o registros del manejo de su hato a pastoreo libre, o al sogueo en especial a los de producción de leche. En zona alta de Morona Santiago donde manejan en mayor porcentaje ganadería de leche semiestabulada, han mantenido un mejor manejo de sus animales con mayor control de la sanidad y manejo de sus hatos. En cambio en la zona baja han mantenido un solo grupo de animales, al pastoreo libre lo que ha motivado en algunos casos al cruzamiento entre parientes causando la degradación genética y por ende ha influenciado en la baja producción.

La presente investigación pretende mejorar el nivel sanitario y productivo de los animales en base al control de las enfermedades, a través de evaluar diferentes niveles de tierras diatomeas en las dietas de las vacas Holstein mestizas, y determinar el mejor tratamiento con esto brindaremos a los ganaderos de la zona elementos zootécnicos científicamente comprobados para combatir las parasitosis y pretender que estos resultados sean aplicados para mejorar el rendimiento productivo y calidad de la leche.

En el aspecto de manejo técnico podemos considerar la sustitución de aditivos como los desparasitantes, probióticos, prebióticos y promotores de crecimiento en la producción lechera de las vacas Holstein mestizas, por las diatomeas mejorando de esta manera la calidad y cantidad de producción en el cantón Macas. Además que con este procedimiento se contribuyendo a la salud animal, utilizando las diatomeas como un antibiótico y antihelmíntico natural, aportando de esta manera a las restricciones sugeridas por la FAO, de no manejar productos tóxicos y alto contenido residual en la carne, leche y sus derivados.

Razón por la cual la presente investigación busca optimizar la producción de leche, ya que su creciente demanda ha obligado a los productores a utilizar materias primas tradicionales, surgido la necesidad de buscar dietas e ingredientes alternativos que sean menos costosos, a su vez la sociedad actual exige un menor uso de antibióticos y desparasitantes químicos en la producción animal, ante lo cual el uso de productos naturales como las diatomeas en la dieta,

es una alternativa saludable y económica con el fin de incrementar y mejorar los ingresos de pequeños, medianos y grandes ganaderos de la zona.

Por lo mencionado anteriormente en la presente investigación, se planteó los siguientes objetivos:

- Determinar el nivel óptimo de aplicación de las diatomeas (1,5; 3,0; y 4,5%), en la producción y calidad de leche en vacas lecheras.
- Determinar el efecto de los tratamientos sobre variables productivas y de salud en vacas lecheras Holstein mestizas.
- Determinar el costo de producción en cada tratamiento.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **A. LA VACA HOLSTEIN**

#### **1. Origen**

Esta raza se originó en dos provincias septentrionales de Holanda: Frisia occidental y país bajo del Norte o North Holland. Poco se sabe de su más remoto origen pero no hay duda que fue Holanda el núcleo del cual se diseminó esta raza, la cual es la más formidable lechera, (Revista Ecured, 2014).

#### **2. Generalidades**

Es la raza más conocida de todo el mundo y es una de las razas lecheras de mayor tamaño. El color particular de los ejemplares Holstein es blanco con manchas negras definidas. En los climas cálidos, sobre todo tratándose de animales obligados a pastorear al sol, el color es más conveniente es el que presenta mayor porcentaje de blanco, ya que este color es capaz de reflejar mayor porcentaje de radiaciones solares por lo que al existir una mayor capacidad de reflexión de las radiaciones, la temperatura interior del cuerpo es menos afectada. (Castro, A. 2002).

El promedio de peso del macho adulto es 1000Kg y en las hembras adultas 700Kg, son animales dóciles y mansos, son animales para la producción de leche en clima templado y con buenas condiciones de manejo, se obtiene alrededor de 6000 litros de leche con 3,5% de grasa, constituyendo la raza mayor productora de leche. (Castro, A. 2002).

#### **3. Características del ganado Holstein**

Los animales Holstein son grandes, estilizados, vigorosos y rústicos, de cualidades femeninas en una vaca alerta que posee tamaño y vigor. La cabeza es de corte limpio, proporcional al cuerpo; hocico ancho con las ventanas de la nariz grandes y abiertas; fuerte mandíbula; ojos grandes y brillantes; frente ancha y

moderadamente cóncava; puente de la nariz recto; orejas de tamaño mediano y bien alertas. Los colores característicos son blanco y negro o blanco y rojo, con las manchas bien definidas y la piel pigmentada alrededor de los ojos. Un becerro sano de esta raza pesa 30 kg, o más al nacimiento, mientras que una vaca adulta debe pesar entre 600 y 700 kg, y medir 58 pulgadas de alto y un toro adulto entre 1000 y 1200 Kg. Una becerro Holstein puede inseminarse a los 14 meses de edad, y lo deseable es que tenga su primer parto entre 23 y 26 meses de edad, ya que el tiempo de gestación es de nueve meses, (Mexico Ganadero, 2014).

#### **4. Características funcionales**

La raza Holandesa, Holstein o Frisona, es la más productiva de todas las razas lecheras. El promedio de producción de la raza en Holanda es de 6000 kg y en los EE.UU. se estima entre 7500 y 9000 kg, encontrándose fácilmente hatos con promedio en el rango de los 10000 a 12000 kg/lactancia/vaca. Baste decir que a la fecha la vaca más notable en cuanto a rendimiento lechero. (Revista Ecured, 2014).

#### **5. Producción**

Sus orígenes la Holstein se ha distinguido por su sobresaliente producción de leche, en virtud de la permanente selección para buscar acentuar aquellos rasgos que determinan una mayor producción lechera, se ha ido especializando cada día más. Se ha llegado hasta el punto que la actual campeona mundial es un ejemplar de esta raza, con una producción de 27445 Kg en 365 días. (Revista Ecured. 2014).

#### **6. Calificación de la Condición Corporal**

La evaluación de condición corporal al momento del diagnóstico y su clasificación según el estado fisiológico, reproductivo o productivo del animal, es una herramienta de trabajo para dirigir la alimentación, con el fin de maximizar la producción minimizando los problemas de salud de las vacas, (Timpe, C. 2000).

Las vacas deben entrar gordas al parto, lo ideal sería que al momento del parto se encuentren entre 3,5 a 4 de condición corporal. Si pasan de este valor seguramente estarían en un estado de obesidad. (Timpe, C. 2000).

## **B. SITUACIÓN ACTUAL DE LA GANADERÍA EN EL ECUADOR**

### **1. Importancia Social de la Ganadería**

La ganadería en el Ecuador es reconocida por su importancia social debido al significativo aporte a la generación de empleo e ingresos en el agro. Se ha contabilizado que 106.894 productores se dedican exclusivamente a la explotación ganadera y en total 384.763 personas dependen de actividades productivas directas de la producción de carne y leche, es decir aproximadamente el 9% de la Población Económicamente Activa – PEA, que se estima en 4,5 millones de personas. (Lalama, V. 2007).

### **2. Producción Lechera**

La producción diaria de leche en el país para el año 2008 se estimó en 5'325.653 litros, con un número total de vacas ordeñadas de 991,500. En la región Sierra la producción diaria de leche se estimó en 3'940879 litros con 602,336 vacas en ordeño; la región Costa presentó una producción diaria de 971,342 litros de leche con un número total de vacas ordeñadas de 289,571 y en la región Oriental se tuvo una producción diaria de leche de 413,431 litros con 99.594 vacas en ordeño. (ESPAC. 2009).

## **C. PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

### **1. Producción de Leche por Vaca por Lactancia**

La cantidad de leche que produce un animal durante su lactancia ajustada a 305 días. Esta producción de leche para vacas Holstein es de 6.806 kg.

La proyección se realiza multiplicando el factor por la producción de leche que ha

alcanzado la vaca en su lactancia, la misma que será inferior a 305 días. Si los días en producción que presenta (Ganadero), el animal es superior a los 305 días, el ajuste se lo realiza por medio de los registros de producción, ya que se tomará en cuenta la producción de leche que tuvo el animal solo hasta los 305 días aunque la lactancia haya durado más tiempo. (Asociación Holstein. 2008).

## **2. Porcentaje de proteína**

La concentración de proteína en la leche varía de 3 a 4% (30-40 gramos por litro). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche, cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína. (Wattiux, M. 2006).

## **3. Porcentaje de grasa**

Normalmente, la grasa o lípido constituye desde el 3,5 hasta el 6% de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación. Una ración demasiado rica en concentrados que no estimula la rumia en la vaca, puede resultar en una caída en el porcentaje de grasa (2 a 2,5%), (Wattiux, M. 2006).

## **4. Cantidad de células somáticas**

Las células somáticas se designan a las células del propio organismo. Por tanto, las células somáticas son células corporales; estas pasan a la leche procedente de la sangre y del tejido glandular. El contenido de células somáticas en la leche permite conocer el estado funcional y de salud de la glándula mamaria en período lactante; debido a su estrecha relación con la composición de la leche es un criterio de calidad muy importante. (Volter, W. y Kloppert, B. 2004. 2007).

## **D. REQUERIMIENTOS ALIMENTICIOS DE LAS VACAS LECHERAS.**

El consumo de alimentos tiene como objetivo conservar al animal para reparar las pérdidas constantes que el cuerpo sufre durante el desarrollo de las actividades

vitales diarias. Básicamente, en la producción animal la alimentación es un factor clave para:

- Obtener la mayor producción posible y garantizar una vida productiva larga.
- Asegurar el estado sanitario de los animales y crías.
- La alimentación inadecuada afecta el crecimiento, disminuye la producción de leche, produce alteraciones en el ciclo estral de las vacas, conlleva a problemas de fertilidad, predisposición a infecciones o puede conducir a la muerte, entre otras consecuencias.

Para ser eficientes en el uso de los alimentos, se debe pensar en:

- Ofrecer una dieta económica, ya que las ganancias que se obtienen en la finca se ven afectadas por el costo de la alimentación. Este objetivo se logra fundamentando la nutrición en la pradera.
- Suministrar a los animales una alimentación constante y de excelente calidad durante todo el año. (Manual agropecuario. 2002).

## 1. Agua

El agua requerida por el animal puede ser provista de diferentes maneras: a) en la bebida, b) como parte constituyente de los alimentos, c) el agua metabólica producida por la oxidación de nutrientes, d) agua liberada de reacciones de polimerización tales como la condensación de aminoácidos a péptidos, y e) agua preformada y contenida en los tejidos, la cual es catabolizable durante un periodo de balance energético negativo. (Novoa, A. 1983).

La leche contiene de 85 a 87% de agua y el organismo de la vaca de 55 a 65%. Una restricción de agua ocasiona la disminución del consumo del alimento, hay una mayor retención de nitrógeno a través de las heces y pérdida de urea por la orina. A medida que la temperatura ambiente incrementa de 4.4 a 27°C, el consumo de agua aumentará de 3,1 a 5,2 kg. Por kg. De materia seca a

consumir, en vacas produciendo leche, por cada kilogramo de leche secretada, (cuadro 1), el consumo de agua varía de 2.08 a 3.83 kg. (Avila, S. y Gutierrez, A. 2010).

Cuadro 1. REQUERIMIENTOS DE AGUA.

Producción de leche	Requerimiento de agua litros/día
10 kg de leche	50 a 80 litros/día
20 kg de leche	70 a 100 litros/día
30 kg de leche	90 a 150 litros/día

Fuente: Grupo Sol. (2014).

## 2. Energía

El cuerpo del animal es comparable con un motor de gasolina, que requiere repuestos para su mantenimiento o reparación y combustible o energía para su funcionamiento, lo primero es aportado por el agua, la proteína y los minerales, y el combustible por los carbohidratos y grasas. Un animal utiliza la energía para diversas funciones corporales, una cierta proporción es utilizada para el mantenimiento de los tejidos corporales, en los cuales constantemente se producen en las diferentes reacciones químicas necesarias para el mantenimiento de la vida, un animal en crecimiento necesita energía extra para formación de nuevos tejidos corporales, una vaca preñada necesita energía para la formación de tejidos del feto, que está gestando y una vaca que está produciendo leche requiere aún más energía para la formación de la leche que se secreta su glándula mamaria. (Novoa, A. 1983).

Los requerimientos de energía para mantenimiento son aquellos que le permiten a la vaca estar en un balance energético, en donde el animal no gana ni pierde tejido corporal. El gasto de energía para mantenimiento incluye la energía para sostener el metabolismo basal del animal, más la actividad que desarrolla la vaca en el ambiente en donde se localiza. Los valores de la energía para mantenimiento derivan principalmente de pruebas de alimentación en donde se

busca encontrar el nivel energético de pruebas de alimentación en donde se busca encontrar el nivel energético proteico en que las vacas estabilizan su peso. Dado que estos datos pueden tener errores debido a que la composición del cuerpo puede cambiar sin que se altere el peso corporal, los requerimientos de mantenimiento también provienen de estudios del catabolismo en animales en ayunas. (Mellado, M. 2010).

La energía neta es la evolución de energía más complicada de determinar, pero es, en teoría, la más exacta para expresar los requerimientos de energía de las vacas y el valor energético de los alimentos. Este sistema de evaluación de la energía se basa en determinar la energía de alimentos. Este sistema de evolución de la energía se basa en determinar la energía de los alimentos y raciones por calorimetría indirecta. La energía neta representa la fracción de la energía de un alimento que queda, después de desconectar las pérdidas de energía en las heces, orina, gases producto de la digestión y las pérdidas metabólicas que resultan por la producción de calor a nivel celular y el calor de la fermentación ruminal. Esta energía se destina a los procesos productivos, como el crecimiento, reproducción y producción de leche, (Mao, I. et al. 2006).

La energía neta se expresa entonces de la forma siguiente:

**ENm = Energía neta para mantenimiento.** En este caso se refiere a la porción de la energía utilizada para mantener al animal en equilibrio energético.

**ENg = Energía neta para ganancia.** Es la suma de la energía neta de mantenimiento y la energía para el desarrollo de los animales en crecimiento.

**ENI = Energía neta para lactancia.** Incluye, aparte de la energía neta para el mantenimiento, crecimiento y gestación, la energía neta destinada a la producción de leche. (Mellado, M. 2010).

La energía digestible es la energía consumida menos la energía contenida en las heces. La determinación de la energía digestible, por tanto, se lleva a cabo pesando el total de alimento ingerido por el animal y el total de las heces

producido. Con la determinación de la energía y materia seca en muestras del alimento y de las heces se llega al cálculo de la energía digerida. (Mellado, M. 2010).

La energía metabolizable es una forma de expresión de los requerimientos de energía y valores de energía de los alimentos para el ganado toma en consideración la energía perdida en las heces, orina y gases, pero excluye el incremento calórico. Para este cálculo de energía, aparte de la colección de heces se requiere coleccionar la orina y medir la cantidad de metano generado por el animal. El proceso como se ve, es mucho más complicado que el utilizado para calcular la energía digestible. Dado que la energía perdida por la orina y los gases representa solo el 10% de la energía total ingerida por el animal, resulta cuestionable si el esfuerzo y tiempo adicional para determinar la energía metabolizable compensa el modesto incremento en la precisión para expresar la energía, al compararla con la energía digestible. (Mellado, M. 2010).

### **3. Carbohidratos**

Son utilizados como fuente de energía y calor, dividiéndose en monosacáridos (glucosa), disacáridos (sacarosa, lactosa y maltosa), y polisacáridos (almidón, celulosa, hemicelulosa y lignina). La energía es esencial para el mantenimiento de las funciones corporales y la producción de leche y carne. Los requerimientos energéticos de la vaca lechera se calculan con base en el peso corporal, la condición fisiológica o sea si está preñada, vacía, seca o en lactancia, el nivel de producción de leche y su contenido de grasa. (Morales, G. 1992).

### **4. Proteínas**

#### **a. Proteína Cruda**

La proteína cruda se determina multiplicando la cantidad de nitrógeno en el alimento por 6,25. Este último factor se deriva de dividir 100/16; la división entre 16 se debe a que, en general, las proteínas contienen 16% de nitrógeno. Cabe aclarar que no todo el nitrógeno registrado en los alimentos de las vacas proviene

de las proteínas. Parte de este nitrógeno puede derivarse de compuestos nitrogenados como las amidas, sales de amonio, aminoácidos, alcaloides y nitratos. La proteína cruda, por tanto, es una combinación de proteínas y nitrógeno no proteico. Dado que las vacas aprovechan el nitrógeno no proteico por ser rumiantes, la proteína cruda, para estos animales, es una buena medida de la proteína total. (Mellado, M. 2010).

### **b. Proteína Digestible**

La proteína digestible es la porción de la proteína cruda que el animal puede digerir y se calcula sustrayendo las proteínas de la heces de las proteínas del alimento. Parte del nitrógeno de las heces, sin embargo, no corresponde al nitrógeno del alimento ingerido, proviene de los jugos digestivos, células epiteliales del tracto digestivo y residuos de las bacterias no digeridos. Debido a que esta porción de nitrógeno, producto de las funciones metabólicas, es muy difícil de separar del nitrógeno no digerido del alimento, la digestibilidad verdadera de la proteína no puede estimarse, por lo que a la proteína digestible verdadera de la proteína no puede estimarse, por lo que la proteína digestible se le denomina también proteína digestible aparente. (Mellado, M. 2010).

### **c. Metabolismo de la Proteína**

La proteína es esencial para mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción de leche. Los aminoácidos son suministrados por la digestión intestinal de la proteína microbiana y la proteína del alimento que escapa a la degradación microbiana en el rumen. Aproximadamente 60 a 70% de la proteína de la dieta es degradada, por los microbios a péptidos, aminoácidos o amoníaco que son utilizados por los microbios como fuente de nitrógeno. (Hutjens, M. 2003).

## **5. Vitaminas**

Las vitaminas son compuestos químicos que deben ser incluidos en las dietas de los animales o de algunas formas sintetizadas en los tubos gastrointestinales e integrados en el metabolismo mediante la absorción. Las vitaminas son

clasificadas de acuerdo a su solubilidad en agua o grasa: Hidrosoluble y liposolubles. (Avila, S. y Gutierrez, A. 2010).

## **6. Minerales**

Los minerales son necesarios para el crecimiento de los microbios ruminales y deben ser mezclados en el alimento con forrajes y concentrados. Las vitaminas del complejo B solubles en agua pueden ser sintetizadas por los microbios ruminales para cubrir los requerimientos de la vaca lechera. (Hutjens, M. 2003).

Existen cuando menos 20 minerales que son esenciales para el funcionamiento adecuado de la vacas, que se han clasificado en macro elementos y micro elementos. En el primer caso, la concentración de estos minerales en el tejido vivo se expresa en gramos por kilogramo, mientras que los micros elementos se expresan en términos de miligramos o microgramos por kilogramo de tejido o de alimento. (Mellado, M. 2010).

Los minerales se requieren para el mantenimiento, crecimiento, reposición de tejidos, funcionamiento de sistemas enzimáticos, mantenimiento de equilibrio osmótico del cuerpo, desarrollo y funcionamiento del tejido suave del cuerpo y células sanguíneas, contracciones musculares y funcionamiento del sistema nervioso. (Mellado, M. 2010).

## **7. Materia Seca**

El siguiente concepto que tenemos que aprender a manejar de manera óptima es el del consumo diario de materia seca, porque de él dependerá que la vaca sea capaz de asimilar todos los nutrientes necesarios para la mayor producción de leche, además de cubrir sus necesidades de crecimiento, mantenimiento y reproducción. (Mellado, M. 2010).

La ingestión de materia seca es el primer factor limitante en la mayoría de las raciones lecheras y el factor clave para aumentar la energía. Los encargados de hatos lecheros pueden tratar de incrementar la ingestión de materia seca o

aumentar la concentración de energía por unidad de materia seca consumida. La limitación con el incremento en el contenido de energía en una ración es que las vacas requieren un nivel mínimo de forraje (fibra física), y un nivel mínimo de fibra (fibra química), para mantener la salud del rumen y la fermentación bacteriana ruminal y para evitar acidosis, hay una cantidad máxima de grano que puede ser proporcionado a las vacas. (Hutjens, M. 2003).

Se recomienda que el contenido en MS de la ración total sea alrededor del 50%. Al comienzo de la lactancia, el consumo de MS es insuficiente para cubrir las necesidades de producción de la vaca lechera, razón por la cual ésta debe recurrir a sus reservas corporales para cubrir el déficit, la capacidad máxima de consumo total de forrajes y concentrados se alcanza entre las semanas 10 y 12 de la lactación. (Mellado, M. 2010).

## **8. Metabolismo energético**

Los rumiantes son herbívoros caracterizados por tener un proceso de digestión fermentativo microbiano. Los microorganismos hacen uso de los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa), y de los carbohidratos no estructurales como son los almidones y azúcares. Estos carbohidratos junto con el nitrógeno no proteico y proteína verdadera del forraje les permite a los microorganismos proliferar y producir ácidos grasos volátiles (AGV), como el acetato y butirato que son precursores lipogénicos y propionato como precursor glucogénico. La tasa de producción de propionato y otros AGV está directamente relacionada con el consumo del sustrato fermentable donde la síntesis de propionato es especialmente favorecida por la fermentación de los almidones por las bacterias amilolíticas. (Quintero, D. 2011).

La dieta de algunos almidones son capaces de sobrepasar la digestión microbiana, siendo absorbidos en el duodeno. De ésta forma, constituyen otra fuente de glucosa para el rumiante, sin embargo no es suficiente para suplir las necesidades energéticas. Por esto el hígado hace gluconeogénesis a partir de propionato y de glicerol. Éste último, proveniente del tejido adiposo durante la lipólisis. Algunos órganos como los riñones y el corazón, el sistema músculo

esquelético, tejido adiposo y la glándula mamaria, utilizan como fuente de energía ácidos grasos, los cuales se forman a partir de acetato y betahidroxibutirato derivado de la hidroxilación del butirato en el epitelio ruminal. (Quintero, D. 2011).

## **E. LA LECHE**

La leche es un alimento primordial segregado por las glándulas mamarias de los mamíferos con la finalidad de nutrir las crías en su primera fase de vida. (Zavala, J. 2005).

La leche con una composición normal posee una densidad específica que normalmente varía de 1,023 a 1,040 (a 20°C), y un punto de congelamiento que varía de -0,518 a -0,543°C. Cualquier alteración, puede ser fácilmente identificada debido a que las características de la leche no se encontrarán más en el rango normal. (Zavala, J. 2005).

La leche es un producto altamente perecedero que debe ser enfriado a 4°C lo más rápidamente posible luego de su colección. Las temperaturas extremas, la acidez (pH), o la contaminación por microorganismos pueden deteriorar su calidad rápidamente. (Zavala, J. 2005).

El componente principal de la leche es el agua, pero dependiendo de la especie, la leche contiene cantidades que varían de lípidos, proteínas y carbohidratos que se sintetizan dentro de la glándula mamaria. También se encuentran presentes en cantidades más pequeñas, minerales y otros componentes solubles en la grasa y en el agua, derivados directamente del plasma, de proteínas específicas de la sangre y de intermedios de la síntesis mamaria. (Zavala, J. 2005).

### **1. Composición química de la leche**

Después del parto la hembra comienza a producir secreciones mamarias; durante los dos o tres primeros días produce el calostro, pasado este período, el animal sintetiza propiamente la leche durante todo el periodo de lactancia, que varía de 180 a 300 días, con una producción media diaria muy fluctuante que va desde 3

hasta 25 litros. (Schmidt, G. 2005).

La leche es un líquido biológico complejo, la composición y las características físicas varían de especie a especie (cuadro 2), con la raza de la vaca (cuadro 3), el estado de lactancia, alimento, época del año y muchos otros factores, algunas de las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si ha ocurrido alguna adulteración en su composición. (Schmidt, G. 2005).

La leche se sintetiza fundamentalmente en la glándula mamaria, pero una gran parte de sus constituyentes provienen del suero de la sangre, su composición química es muy compleja y completa, lo que refleja su gran importancia en la alimentación de las crías. (Schmidt, G. 2005).

Cuadro 2. COMPOSICIÓN DE LA LECHE SEGÚN LA ESPECIE (%).

Especie	Grasa	Proteína
Humana	3.75	1.63
Vacuna	3.70	3.50
Búfalo de agua	7.45	3.78
Cebú	4.97	3.18
Caprina	4.25	3.52
Ovina	7.90	5.23
Asnal	1.10	1.60
Caballar	1.70	2.10
Camélida	4.10	3.40
Reno	12.46	10.30

Fuente: Miralles, S. (2005).

Cuadro 3. COMPOSICIÓN DE LA LECHE POR RAZAS (%).

Raza	Grasa	Proteína	Lactosa	Ceniza	SNG*	ST**
Ayrshire	4,00	3,53	4,67	0,68	8,90	12,90
Brownswiss	4,01	3,61	5,04	0,73	9,40	12,41
Guernsey	4,95	3,91	4,93	0,74	9,66	14,61
Holstein F.	3,40	3,32	4,87	0,68	8,86	12,26
Jersey	5,37	3,92	4,93	0,71	9,54	14,91

Fuente: Miralles, S. (2005).

En la composición de la leche (cuadro 4), encontramos proteínas, lactosa, grasas, vitaminas, minerales y enzimas. Estos constituyentes difieren entre sí por el tamaño molecular y por su solubilidad, tornando a la leche en un complicado sistema físico-químico: las moléculas menores representadas por las sales, lactosa y vitaminas hidrosolubles se presentan en un estado de solución verdadera. Las moléculas mayores, lípidos, proteínas y enzimas, aparecen en estado coloidal. (Schmidt, G. 2005).

Cuadro 4. VALORES PROMEDIOS DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE (%).

COMPONENTE	VALOR
Agua	86,9
Proteína	3,5
Grasa	4,0
Lactosa	4,9
Cenizas	0,7

Fuente: Miralles, S. (2005).

#### a. Agua

En todos los animales, el agua es el nutriente requerido en mayor cantidad y la

leche suministra una gran cantidad de agua, conteniendo aproximadamente 90% de la misma. (Mella, C. 2007).

La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria. La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que su suministro es limitado o no se encuentra disponible. Esta es una de las razones por las que la vaca debe tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo. (Mella, C. 2004).

#### **b. Grasa**

La grasa constituye desde el 3,5 hasta el 6,0% de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación. Una ración demasiado rica en concentrados que no estimula la rumia en la vaca, puede resultar en una caída en el porcentaje de grasa (2,0 a 2,5%), (Schmidt, G. 2005).

La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua, cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos. (Schmidt, G. 2005).

La grasa pesa menos que el agua y existe como glóbulos pequeños o gotitas dispersadas en el suero de leche. El diámetro de estos glóbulos es de 0,1 a  $\mu\text{m}$  20 ( $1 \mu\text{m} = 0,001$  milímetros), y su talla media es el  $\mu\text{m}$  3 - 4. Estos glóbulos están protegidos por membranas, evitando así ataques enzimáticos. (Cardeña, R. 2006).

Por centrifugación se separa también la grasa de la leche, con lo que obtenemos dos productos: la leche descremada y la crema. Un centímetro cúbico de leche

puede contener cerca de 3,000 a 4,000 millones de glóbulos de grasa. Cuando no se quiere que asciendan a la superficie, se recurre a la homogenización de la leche, la que consiste en dividir a un décimo del normal estos glóbulos de forma que queden más tiempo en suspensión. (Cardeña, R. 2006).

Debido a su bajo peso, la grasa se levanta hacia arriba y flota en la superficie de la leche, creando una capa de crema. El sabor de esta grasa (mantequilla), es cremoso y algo dulce, y tiene un ligero color amarillo. (Cardeña, R. 2006).

El contenido de grasa en los productos lácteos (tenor butirométrico), es de gran importancia económica y nutricional. Las vacas Guersey producen leche con más tenor graso que las vacas Holstein. Los productos lácteos descremados tienen menores valores de Sólidos Totales, Grasa y Energía. El contenido de grasa del queso depende del contenido original de grasa de la leche del cual se partió. (Zavala, J. 2005).

### **c. Proteína**

Debido a que las proteínas son el principal constituyente de los órganos y estructuras blandas del cuerpo animal, se requiere de una provisión abundante y continua de ellas en el alimento durante toda la vida para crecimiento y reposición. Las proteínas contienen Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, además de un porcentaje constante y considerable de Nitrógeno. La mayoría de las proteínas contiene también Azufre y algunas tienen Hierro y Fósforo. Las proteínas son polímeros de aminoácidos, los que varían en cuanto a cantidad y tipo entre proteína y proteína. Existen alrededor de 20 a 22 diferentes aminoácidos que se encuentran en las proteínas, de los cuales en la proteína de la leche se encuentran 18 aminoácidos. (Zavala, J. 2005).

### **d. Hidratos de carbono**

En la práctica, la lactosa es el único azúcar de la leche, aunque en ella existen también en pequeña proporción poliácidos libres y glúcidos combinados. La lactosa es un azúcar que pertenece al grupo de los compuestos químicos

orgánicos llamados hidratos de carbono. (Zavala, J. 2005).

Una particularidad de este tipo de compuestos, es que se pueden desdoblarse en componentes ricos en energía que pueden tomar parte en todas las reacciones bioquímicas, suministrando la energía necesaria para que estas se lleven a cabo. La lactosa es el principal agente osmótico de la leche, con lo que permite el transporte de agua desde la sangre. Reduce el licor de Fehling y es hidrolizada por la emulsina y por la enzima lactasa que es una  $\beta$ -glucosidasa. (Zavala, J. 2005).

La leche es la única fuente conocida de lactosa, la leche de vaca tiene 4.9% de lactosa, una cantidad que no llega a endulzar debidamente a la leche. El poder edulcorante de la lactosa es cinco veces menor que el de la sacarosa y junto a las sales de la leche es la responsable de su sabor característico. (Zavala, J. 2005).

#### **e. Minerales Cenizas y Sales**

La leche contiene un número de minerales, con una concentración total menor al 1 %, prácticamente todos los minerales del suelo, de donde se ha alimentado la vaca, están presentes en la leche. De los minerales presentes en la leche, el calcio es el más significativo desde el punto de vista nutricional, está presente en forma abundante y fácilmente asimilable por el organismo. (Cardeña, R. 2006).

Estudios dietéticos han mostrado que las deficiencias de calcio en nuestras dietas son debidas al bajo consumo de leche. Se torna difícil planear una dieta adecuada sin el uso de productos lácteos. El tenor de fósforo también es considerable en la leche pero de menor importancia nutritiva que el calcio ya que puede ser proveído por otras fuentes alimentarias comunes. (Zavala, J. 2005).

Las cenizas y sales de la leche no son términos sinónimos, las primeras son el residuo blanco que permanece después de la incineración de la leche a 600°C y están compuestas por óxidos de sodio, potasio, calcio, hierro, fósforo y azufre, más algo de cloruro. El azufre y fracciones de fósforo y hierro, proceden de las

proteínas, (Cardeña, R. 2006).

Las sales de la leche son fosfatos, cloruros y citratos de potasio, sodio, calcio y magnesio. Los cloruros de sodio y los de potasio están totalmente ionizados, mientras que los fosfatos de calcio, magnesio y citrato están, una parte en forma soluble y otra en forma de complejos coloidales en equilibrio, muy débil, con el complejo caseína. (Zavala, J. 2005).

#### **f. Vitaminas**

Las vitaminas son sustancias orgánicas que se producen en concentraciones muy pequeñas en plantas y animales. Las vitaminas dan a la leche su gusto y son esenciales para los procesos normales de la vida. (Cardeña, R. 2006).

La leche contiene muchas vitaminas, entre las más conocidas figuran la A, B1, B2, C y D. De estas las vitaminas A y D son liposolubles y el resto hidrosolubles, es preponderantemente rica en riboflavina, es una buena fuente de Vit. A y tiamina, sin embargo es pobre en niacina y ácido ascórbico. (Zavala, J. 2005).

En la leche, los niveles de Vit. A y el de su precursor, el caroteno, están propensos a ser más elevados en el verano, cuando la vaca lo consume abundantemente debido a su alimentación más verde que en el invierno. (Zavala, J. 2005).

Las diferentes razas varían en su capacidad para transformar el caroteno en Vit. A. Como la Vit. A es liposoluble, se presenta en los productos lácteos en razón a su tenor de grasa. La leche contiene más Vit. D en verano que en invierno, debido a la mayor alimentación verde y al incremento de luz solar. Estas variaciones estacionales son corregidas en algunos países por la adición de vitamina D. (Zavala, J. 2005).

Las vitaminas hidrosolubles están presentes en todas las formas de crema y leches. En la leche descremada la riboflavina se presenta como lactoflavina y le confiere un color verdoso. En la preparación del queso, gran parte de las

vitaminas hidrosoluble pasan al suero, de modo que los quesos tienen pocas cantidades de estas vitaminas. Durante el hervido se pierde algo de ácido ascórbico y tiamina, por lo que la dieta debe ser completada con alimentos ricos en estos nutrientes. (Zavala, J. 2005).

### **g. Enzimas**

Las enzimas (catalizadores), son un grupo de proteínas producidas por los organismos vivos. Tienen la capacidad de disparar reacciones químicas y de afectar el curso y velocidad de tales reacciones, y pueden hacerlo sin ser consumidas. La acción de las enzimas es específica, cada tipo de enzima cataliza solamente un tipo de reacción. Dos factores que influyen fuertemente la acción enzimática, son temperatura y el pH. (Cardeña, R. 2006).

Las enzimas presentes en la leche tienen su origen en la ubre de la vaca o en las bacterias. Las primeras se consideran como componentes naturales de la leche enzimas originales. Las otras, llamadas enzimas bacterianas, varían en tipo y abundancia según la naturaleza y de la población bacteriana. Algunas de estas enzimas de la leche son utilizadas en controles de calidad. Entre las más importantes están la lipasa, peroxidasa, catalasa, fosfatasa, (Taverna, M. 2009).

## **F. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE**

Sobre la composición de la leche influyen factores nutricionales y factores no nutricionales.

### **1. Factores no nutricionales**

#### **a. Raza**

Existen notables diferencias entre razas con relación a los componentes mayores de la leche, donde se distingue la raza Holstein con niveles de sólidos más bajos si se compara con otras razas como la Jersey, que registra la mayor composición.

La raza constituye hoy uno de los factores más relevantes a considerar en la composición de la leche, puesto que la grasa y proteína lácteas son caracteres genéticos con alta heredabilidad. (Imagawa, W. et al, 2005).

La heredabilidad estimada para la producción de leche es relativamente baja (0,25), sin embargo la heredabilidad estimada para la composición de la leche es bastante alta (0,50). Opuestamente los factores ambientales como la nutrición y el manejo alimentario pueden tener mayor efecto sobre la producción que sobre la composición de la leche. En la práctica, en los últimos 20 años se ha logrado un incremento de los sólidos de la leche, manteniéndose altos niveles productivos, debido al manejo combinado de la genética y la alimentación. (Hernández, R. 2003).

#### **b. Nivel de producción**

Los rendimientos en grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales son altos y positivamente correlacionados con la producción de leche. Sin embargo los valores porcentuales de los mismos en la composición de la leche disminuyen en la misma proporción. (Pérochon, L. 2000).

El concepto del rendimiento de los componentes lácteos contra la composición de la leche se puede ilustrar comparando diferentes producciones de leche con una composición en proteína similar. Si la producción o rendimiento por vaca se incrementa de 29,5 a 31,8 Kg. mientras la composición de la proteína permanece constante en 3,1 por ciento, se alcanzan incrementos de 0,07 Kg. más de proteína por día. Si el porcentaje de la proteína aumenta de 3,1 a 3,2 por ciento mientras que la producción por vaca se mantiene a 29,5 Kg, los aumentos de la producción o rendimiento de la proteína por sólo 0.03 Kg por vaca por día. (Mao, I. et al. 2006).

#### **c. Estado de la lactación**

El curso de la lactancia, no solo afecta la producción de leche, sino también la composición. Normalmente, un aumento en el rendimiento de leche es seguido

por una disminución en los porcentajes de grasa y proteína en leche mientras los rendimientos de estos componentes permanecen igual o en aumento. (Pérochon, L. 2000).

Los cambios en los rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia, influyen de manera inversa a la composición. Generalmente, en el primer tercio de la lactación y concomitante con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, proteína y sólidos de la leche, situación que se invierte al final de la lactancia. (Hurley, W. 2005).

#### **d. Salud de la ubre**

La mastitis es la enfermedad que más afecta la producción y la composición de la leche y por ello ha sido ampliamente estudiada. Los cambios que ocurren en la composición de la leche con niveles altos de células somáticas, provocan una reducción en el contenido de grasa y caseína y un aumento en el contenido de suero de leche. (Hurley, W. 2005).

Estos cambios en las proteínas de leche, en unión con modificaciones en la lactosa, el contenido del mineral y pH de leche, tienen como resultado bajos rendimientos en la producción de queso y alteraciones en las propiedades y en la aptitud industrial de esa leche. Bajo dichas condiciones se aprecia un tiempo de coagulación más largo y una cuajada más débil que la leche no afectada. (Hurley, W. 2005).

#### **e. Época del año.**

Los porcentajes de grasa y de proteína son más altos durante el invierno y más bajos durante el verano. Esta variación está relacionada con cambios en la disponibilidad y calidad de los alimentos y las condiciones climáticas. Durante el verano los pastos son bajos en fibra y se deprimen los niveles de grasa en la leche. (Hurley, W. 2005).

Además la alta temperatura y humedad relativa, disminuyen los niveles de

consumo Durante el invierno disminuye la disponibilidad y la calidad de los alimentos (pastos y forrajes), por lo que aumentan los niveles de grasa en leche, pero disminuye la producción de leche. (Hurley, W. 2005).

Los factores ambientales en la mayoría de los casos influyen directamente en el nivel de consumo de los animales dando como resultados variaciones significativas en la producción de leche y en la composición. (Hurley, W. 2005).

Cuando la temperatura se encuentra por encima de los 30 °C se reduce la producción de leche, además de los niveles de grasa y proteína, debido a la reducción del ingreso de energía a través de la dieta. La combinación del estrés calórico, con la pobre suplementación o una dieta basada solamente en forrajes condiciona en la lactancia temprana y media a una disminución de los rendimientos lácteos. (Hurley, W. 2005).

#### **f. Número de lactancias y edad del animal**

Los niveles de producción de leche aumentan con las sucesivas lactancias de la vaca, obteniéndose los mayores volúmenes entre la tercera y la cuarta lactancia, lo que depende en gran medida de la edad de incorporación del animal a la reproducción y el manejo del mismo durante su vida productiva.

.

Mientras el contenido de grasa en la leche permanece relativamente constante, el contenido de la proteína en leche gradualmente disminuye con avance de la edad. (Hurley, W. 2005).

## **2. Influencias nutricionales.**

Del conjunto de alteraciones en las características físico-químicas de la leche, la concentración de grasa es la que resulta más sensible a cambios nutricionales y puede variar casi 3.0 unidades porcentuales. Los efectos que tiene la alimentación sobre la concentración de la proteína láctea pueden producir cambios hasta de 0.60 unidades porcentuales. (Hurley, W. 2005).

Las concentraciones de la lactosa y minerales, no responden previsiblemente a ajustes en la dieta y tampoco se han reportado efectos sensibles sobre el pH, la acidez y el peso específico de la leche. (Hurley, W. 2005).

#### **a. Nivel de alimentación**

Las vacas con bajos niveles de alimentación reducen la producción de leche y el porcentaje de lactosa solo dentro de ciertos límites, sin embargo se producen aumentos en el porcentaje de grasa láctea. Por regla general, cualquier ración que aumenta la producción de leche reduce generalmente el porcentaje de grasa en la leche. (Hurley, W. 2005).

Durante el primer tercio de la lactación, las demandas nutricionales de la vaca lechera, son mayores que la capacidad física de cubrir dichas demandas y ocurre un proceso de balance energético negativo. (Hurley, W. 2005).

#### **b. La calidad de la ración**

El uso de pastos de buena calidad en la alimentación de la vaca lechera trae como resultado un incremento en la producción de leche y en los rendimientos en grasa y proteína lácteas. (Pérez, J. 2005).

El empleo de concentrados a base de cereales, resulta en un incremento en la producción de leche y en los rendimientos en grasa y proteína. Sin embargo, si se cubren los niveles de proteínas en la ración total de la vaca lechera, un suplemento proteico adicional logrará los mismos incrementos en el porcentaje de proteína láctea que una ración de cereales con un nivel de energía similar. (Pérez, J. 2005).

Cuando el uso de concentrados en la dieta de la vaca lechera es elevado y constituye más del 60 por ciento de la misma se produce cierta depresión en el porcentaje de la grasa láctea. (Pérez, J. 2005).

### **c. Enfermedades metabólicas**

Los rebaños lecheros de alta producción deben contar con un adecuado balance de nutrientes, especialmente en los períodos de mayores necesidades nutricionales, que se corresponden con el inicio de la lactación. En el período inicial, la vaca llega al nivel máximo de producción y a su vez el consumo voluntario se deprime, además los aportes de la dieta no logran cubrir los elevados requerimientos metabólicos, debiendo movilizar sus reservas corporales para compensar esta situación. (Pérez, J. 2005).

La ocurrencia entonces de desbalances nutricionales, deficiencias o inadecuado manejo de los programas de alimentación para vacas lecheras pueden conducir a la aparición de varios trastornos en la salud de los animales los cuales se denominan enfermedades o trastornos metabólicos de la vaca lechera. (Pérez, J. 2005).

## **G. TIERRA DE DIATOMEA**

### **1. Importancia**

La tierra de diatomeas tiene varios sinónimos entre estos son: Diatomea silíceas, diatomita, D.E. (Diatomaceous earth), Kieselgur, etc. Este producto tiene poco tiempo de vigencia comparado con los productos tradicionales, no obstante ello, ha demostrado categóricamente su superioridad en su acción y en su inocuidad para el hombre, animales y plantas, porque no es un veneno que actúa por contacto o ingestión, envenenando todo a su alrededor, incluido a quien lo aplica, a quien lo elabora, lo fracciona o interviene en su manipuleo. Además como el proceso de muerte de los insectos y plagas es mecánico, por contacto físico, el insecto no se volverá inmune y por consiguiente se romperá la cadena inmunológica. Esta tierra es capaz de resolver por sí sola los problemas de salud animal y vegetal desde el punto de vista de la Ecología Humana, acabando con el uso y abuso de los químicos en la agricultura, creando ecosistemas sustentables para la vida en sus múltiples manifestaciones. (Mora, I. 2012).

Los productores de la tierra de diatomeas están convencidos que con su mineral hacen el más grande y noble aporte para la salud de los animales, plantas y medio ambiente; el más eficaz e inocuo insecticida natural sinergizado hábilmente con elementos no tóxicos, para el control de insectos y plantas, que hacen la vida miserable de animales, plantas y el hombre, actualmente en este planeta. La tierra de diatomeas es de excelente calidad, proviene de aguas dulces, compuesta por algas fosilizadas con estructura silíceas, con formas muy apreciadas como son: anphoras, navículas, pinularias, etc., de solo algunos microbios, estimándose que en un milímetro cúbico, puede haber unas 500000 de estas estructuras silíceas fosilizadas y que cuando vivieron en los fondos de aguas dulces, hace aproximadamente unos 70 millones de años. (Soraya, S. 2006).

La tierra de diatomea es un producto natural, que no implica riesgo para personas y animales que estén en contacto con el producto, no transmite mal olor, y es el único insecticida apto para producciones orgánicas. Además no deja residuos químicos de síntesis, de hecho los minerales que contiene enriquecen la calidad de los productos terminados. (Lartigue, E. 2011).

## **2. Origen**

Las diatomeas una roca silícica, sedimentaria de origen biogénico, compuesta por esqueletos fosilizados de los frústulos de las diatomeas. Se forma por la acumulación sedimentaria de los esqueletos opalinos microscópicos de algas unicelulares y acuáticas; estos se componen de la sílice amorfa. Esta acumulación sedimentaria forma grandes depósitos en los lechos marinos o lacustres, a veces en capas masivas con un grosor suficiente. (Bertolotto, C. 2004).

Las diatomeas son antiquísimas y microscópicas algas. Vivieron hace 30 millones de años en el fondo de lagos de agua dulce y al emerger la Cordillera de Los Andes, quedaron al descubierto. Lo que llega hasta nosotros son las pequeñísimas estructuras silíceas fosilizadas, de las cuales hay hasta medio millón por milímetro cúbico. (Lartigue, E. 2011).

La tierra de diatomea (TD), es un depósito geológico de microesqueletos fosilizados de numerosas especies de silíceos marinos y de organismos unicelulares de agua fresca (fitoplancton), particularmente diatomeas y otras algas. Muchos de estos se fosilizaron en capas sedimentarias originadas por lo menos hace 20 millones de años en los lagos y mares en los períodos del Eoceno y Mioceno. De este sedimento se extraen rocas que se muelen hasta la obtención de un polvo fino de color blanco-grisáceo que contiene partículas porosas con ciertas propiedades abrasivas y con la habilidad de absorber lípidos tres o más veces la masa de su partícula. (Lartigue, E. 2011).

### **3. Estructura y configuración**

Para la botánica, la diatomea pertenece a la clase Bacillariophyceae (Baciliarofíceas) y al orden de las Bacillarias. Más de 12.000 especies comprenden sobre 300 géneros distintos. Típicamente es posible encontrar alrededor de 3000 especies en un depósito mineral, constituyendo la distribución relativa de las especies una característica de éste, que lo distingue de otros como una impresión dactilar. Taxonómicamente es posible agruparlas en dos categorías amplias: discoideas y elongadas o filiformes. La frústula, o esqueleto silíceo de la diatomea, está formada por dos compuertas o valvas en un mismo plano, que encajan a través de un cinto de un modo análogo a como se cierra una caja de píldoras. Las compuertas poseen una rica vertebración que a su vez son soportes de cámaras y aberturas de distintos diámetros. Esta serie de estructuras imbricadas permite clasificarlas como primarias, secundarias y terciarias y la función de éstas, en la diatomea viva, es la de soporte de la membrana celular a través de la cual los nutrientes fluyen por osmosis. La frústula de diatomea mide entre 50 y 120 micrones. En estado mineral, sin embargo, y debido a fragmentaciones ocasionadas por tensiones orogénicas, la distribución granulométrica está centrada en torno a los 20 micrones. (Ballet, J. 2011).

Estas algas fosilizadas se clasifican según su forma existiendo entre estas: Amphora, Pinnularia, con formas de Cuchillo y Serrucho, Cymbella, Surirella, Vidrio, estas frústulas de diatomeas son de un tamaño que va desde los 20 a los 150 micrones, estimándose que en un milímetro cúbico, pueden haber unas

500.000 de estas estructuras silíceas fosilizadas (frústulas), (Lartigue, E. 2011).

#### **4. Características físicas**

Las diatomitas presentan las siguientes características físicas:

- Aspecto macroscópico: Roca purulenta, fina y porosa con aspecto margoso.
- Color por lo regular blanco brillante (en el caso de alta pureza).
- Alta porosidad.
- Volumen de muy baja densidad 0,2 a 0,6 g/dm<sup>3</sup>.
- Capacidad para absorber líquidos muy alta.
- Capacidad abrasiva suave.
- Conductividad térmica muy baja.
- Alta resistencia a la temperatura.
- Punto de fusión entre 1,400° a 1,750 °C.
- Peso específico 2.0 (la calcinación la incrementa a 2,3).
- Área superficial 10 a 30 m<sup>2</sup>/g (la calcinación la reduce a 0.5 a 5 m<sup>2</sup>/g).
- Índice de refracción 1.4 a 1.46 (la calcinación la incrementa a 1,49).
- Dureza (Mohs), 4,5 a 5 (la calcinación la incrementa a 5,5 a 6).
- Químicamente inerte.
- El porcentaje de humedad varía de acuerdo al depósito (entre 10% hasta un 60%). (Bertolotto, C. 2004).

Su aspecto físico, las tierras de diatomeas o diatomita se presentan como rocas silíceas sedimentarias, de color blanco. A no ser por el bajo peso específico de este mineral del orden de 0,4 en roca, los afloramientos naturales de diatomitas pueden confundirse con ocurrencia de caolines, dolomita o yeso. Visto el mineral al microscopio, sin embargo, su carácter único queda de manifiesto. La diatomita está constituida por restos fosilizados de plantas unicelulares acuáticas relacionadas con las algas, las diatomeas. Estos organismos prosperan comúnmente en medios lacustres o marinos de aguas poco profundas (alrededor de los 40 metros), con contenido relativamente abundante de sílice soluble y boro. La presencia de diatomeas es visible incluso en lagunas de aguas quietas, en la

forma de una nata iridiscente en la superficie, o una película gelatinosa de color café en las rocas y vegetación acuáticas. (Ballet, J. 2011).

## **5. Funciones**

Una de las principales funciones de la tierra de Diatomeas es la de eliminar los insectos por acción física - mecánica, mediante los siguientes mecanismos:

- Produce perforaciones y desgarraduras en el exoesqueleto de quitina y en los pliegues de las articulaciones.
- Absorbe la cera que recubre al insecto, provocándole la muerte por deshidratación.
- Separa los músculos de la válvula traqueola.
- Perfora las paredes de la tráquea y traqueola.
- Deteriora la mandíbula por abrasión.
- Desgarra el esófago.
- Separa los músculos constrictivos del sistema malpighiano.
- Mata las larvas por inanición y destrucción física directa. (Almaguer, Y. 2011).

La tierra de diatomeas cumple un doble propósito: además de su efecto insecticida natural, las diatomeas aportan una gran riqueza en minerales y oligoelementos. Otra interesante aplicación de las diatomeas es la de proteger las plantas de la radiación solar. La tierra de la diatomea son a la vez extrañas y variadas: agente de purificación, filtrando, abrasivo, material aislante y a prueba de sonido. (Almaguer, Y. 2011).

## **6. Composición química**

La diatomita está constituida esencialmente por sílice diatomácea. Este apelativo circular se explica por las características de la sílice biogénica, que no son comunes a otras formas de sílice natural. En la diatomea, la sílice se encuentra en estado amorfo, hidratada, con un cierto grado de cristalinización. La dureza del mineral oscila entre 4 y 5 en la escala de Mohs, no siendo simple la determinación

de este valor debido a la fragilidad del fósil silíceo de la diatomea. Normalmente, un depósito de tierras de diatomeas de alta pureza contiene entre 86 a 92% de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ). Depósitos con contenidos de  $\text{SiO}_2$  de hasta un 96%, son considerados como excepcionalmente puros. (Ballet, J. 2011).

El sílice que conforma las impurezas de estos microorganismos vegetales es amorfa, del tipo ópalo y en forma de hidrato ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), que está presente en los caparazones y el fango silíceo que las contiene. En su estructura cristalina se ubican pequeñas cantidades de álcali ( $\text{Na}_2$ ,  $\text{CaO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}_9$ ), Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), además de otras sustancias. También se presentan impurezas entre los frústulos, tales como materia orgánica, sales solubles, granos de arena, arcillas diversas y carbonatos. (Bertolotto, C. 2004).

La tierra de diatomea está formada en su mayor parte (86%), por sílice amorfa y por numerosos minerales entre macroelementos (Ca, P, Na, K, Mg), y microelementos vestigiales, estos últimos agrupados como esenciales (Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn), contaminantes (Al, Ba, Sr, Ti), y tóxicos (As, Pb, Cd, Hg, Cr, Sn). Sin embargo no todas las tierras son iguales, sino que varían en su composición mineral según sea la cantera de la cual provengan. (Lartigue, E. 2011).

## **7. Campos de aplicación**

### **a. Capacidad de absorción**

Las Tierras de Diatomea encuentran su principal campo de aplicación en el sector de los Absorbentes ya que pueden absorber agua, aceites u otras moléculas en su espacio interlaminar o en sus canales estructurales. La capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad), y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan de forma aislada: Absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad), y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente y el líquido o gas Adsorbido, denominado Adsorbato). La capacidad de adsorción se

expresa en porcentaje de absorbato con respecto a la masa y depende, para una misma Tierra de Diatomea, de la sustancia de que se trate. En las Tierras de Diatomeas la Absorción de líquidos livianos es de 125% y en líquidos pesados de 80 a 100% con respecto al peso. (Almaguer, Y. 2011).

#### **b. Como insecticida**

Las diatomeas matan a los insectos al eliminar el efecto de ese revestimiento ceroso de los insectos (quitina). Su acción es estrictamente física, es decir se adhieren al cuerpo de los insectos (adultos y larvas especialmente). Estas minúsculas algas perforan los cuerpos queratinizado de los insectos, los cuales mueren por deshidratación. La tierra diatomeas no contiene venenos que afecten al hombre, ni a los animales domésticos. Elimina los insectos sin generar autoinmunidad y puede utilizarse sin límite de tiempo. (Lartigue, E. 2011).

La tierra de diatomea ha sido usada durante muchos años por la industria agrícola-ganadera en aplicación directa sobre la piel como acaricida y en pasturas y granos para combatir moscas, gusanos y escarabajos. (Lartigue, E. 2011).

#### **c. Acción fertilizante**

La tierra diatomeas tiene la propiedad natural de ser también un muy activo fertilizante. Aportan a la planta 38 oligoelementos o trazas minerales que son vitales para la interacción metabólica de sus tejidos y que la desmineralización de las tierras de cultivo ha dejado de aportar a los vegetales por carecer de ellos. Aplicado en forma foliar, protege la planta del golpe del sol, al reflejar el espectro de los rayos infrarrojos y ultravioletas. La tierra de diatomea es un fertilizante eficaz y seguro ya que no es tóxico, ni fitotóxico. Indicado en la recuperación de nutrientes perdidos por años de cultivos y uso de productos químicos. Puede ser utilizado en plantas que presente frutos cercanos a madurez, puesto que no deja residuos visibles para el momento de la cosecha. (Lartigue, E. 2011).

#### **d. Control de desechos animales y compostaje**

Dentro del uso agronómico, la tierra de diatomeas trabaja también con los desechos animales (deshidratación del deshecho y control de larvas y adultos de moscas y otros insectos). Ideal en el compostaje de residuos orgánicos, pues a la vez que controla insectos, aporta minerales y oligoelementos al suelo, (Lartigue, E. 2011).

#### **e. Filtros para estanques piscícolas**

En los estanques piscícolas y/o acuarios, es posible utilizarla en recipientes de filtración especiales, para retener bacterias, protozoarios, y otros microorganismos e impurezas de cualquier tipo. (Almaguer, Y. 2011).

#### **f. Nutrición animal.**

En el campo de la nutrición animal, la tierra de diatomeas está encontrando una rápida aceptación. Sus beneficios han sido notables en alimentación de vacas lecheras, pollos, cerdos, caballos, novillos, ovejas y otros pequeños animales. (Almaguer, Y. 2011).

La tierra de diatomeas es especialmente recomendado como complemento nutritivo para caballos, cabras, cerdos, chinchillas, gallinas, gansos, ovejas, pájaros, perros, pollos, etc. Evita el empaste en vacas lecheras, con solo agregar una pequeña porción a su ración; o aplicando 2 Kg por hectárea en los pastos nuevos. En gallinas, mejora la cáscara de los huevos, evita el stress, mejora las deposiciones, y es un antiparasitario en general y para todos los animales, (Affan, A. 2011).

#### **g. Como suplemento mineral**

La tierra de diatomeas es sumamente indicada para suplir la carencia nutricional de los animales. Los actuales desbalances en su nutrición deben ser considerados como verdaderas enfermedades metabólicas y pueden expresarse

en trastornos funcionales que afectan negativamente la salud, y por ende, la productividad de los animales. (Affan, A. 2011).

El complemento mineral de diatomea mejora la asimilación de los alimentos, evita la descomposición de ellos en el bolo alimenticio. Gracias a su capacidad absorbente controla gases y olores, obteniendo de forma inmediata el mejoramiento de los animales: pelos, plumas, en todos los aspectos, como así también estimulando el apetito, vigor y estado de salud en general. Es un excelente antiaglomerante. Facilita la asimilación de nutrientes como ningún otro producto puede hacerlo. (Affan, A. 2011).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La presente investigación se realizó en la Granja de Producción Agropecuaria de la Misión Salesiana Don Bosco, ubicada en la Provincia de Morona Santiago, Cantón Morona, Parroquia Sevilla, (cuadro 5).

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA GRANJA.

Parámetros	Valores Promedios
Altitud , msmm	700
Temperatura , °C	25
Precipitación, mm/mes	3250
Humedad relativa , %	82

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH. (2015).

El tiempo de duración del proyecto fue de 90 días, en base a lo siguiente: la adecuación de las instalaciones, selección de animales, suministro de las diferentes dietas nutricionales, análisis de laboratorio.

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó 20 vacas Holstein mestizas de primer y segundo parto con un peso promedio de 400 kg, con 5 repeticiones.

#### **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon para el desarrollo de la presente investigación se distribuyen de la siguiente manera:

## 1. **Materiales**

- 20 Vacas Holstein mestizas.
- Balanza.
- 20 aretes numerados.
- 20 comederos.
- 20 bebederos
- Mesas.
- Soga
- Guantes.
- Mandil.
- Botas de caucho.
- Alambre.
- Valdez.
- Letreros.
- Escobas.
- Diatomitas.
- Forraje verde.
- Pala.
- Materiales de oficina

## 2. **Equipos**

- Bomba de mochila.
- Equipo de limpieza.
- Equipo de desinfección.
- Equipo de sanidad animal.

## 3. **Instalaciones**

- Establo para el ordeño y potreros.

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se trabajó con tres tratamientos a base de los diferentes niveles de diatomeas (1,5; 3,00 y 4,5 %), para su comparación con un tratamiento testigo. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar, con 5 repeticiones, el tamaño de la unidad experimental fue de una Vaca; es decir, se utilizó 20 Vacas para el experimento, en función del siguiente modelo lineal aditivo.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  : Valor respuesta.

$\mu$  : Media general.

$\alpha_i$  : Efecto sobre los tratamientos.

$\epsilon_{ij}$  : Error Experimental.

### 1. Esquema del Experimento

En el cuadro 6, se describe el esquema del experimento:

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Código	T.U.E	Rep.	Animal/Trat
Testigo	T0	1	5	5
Diatomeas al 1,5 %	T1	1	5	5
Diatomeas al 3%%	T2	1	5	5
Diatomeas al 4,5%	T3	1	5	5
TOTAL				20

T.U.E = Tamaño de la unidad experimental.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales a ser evaluadas durante el experimento son:

### 1. **Medidas de campo**

- Producción de leche L/vaca/día.
- Condición corporal al inicio y al final.
- Peso final.
- Ganancia de peso.
- Consumo de alimento.
- Conversión alimenticia por litro de leche.

### 2. **Calidad de la leche.**

- Proteína de la leche, g.
- Grasa de la leche, g.
- Sólidos totales de la leche, g.
- pH de la leche.
- Acidez de la leche.
- Conteo de células somáticas.
- Conteo de bacterias.

### 3. **Análisis de salud**

- Análisis bacteriológico.
- Análisis coproparasitario.

### 4. **Económicos.**

- Beneficio/Costo

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

La presente investigación fueron modelados en un Diseño Completamente al Azar (DCA), los datos numéricos de campo y de laboratorio generados en la propuesta investigativa sometidos a los siguientes análisis estadísticos, (cuadro 7).

- Análisis de varianza.
- Separación de medias por el método del rango múltiple de Waller Duncan a un nivel de significancia de  $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ .
- Análisis de correlación y regresión.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. De campo

### 2. Confinamiento.

Se preparó el material experimental para el inicio de la investigación.

Adecuación de las instalaciones para alojar a los animales que se utilizaron en la investigación

Se procedió a realizar la selección de las 20 vacas holstein mestizas, buscando siempre la homogeneidad en la producción lechera y estado fisiológico.

Se realizó la identificación de los animales con collares plásticos y se determinó la condición corporal de cada animal estableciendo una escala que va de 1 a 5 puntos.

Durante la investigación se realizaron la toma de datos como lo es la producción de leche diaria y acumulada, los análisis coproparasitario y calidad de la leche

Al finalizar la investigación se realizaron la toma de los pesos finales, también se evaluó la condición corporal de cada una de las vacas, como también el análisis de leche.

### **3. Manejo alimenticio.**

Se estimó de los requerimientos nutritivos para cada grupo de animales en cada tratamiento, en función a la NRC. (2000).

Adaptación de los animales a las dietas experimentales establecidas de la siguiente manera:

- T0: Tratamiento control, animales alimentados con dieta base (forraje), y concentrado.
- T1: animales alimentados con dieta base (forraje), y concentrado con el 1,5% de diatomeas.
- T2: animales alimentados con dieta base (forraje), y concentrado con el 3% de diatomeas.
- T3: animales alimentados con dieta base (forraje), y concentrado con el 4,5% de diatomeas.

### **4. Programa Sanitario**

Para el programa sanitario: Se realizó la limpieza y desinfección de sala de ordeño e instalaciones y de los equipos con amonio cuaternario en una proporción de 20 ml /10 litros de agua lo que se realizó por tres veces durante toda la investigación.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Producción de leche**

En la presente investigación se realizaron evaluaciones de la producción de leche cada 15 días a lo largo del estudio de manera individual y general de cada vaca

en tratamiento. (Peña, F. 2005).

## **2. Peso final, Kg.**

Para la toma de pesos final se utilizó una cinta bovinométrica, técnica que consiste en medir el perímetro torácico con la cinta, pasándola por detrás de las espaldas, por la cinchera y por la cruz; para posteriormente realizar la respectiva lectura. (Aranguren, M. 2006).

## **3. Ganancia de peso, Kg.**

La ganancia de peso se tomaron en cada fase de evaluación, y se estimó por diferencia de pesos, entre el peso final menos el peso inicial. (Aranguren, M. 2006).

Ganancia de Peso (GP) = peso final (kg) – peso inicial (kg)

## **4. Consumo de alimento, Kg ms.**

Se tomará los datos en cada fase de evaluación, y para esta variable se determinará con la siguiente fórmula: (Aranguren, M. 2006).

Consumo de Alimento = alimento ofrecido (Kgms), – sobrante del alimento (kgms).

## **5. Conversión alimenticia**

El cálculo de conversión alimenticia se realizó dividiendo el consumo total en materia seca para la producción total de leche en litros día, como se observa en la siguiente formula. (Aranguren, M. 2006).

$$CA = \frac{\text{Total leche Kg producidos}}{\text{Kilogramos de Materia seca Consumida}}$$

## 6. Calidad de la leche

### a. Determinación de la acidez

Se tituló la acidez con una solución estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador. La acidez titulable de la leche se calcula mediante la ecuación siguiente: (Afán, B. 2012).

$$A = 0,090 \frac{V*N}{m_1 - m} * 100.$$

Siendo:

A= porcentaje en masa de ácido láctico.

V= volumen del hidróxido de sodio (cm<sup>3</sup>), en la titulación.

N= Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m= masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m<sub>1</sub>= masa del matraz Erlenmeyer con leche, en g

### b. Determinación del pH

Esta medición se la realizó con los papeles medidores de pH, al momento de la extracción de la leche se coloca el papel directamente en el total de la muestra, espera unos segundos que se coloree el papel y luego se lo lleva a la tabla para comparar la coloración y estimar el pH de la muestra. (FAO. 2013).

### c. Contenido de sólidos totales

$$S = 250 (d_{20-1}) + 1,22G + 0,72$$

Dónde:

S= contenido de sólidos totales, en % de grasa

$d_{20}^0$ = densidad relativa a 20°/ 20°C

G= Contenido de grasa, en porcentaje de masa.

Este método de cálculo da resultados comparables con los obtenidos al aplicar el método de ensayo descrito en la normas INEN para la leche de vaca; sin embargo presenta desventaja de no permitir el cálculo del contenido de cenizas.

#### **d. Conteo de células somáticas**

A la leche llegan cantidades de células procedentes de la sangre y de las glándulas mamarias; la mastitis o los trastornos de la secreción pueden ser la causa de un contenido celular muy elevado. Si la cantidad de células supera 700.000 por ml puede pensarse en la existencia en la secreción o de mastitis, esta prueba se realizó a través de contadores electrónicos de células. (FAO. 2013).

#### **e. Contenido de grasa**

Se separara mediante acidificación y centrifugación, la materia grasa contenida en el producto analizado y se determinó el contenido de grasa mediante lectura directa en un butirómetro estandarizado. (FAO. 2013).

### **7. Análisis de salud**

#### **a. Análisis coproparasitario**

Se realizó el análisis coproparasitario por el método de flotación para determinar cestodos, nematodos, etc. Se realizara los siguientes pasos: (García, L. 2001).

Se colocan en el vaso de precipitado de 2 a 3 gr de materia fecal, se añade una pequeña cantidad de solución saturada de cloruro de sodio, se homogeniza. Se vierte en un tubo de ensaye hasta el borde, se coloca el cubreobjetos de tal manera que quede en contacto con la suspensión y se deja reposar durante 15 minutos.

Transcurridos los 15 minutos se toma el cubreobjetos y se coloca sobre un portaobjetos al cual se le ha puesto previamente una gota de lugol.

Se observa al microscopio con objetivos de 10X y 40 X.

Anotar resultados de observación y hacer dibujos.

#### **b. Análisis bacteriológico**

El examen bacteriológico para determinar *Echericha coli* y *coliformes*, se basa en lo siguiente:

Este medio se utilizó para el aislamiento de bacilos Gram negativos de fácil desarrollo, aerobios y anaerobios facultativos. Permite diferenciar bacterias que utilizan o no, lactosa en muestras clínicas, de agua y alimentos, (García, L. 2001).

Todas las especies de la familia Enterobacteriaceae desarrollan en el mismo.

#### **8. Análisis económico**

El análisis económico se realizará por medio del indicador beneficio/costo, en el que se consideró los gastos realizados (egresos) y los ingresos totales que corresponden a la venta de los animales y abono, respondiendo al siguiente presupuesto. (Vijaya, R. 2014).

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dólares)}}{\text{Egresos totales (dólares)}}$$

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.**

###### **1. Peso inicial, kg**

La variable peso inicial en vacas Holstein mestizas, utilizadas en la presente investigación, no registraron diferencias estadísticas ( $p>0,05$ ), debido a que iniciaron las vacas con pesos homogéneos de 555,40; 554,80; 560,20 y 571,80kg, para los tratamientos T0, T1; T2 y T3 en su orden, con un error estándar de  $\pm 5,47$ kg y se detallan en el (cuadro 8).

###### **2. Peso final, kg**

Al analizar la variable peso final de las vacas Holstein mestizas alimentadas con diferentes niveles de diatomeas en la etapa de lactancia, presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p>0,01$ ), entre los niveles de diatomeas, siendo el mejor tratamiento con la utilización del 4,5% de diatomeas (T3), con un peso de 576,80kg, seguido por el tratamiento del 3% de diatomea (T2), con 565,00kg y finalmente encontrándose el tratamiento con el 1,5 y 0% de diatomeas (T1 y T0), con un peso de 557,20 y 552,60kg, con un error estándar de  $\pm 5,80$ kg entre medias.

Determinando de esta manera que el mayor peso final se obtuvo con el uso del 4,5% de diatomeas en las vacas lecheras, quizás esto se deba a que la diatomea es un complemento mineral, que mejora la asimilación de los nutrientes, evitando la descomposición del bolo alimenticio; gracias a la capacidad absorbente se obtiene mayores rendimientos productivos, en este caso de evaluación el mayor peso final (Ballet, J. 2011).

Fabara, F. (2011). Datos que al ser comparados con los reportados con la utilización de 200mg de lasolacid (promotor de crecimiento), logra un peso final de

Cuadro 8. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LA DIETA DIARIA.

Variables	Niveles de diatomeas (%)				EE	PROB
	0	1,5	3,0	4,5		
Peso inicial (Kg).	555,40 a	554,80 a	560,20 a	571,80 a	5,47	0,14
Peso final (Kg).	552,60 b	557,20 b	565,00 ab	576,80 a	5,80	0,05
Ganancia de peso (Kg).	-2,80 b	2,40 a	4,80 a	5,00 a	1,46	0,01
Producción total (Ltrs).	788,60 b	858,20 ab	927,00 a	909,00 a	24,91	0,01
Producción inicial (Ltrs/día).	13,49 a	14,03 a	14,57 a	13,80 a	0,51	0,51
Producción final (Ltrs/día).	12,51 b	13,63 ab	14,71 a	14,43 a	0,40	0,01
Conversión alimenticia.	1,36 a	1,30 ab	1,11 c	1,19 bc	0,05	0,01
Condición corporal, inicial.	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	1,00
Condición corporal, final.	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	1,00

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

529,67 kg, mientras que al evaluar diferentes niveles de mosto de destilería en la alimentación de vacas lecheras obtuvo un peso promedio de 421,44kg, (Ochoa, D. 2009), al evaluar a las vacas Holstein mestizas de primer parto, con una dieta a base de un promotor natural, se alcanzó un peso de 475,55kg; de crecimiento natural siendo datos inferiores a los de la presente investigación, (Proaño, E. 2007), esto pudo haberse dado a lo que se afirma que las diatomeas cumplen un doble propósito: sanitario y nutriente, además de su efecto de insecticidas, las diatomeas aportan una gran riqueza, a través del aporte natural de gran número de microelementos (oligoelementos), por lo que al parecer las vacas que recibieron este producto, aprovecharon de mejor manera el alimento, dando de esta manera un mayor desarrollo corporal, (Lozada, H. 2011).

Mediante el análisis de la regresión, (gráfico 1), se identifica una tendencia lineal positiva ( $p < 0,01$ ), de donde se deduce que el peso final al finalizar la investigación incrementa en 5,36kg; por cada, nivel de diatomeas en la dieta diaria de las vacas Holstein, además el coeficiente de determinación fue de 36,98%; y se evidenció una correlación alta positiva correspondiente a  $r = 0,61$ . A continuación se describe la ecuación utilizada.

Peso final (kg) =  $550,84 - 5,36 (ND)$ .

### **3. Ganancia de peso**

Para el análisis de ganancia de peso de las vacas Holstein mestizas en su fase de lactancia, con la utilización de diferentes niveles de diatomeas en la dieta, registro diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), entre los tratamientos, obteniendo la mayor ganancia de peso al finalizar la investigación fue de 5,00kg en el T3; seguido por el T2 y T1 con ganancias de pesos de 4,80 y 2,40kg, compartiendo significancia entre estos tratamientos y finalmente encontrándose el menor incremento de peso de - 2,80 kg en el T0, con un error estándar de  $\pm 1,46$ kg entre las medias.

Mostrando que existe un decremento en los animales del tratamiento testigo, mientras que con el uso de diatomeas se incrementa la ganancia de peso,

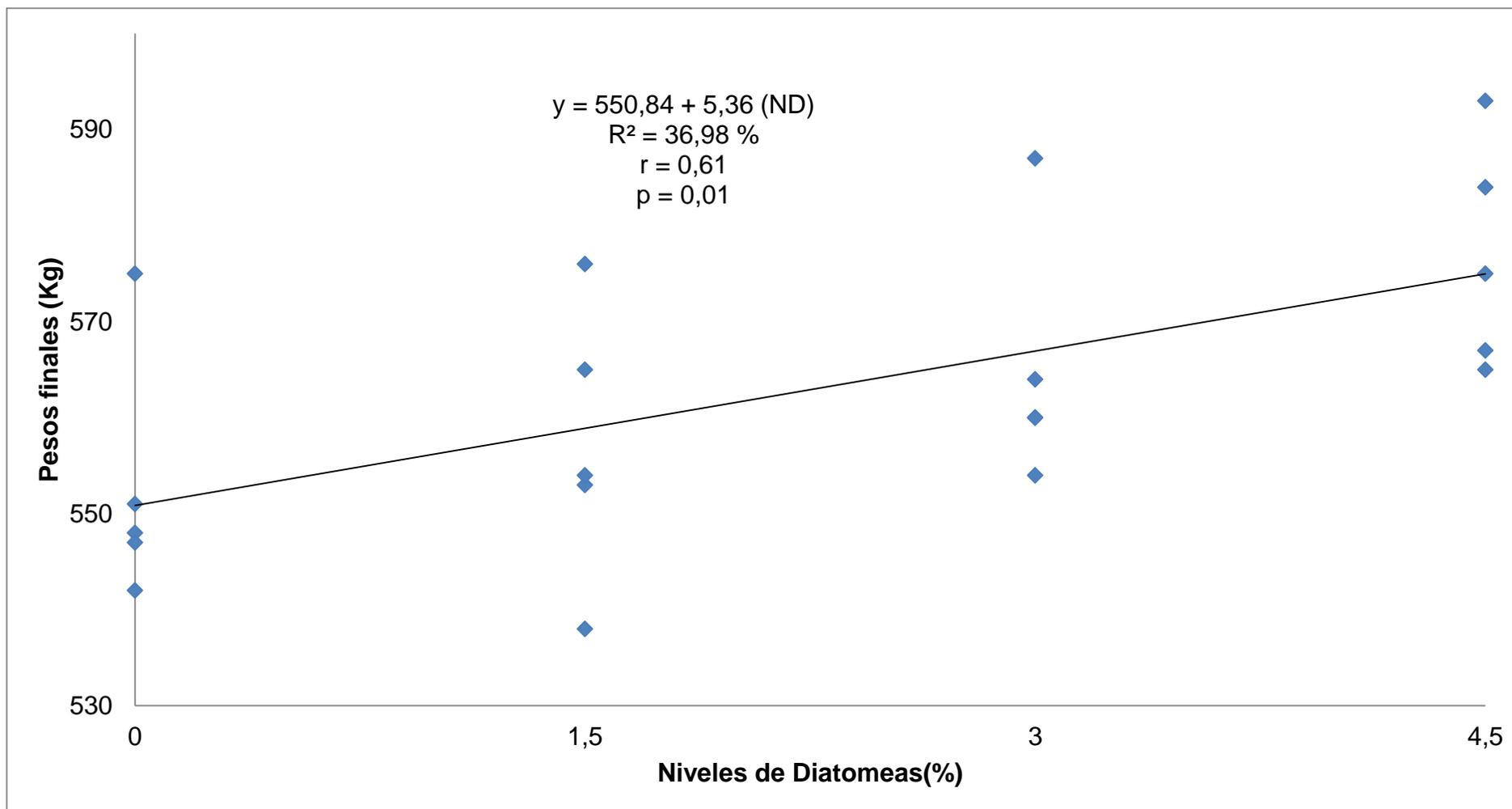


Gráfico 1. Tendencia de la regresión para el peso final, en vacas Holstein, frente a la utilización de diferentes niveles de diatomeas en la dieta.

posiblemente se dé a que las diatomeas actúan en los desbalances nutritivos de los animales, evitando enfermedades metabólicas que pueden expresarse en trastornos funcionales que afecten negativamente la salud y por ende la productividad de los animales, es decir que las tierras diatomeas por su contenido de oligoelementos o elementos traza mejoran la productividad de los hatos, (Ballet, J. 2011).

Datos que guardan relación con los obtenidos al alimentar a las vacas lecheras con diferentes niveles de Lasolasid, con el nivel de 400mg/ kg de alimento, reporto su mayor ganancia de peso de 5kg (Fabara, F. 2011); al alimentar a las vacas lecheras de la Estación Tunshi, alcanza su incremento de peso de 4,98kg con el uso del 12,50% de afrecho; Dávalos, J. (2015), el uso de diferentes niveles de orégano más cobalto, en vacas lecheras alcanza una ganancia de peso de 4,50Kg y con un promedio de 50 g/día, (Morocho, E. 2014), asumiendo esta similitud a lo mencionado que las tierras son de gran importancia ya que se considera como un insecticida de alta efectividad mejorando y aportado en el desempeño productivo y reproductivo de los animales (Moreno, R. 2009).

Mediante el análisis de regresión para la estimación del incremento de peso de las vacas Holstein mestizas, bajo la influencia del nivel de diatomeas en la dieta diaria, responde a un modelo de regresión lineal positiva ( $p < 0,01$ ), esto quiere decir que por cada incremento en el nivel de diatomeas se espera que aumente el peso en 1,72 kg. Estos hechos dependen del nivel de diatomeas en un 45,15%, como se puede observar en el gráfico 2, el coeficiente de correlación fue de  $r = 0,67$ .

Para lo cual se aplicó la siguiente ecuación con el siguiente modelo lineal:

Ganancia de peso (kg) =  $- 1,52 + 1,72$  (ND).

#### **4. Producción de leche total (L), inicial y final (L/vaca/día).**

Para la variable producción total de leche en vacas Holstein en la fase de lactancia, logran diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ),

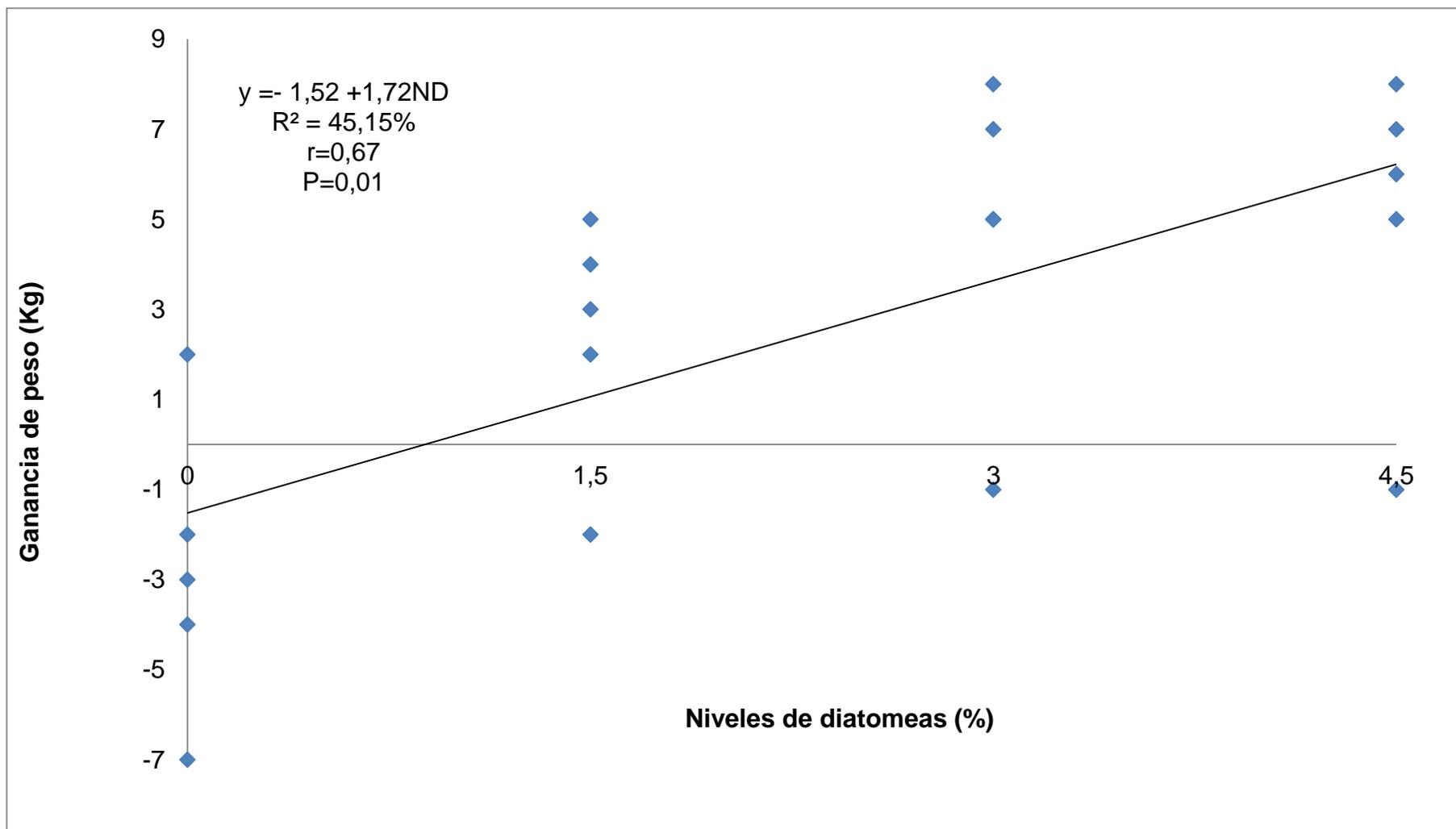


Gráfico 2. Análisis de regresión de la ganancia de peso, en vacas Holstein mestizas, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas.

destacándose el tratamiento T2 (3%diatomeas), con una producción promedio por lactancia de 927,00lts, seguido por los tratamientos T3 y T1 (4,5 y 1,5% de diatomeas), con una producción de 909,00 y 858,20lts/lactancia y finalmente encontrándose el T0 (tratamiento control), su producción que fue de 788,60lts/lactancia, con dispersión entre las medias de  $\pm 24,91$  L.

Ostentando así que la producción lechera se vea influenciado por los benéficos brindados por las diatomeas ya que mejora parámetros y eficiencias productivos; ya que el mismo mitiga la carga parasitaria, desórdenes alimenticios y coadyuvando con el aporte mineral, (Arthur, F. 2000).

El análisis de regresión para la producción total,(gráfico 3), fue una línea de tendencia cuadrática ( $p < 0,01$ ), partiendo de con un incremento de leche de 72,47lts, al incrementar los niveles de 0 a 3%, y empieza a decrecer su producción en 9,73lts, al incluir diferentes niveles superiores de diatomeas, con una dependencia a los niveles de diatomitas en un 52,02 %; mientras que el 47,98 % restante depende de otros factores no considerados en la investigación, el coeficiente de correlación  $r = 0,72$ ; lo que indica una asociación positiva alta, la ecuación de regresión fue:

$$\text{Producción de leche total (L)} = 784,30 + 72,47(\text{ND}) - 9,73(\text{ND})^2$$

La producción de leche inicial en la presente investigación, no presento diferencias estadísticas ( $p \geq 0,05$ ), siendo producciones estandarizadas para los ensayos con promedios de 14,57; 14,03; 13,80 y 13,49lts/día; en las aplicaciones con 3; 1,5; 4,5 y 0% de diatomeas en las dietas diarias (T2; T1; T3 y T0), en las cuales se observa un error estándar de  $\pm 0,51$ lts entre las medias.

En cuanto a la variable producción de leche al finalizar la investigación, en el análisis de varianza presentó diferencias estadísticas ( $p < 0,01$ ), por efecto de los niveles de diatomeas en la dieta diaria de la vacas Holstein mestizas por lo que la separación de medias según Duncan, identifica superioridad en las hembras del tratamiento T2 y T3 (3 y 4,5%), con medias de 14,71 y 14,43lts/día; y que desciende a 13,63lts/día en el tratamiento T1 (1,5% de diatomeas), en

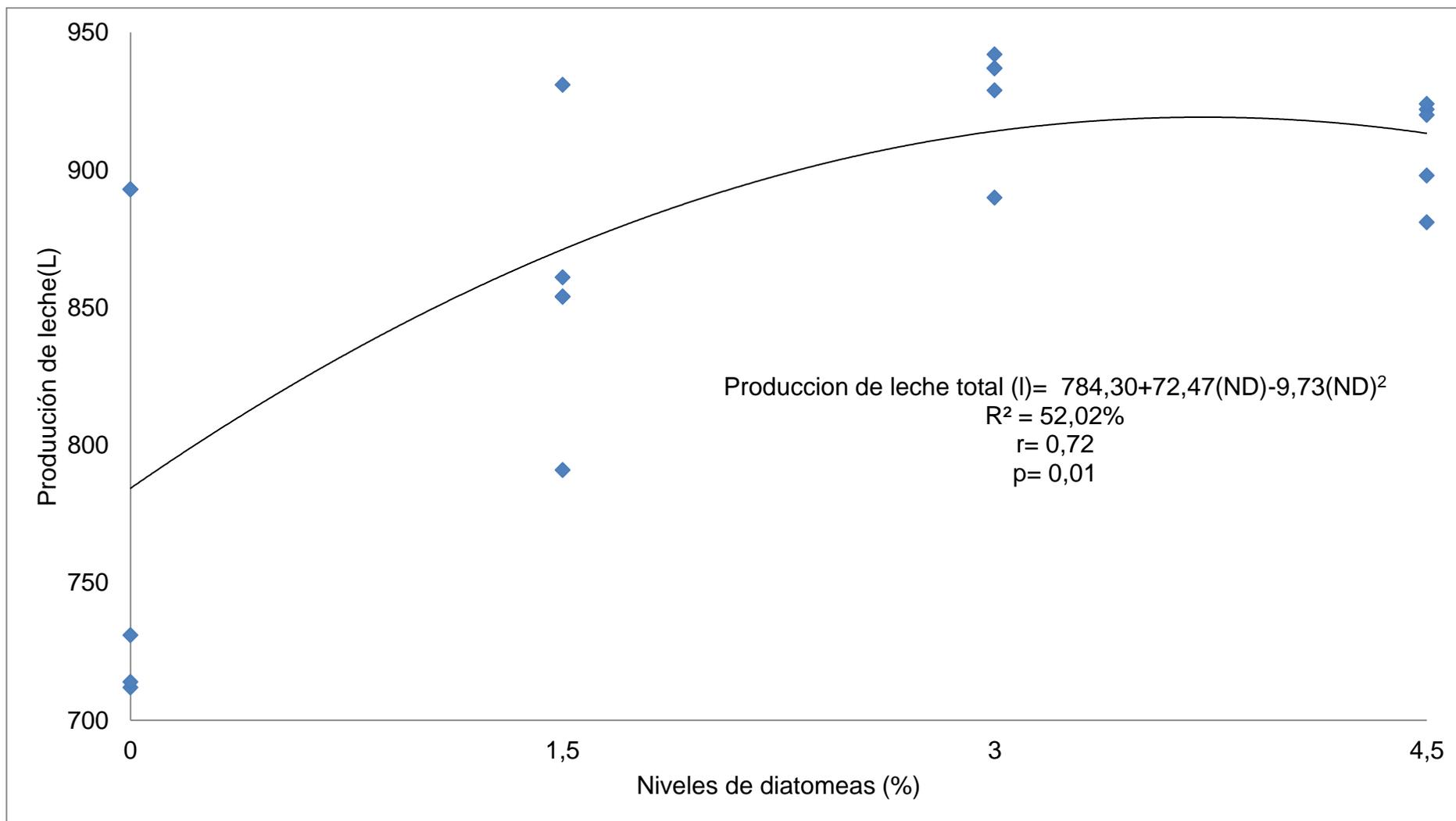


Gráfico 3. Análisis de regresión de la producción de leche total, en vacas Holstein mestizas, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas.

Comparación de las respuestas registradas en las vacas del tratamiento control con medias de 12,51lts/día, con un error estándar de  $\pm 0,40$  lts para las medias.

Con la utilización de bioensilaje agroindustriales en la alimentación de vacas lechera se obtiene una producción a los 90 días de 1620,13lts/ fase de lactancia mientras que al utilizar ensilaje de maíz disminuye su producción en 74,08%, esto quizás se deba a que un bioensilaje se encuentra enriquecido con suero de leche y estiércol mixto, (Salazar, L. 2007), ante esto señala que las vacas lecheras están confrontada al inicio de la lactancia a una exportación masiva de lípidos, proteínas y lactosa a la glándula mamaria, representando en términos de energía dos a tres veces sus requerimientos de mantenimiento para vacas con producciones de 20 a 25 lts/día. (Satter, L. 2000).

Tomando en consideración que en este estado fisiológico, el organismo entero se vuelve un apéndice de la glándula mamaria, orientando la actividad de otros tejidos y órganos para sostener la producción láctea, razón por la cual la utilización de los niveles de diatomeas no cubre las necesidades nutricionales para producción a las vacas Holstein, además considerando que las vacas Holestin muestran su mayor rendimiento productivo en las zonas interandinas y mas no en zonas húmedas.

Con el uso de aceites esenciales de orégano más cobalto, no encuentra diferencias entre los consumos, aun así diferenciándose numéricamente, superando el uso del nivel de 28g/kg de alimento con una producción de 12,47lts/vaca/día, siendo una producción inferior a la de la presente investigación, (Guilcamaigua, M. 2015), a lo que se menciona que la tierra de diatomeas es sumamente indicada para suplir la carencia nutricional de los animales, principalmente oligoelemento y elementos traza o microelementos que mejoran la producción y reproducción en vacas de alto temperamento lechero (Affan, A. 2011).

El análisis de regresión se determinó una tendencia cuadrática ( $P < 0,01$ ), para la variable producción de leche día, que infiere partiendo de un intercepto de 12,80lts/vaca/día y se incrementa en 1,15lts/vaca/día por cada unidad de cambio

de 0 a 3 %, para disminuir con niveles superiores en 0,15lts/vaca/día, con un coeficiente de correlación de 0,72, que determina una relación positiva y un coeficiente de determinación de  $R^2 = 52,13 \%$  y el porcentaje restante dependerá de factores externos a la investigación, como se ilustra en el (gráfico 4).

Producción diaria (l)=  $12,45+1,15(ND)-0,15(ND)^2$ .

## **5. Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia durante la etapa de lactancia en vacas Holstein mestizas, registró diferencias estadísticas significativas ( $p>0,01$ ), obteniendo una conversión alimenticia más eficiente en los animales a los cuales se suministró 3% de diatomeas, con 1,11 , seguido por los animales alimentados con la adición 4,5%, con 1,19 , posteriormente se reportó las vacas alimentadas con la adición del 1,5 y 0% de diatomeas que fueron conversiones de 1,36 colocándose como el tratamiento menos eficiente en conversión alimenticia.

La eficiencia lechera, en razas grandes, los valores menores de 1,3 son considerados pobres, de 1,30 a 1,50 son deseables y de más de 1,5 excelentes, para llegar a una eficiencia lechera de 1,50 de un hato debe tener un promedio de 34 kilogramos de leche corregida a 3,5% de grasa con un consumo de 23 kilogramos de materia seca, datos que son superiores a los determinados en la presente investigación. Por lo que indica que en climas calurosos y/o fríos las vacas caminando en pastoreo tendrán más baja porque se desvían más nutrientes para mantenimiento. (Hutjens,2003).

Al alimentar a las vacas lecheras en los hatos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, alcanzo su menor conversión alimenticia de 1,13 en las hembras alimentados con la adición 12,50 % de afrecho de maíz, datos inferiores a los reportados por Dávalos, J. (2015), así también se acota que la diatomea es un poderoso nutriente que aporta oligoelementos que mejoran la salud de quienes lo consumen, ayudando a la mayor absorción y asimilación de nutrientes. (Vargas, C. 2012).

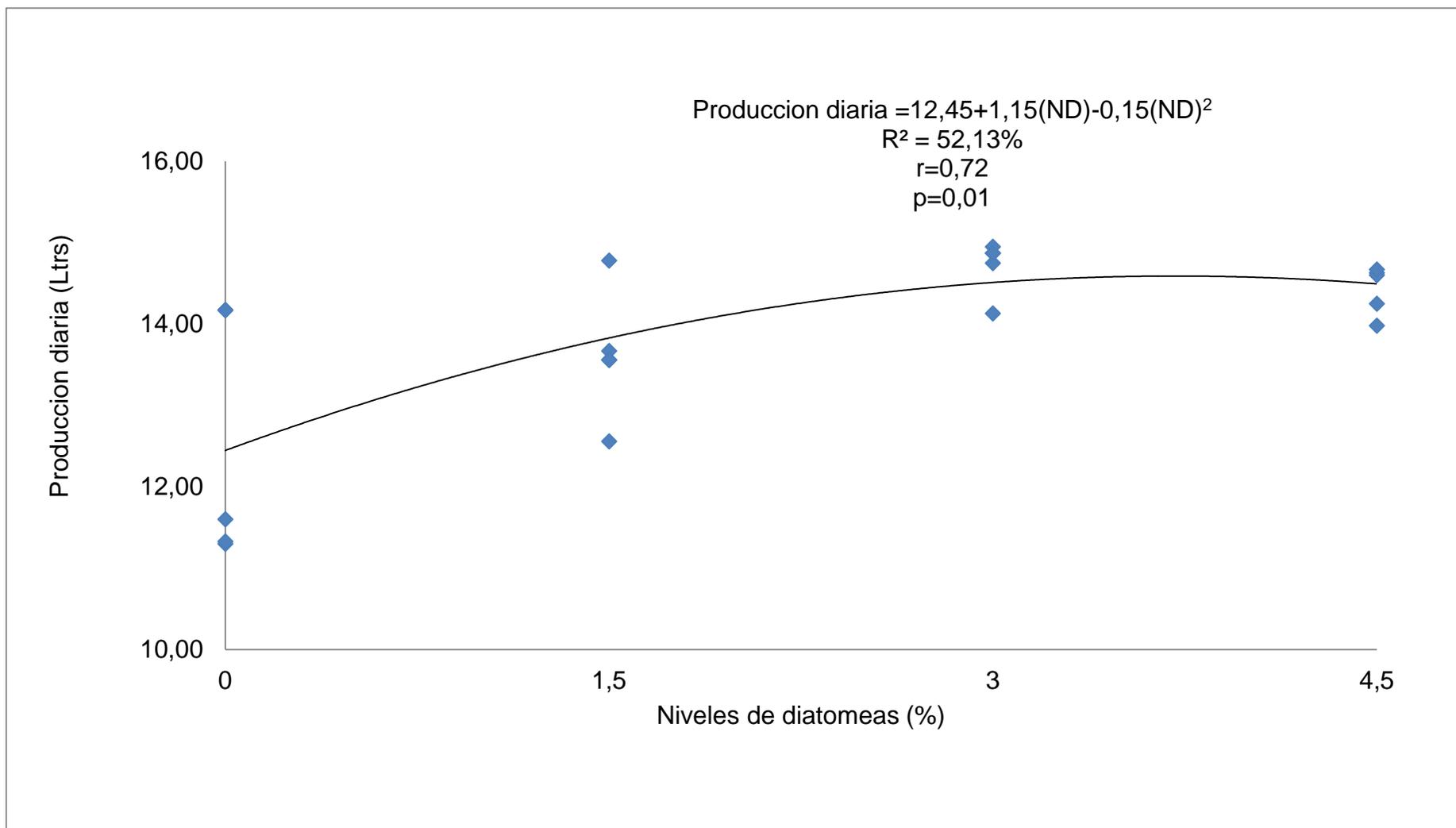


Gráfico 4. Análisis de regresión de la producción de leche diaria, en vacas Holstein mestizas, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas.

Con el uso de las esencias de orégano y cobalto en la alimentación de vacas Holstein mestizas, muestra su más eficiente conversión alimenticia de 1,06 con la adición de 38g/kg de alimento, superando de esta manera a los de la presente investigación, quizás esto se deba a que el extracto de orégano mejora la absorción y asimilación de las dietas ya que ayuda que las células epiteliales estén saludables y encajando perfectamente a la par sin dejar el ingreso de toxinas y patógenos al torrente sanguíneo, que puedan perjudicar al huésped. (Guilcamaigua, M. 2015).

Mediante el análisis de regresión para la conversión alimenticia como se ilustra en el gráfico 5, presento una línea de tendencia cuadrática altamente significativa ( $P < 0,01$ ), iniciando con un intercepto de 1,38, que a medida que se adicionan los niveles de 0 a 3 % de diatomeas decrecimiento la conversión en 0,12 puntos y al aplicar niveles superiores al 3 % incremento la conversión en 0,02 puntos; además el valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), que fue de 38,69 % y el coeficiente de correlación de 0,62. La ecuación de regresión aplicada fue la siguiente.

$$\text{Conversión alimenticia} = 1,38 - 0,12(\text{ND}) + 0,02(\text{ND})^2$$

## **6. Condición corporal inicial y final**

Para la valoración de la condición corporal inicial y final en las vacas productivas, alimentadas con diferentes niveles de diatomeas, no presento diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), ya que como se conoce son medidas tomadas de forma estimativa a la cual se determinó una condición corporal de 3 puntos inicial y final.

A lo que se ostenta que la estimación del estado corporal (EC), en vacas lecheras es un indicador de la cantidad de reservas energéticas almacenadas. Su evaluación periódica permite a los productores y asesores prever la producción de leche, y la eficiencia reproductiva, evaluar la formulación y asignación de alimentos y reducir la incidencia de enfermedades metabólicas en el inicio de lactancia, (Roche, J. et al. 2009).

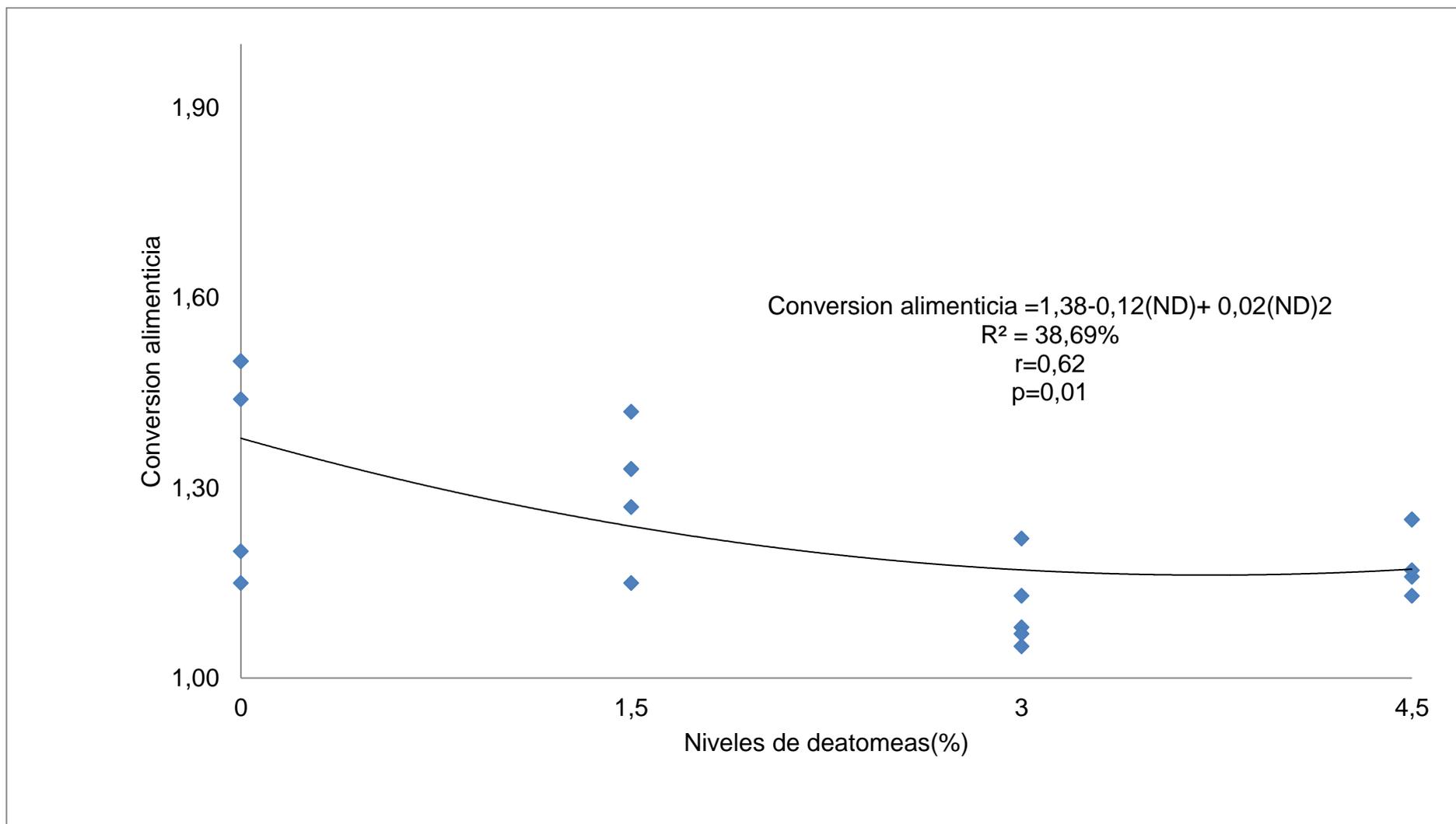


Gráfico 5. Análisis de regresión de la conversión alimenticia, en vacas Holstein mestizas, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas.

## **B. COMPORTAMIENTO APORTE NUTRICIONAL EN LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LAS DIETAS DIARIAS.**

### **1. Consumo de materia seca total, (kg)**

Para la variable consumo de concentrado más forraje verde, en la fase de lactancia, en vacas Holstein mestizas alimentadas con dietas de diferentes niveles de diatomeas, no presenta diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ), teniendo consumos que difieren numéricamente entre ellos, así el mayor consumo fue de 1113,22 y 1084,48kg ms, en la fase de lactancia, para los tratamientos con 1,5 y 4,5%, posteriormente los menores consumo total fue de 1057,71 y 1029,72 kg ms en los tratamientos con 3 y 0% de diatomeas, con un error estándar de  $\pm 27,16$  kg entre las medias, (cuadro 9).

Con la adición de diferentes niveles de afrecho de maíz alcanza un consumo de forraje verde en materia seca de 1045,67 kg, aduciendo que estos consumos se den ya que se administra una cantidad exacta diaria para mantenimiento de los semovientes en la etapa de lactancia. (Dávalos, J. 2015).

El consumo de alimento concentrado no puede sobrepasar del 60 y 70%, razón por la cual si la alimentación es mixta en vacas en lactancia se administra en una cantidad de 4 a 8 kg que servirá para el mantenimiento y producción de las vacas. (Wattiaux, M. y Howard, T. 2006).

### **2. Consumo de materia seca, Ms/kg/ día**

Al examinar la variable consumo de alimento total (concentrado + forraje), expresado en kg ms/día en vacas Holstein mestizas, no registraron diferencia estadísticas ( $p > 0,05$ ), teniendo consumos de 17,67; 17,22; 16,79 y 16,34kg ms/día, para los tratamientos T1; T3; T0 y T2, en su orden, con un error estándar de  $\pm 0,43$ kg para las medias.

Cuadro 9. APORTE NUTRICIONAL EN LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LA DIETA DIARIA.

Variables	Tratamientos				EE	PROB
	T0	T1	T2	T3		
Consumo total de Ms(Kg).	1057,71 a	1113,22 a	1029,72 a	1084,48 a	27,16	0,19
Consumo Ms (día).	16,79 a	17,67 a	16,34 a	17,22 a	0,43	0,19
Consumo de proteína (g/día).	2129,98 a	2240,31 a	2074,37 a	2183,19 a	53,98	0,19
Consumo de EM (Mcal/día).	48,34 a	49,41 a	47,80 a	48,86 a	0,52	0,19
Consumo de calcio (g/día).	50,55 a	52,57 a	49,52 a	51,52 a	0,99	0,20
Consumo de fosforo (g/día).	33,75 a	35,16 a	33,04 a	34,43 a	0,69	0,19

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

El consumo de materia seca se relaciona con la edad o número del parto comprobando un incremento en el consumo desde la primera a la segunda lactancia independientemente del tamaño del cuerpo y la producción de leche; lo atribuyeron a un aumento considerable de los requerimientos de la vaca y a la adopción progresiva del apetito a estos requerimientos en las lactancias sucesivas. (Broster, W. y Swan, H. 1983).

### **3. Consumo de proteína bruta, g/día**

El consumo de proteína bruta en g/día; ingerida en la dieta administrada a las hembras lactantes, no presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ), entre los niveles de diatomeas, asumiendo una diferencia numérica, logrando el mayor consumo de proteína en el tratamiento T1 con 2240,31g/día; seguido por los tratamientos con la inclusión del 0; 4,5 y 3% de diatomeas (T3; T0 y T2), con consumos de 2183,19; 2129,98 y 2074,37g/día, en su orden con un error estándar de  $\pm 53,98$ g entre las medias.

La proteína es particularmente vulnerable a la fermentación ruminal. Los microorganismos del rumen son capaces de sintetizar todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales para el hospedero. Por lo tanto, los rumiantes son casi totalmente independientes de la calidad de las proteínas ingeridas. Además, los microorganismos pueden utilizar fuentes de nitrógeno no proteico (NNP), como sustrato para la síntesis de aminoácidos, (INIAP. 2014).

### **4. Consumo de energía metabolizable, Kcal/día.**

La variable consumo de energía total, Mcal/día, en la alimentación diaria de las vacas Holstein mestizas, no infieren estadísticamente ( $p > 0,05$ ), reportando el mayor consumo energético en el tratamiento del 1,5% con una media de 49,41 Kcal/día; seguido por los tratamientos con la aplicación de 4,5 y 0% de diatomeas, con 48,86 y 48,34 Mcal/día y finalmente se registra el menor consumo de energía total al incluir en las dietas el 3% de diatomeas, que fue de 47,8%, con un error estándar de  $\pm 0,52$  entre las medias.

La energía es el nutriente más limitante al comienzo de la lactación. La ingestión de energía no compensa las necesidades de mantenimiento y de producción durante las primeras semanas de lactación debido a la alta demanda energética para producción de leche y a la limitada capacidad de consumo de alimentos. En consecuencia, las vacas movilizan sus reservas corporales de energía (grasa y proteína en menor medida), para minimizar el déficit.

En estas circunstancias se dice que las vacas se hallan en balance energético negativo y la principal señal del mismo es la pérdida de condición corporal. El tiempo que los animales pasan en balance energético negativo variará en función de la velocidad con que se incremente el consumo de alimentos en las semanas posteriores al parto. Dicho incremento depende de factores tales como: alimentación recibida durante el período de secado, patologías sufridas en el preparto, calidad de la ración, etc. (Sairanen, A. 2005).

##### **5. Consumo de calcio, g/día.**

En la determinación de la variable consumo de calcio diario, no presentan diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ), por efecto de los niveles de diatomeas en las vacas en producción, mostrando inferencias numéricas con el menor consumo el T1 y T0 que fue de 49,52 y 50,55g/día, seguido por el uso del T3 con un consumo diario de calcio de 51,52 y el mayor consumo fue 52,57g/día, en T2, con un error estándar de  $\pm 0,99$  para las respectivas medias.

El calcio interviene en numerosos procesos fisiológicos en el organismo, particularmente en la generación de los impulsos nerviosos y en la contracción muscular; es un componente fundamental en la formación y desarrollo óseo y el principal componente de la leche, (Castells, M. 2013).

Cuando hay una brusca disminución del calcio sanguíneo, en vacas lecheras al inicio de la lactancia o en el preparto forma parte de un trastorno metabólico agudo. El mismo se presenta con mayor frecuencia en vacas de más de 3 partos, y sobre todo en aquellas de alta producción, (Castells, M. 2013).

## **6. Consumo de fosforo, g/día.**

En la separación de media por Duncan, en la variable consumo de fosforo en las vacas lecheras, no registraron diferencias estadísticas ( $p>0,05$ ), por efecto de los niveles de diatomeas utilizadas en las dietas diarias, teniendo consumos en orden descendente de 35,16; 34,43; 33,75 y 33,04g/día para los tratamientos T1, T3; T0 y T2, con un error estándar de  $\pm 0,69$  entre las medias.

En los animales, aproximadamente el 80% del fósforo presente en el organismo forma parte de los huesos y de los dientes que, a su vez, ejercen la función de reservorio de este mineral. El 20% restante se encuentra en otros componentes (tejidos blandos, sangre, etc.), donde participa en diversas funciones biológicas como la transferencia de energía, el transporte y metabolismo de los ácidos grasos, la formación de proteínas, etc. (Gómez, C. 2015).

En el caso de los rumiantes, el fósforo es, además, necesario para el funcionamiento de la microbiota del rumen, donde la importancia de este elemento es doble. Por una parte, la actividad de esta población microbiana es imprescindible para que los rumiantes puedan utilizar de forma eficiente los forrajes. Por otra parte, un correcto funcionamiento asegurará un mejor aprovechamiento del fósforo fítico presente en la ración, gracias a la actividad fitasa de los microorganismos, (Gómez, C. 2015).

### **C. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LAS DIETAS DIARIAS**

Al evaluar la calidad de la de leche de las vacas Holstein mestizas, por efecto de las dietas con la inclusión de diferentes niveles de diatomeas, se establecieron los dos aspectos:

#### **1. Aspecto nutricional de la leche**

Este aspecto se detalla en el cuadro 10, con los siguientes elementos:

Cuadro 10. APOORTE NUTRICIONAL DE LA LECHE.

Elementos		ANÁLISIS DE LA LECHE	
		Inicial	Final
Proteína	%	4,3	2,9
Grasa	%	3,17	3,24
Solidos totales	%	12,71	11,64
pH	unidad	6,6	6,7
Acidez de la leche	°Dornic	0,14	0,15

Fuente: Agrocalidad, Laboratorio de control de calidad. (2015).

#### a. Proteína de la leche, g

En la evaluación del contenido de proteína, se puede observar que en el análisis fisicoquímico se puede observar que inicia con un porcentaje de 4,3%, es decir de una buena calidad con referencia a la respuesta obtenido un valor de 2,9%, por lo que esto quizás se vea influenciado por la variación en cambios de disponibilidad y calidad de los alimentos y las condiciones climáticas. Durante el verano los pastos son bajos en fibra y se deprimen los niveles de grasa en la leche. (Hurley, W. 2005).

Entre el 3,00 y el 3,50% de la leche de vaca, está formado por proteínas. Estas proteínas se distribuyen en seroproteínas o proteínas solubles, caseínas y otras sustancias nitrogenadas de naturaleza no protéica, (Román, S. 2003).

La leche de vaca es un alimento animal rico en proteínas completas, lo que significa que puede cubrir las necesidades de aminoácidos de nuestro organismo. Además de su alta cantidad de proteínas de calidad, la leche de vaca destaca por su valor biológico y nutricional y tiene un gran potencial como regulador y potenciador del crecimiento, (Román, S. 2003).

#### b. Grasa de la leche, g

Para el contenido de grasa en la leche de las vacas Holstein mestizas, por efecto

del uso de diferentes niveles de diatomeas, presentaron valores de 3,17 y 3,24% de grasa para el análisis inicial y final de la leche teniendo un incremento de su contenido de 0,07%, lo mismo que se pudo haber influido por el contenido de grasa en la leche permanece relativamente constante, el contenido de la proteína en leche gradualmente disminuye con avance de la edad. (Hurley, W. 2005).

La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua, cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos. (Schmidt, G. 2005).

#### **c. Sólidos totales de la leche, g**

Determinando el comportamiento de los sólidos totales existentes en las muestras de leche bovina evaluadas en la etapa inicial y final del ensayo, se alcanzan contenidos de 12,71 y 11,64% respectivamente, que los sólidos totales comprende todos los constituyentes a excepción del agua, entre estos están la materia grasa, proteínas, minerales, enzimas. (FAO. 2001),

La leche está constituida en un 85-90% de agua, el 10-15% restante es lo que se conoce como sólidos totales ellos están conformado principalmente por lactosa. Grasa, proteína y minerales. Cada uno de estos componentes se produce en mayor o menor proporción según una serie de variables. (Ciro, A. 2003).

#### **d. pH de la leche.**

En cuanto a la evaluación de la variable de pH, se pudo distinguir que entre las muestras iniciales y finales de leche de la vacas holstein mestizas alimentadas con dietas adicionadas niveles de 0, 1,5, 3 y 4,5 % de diatomeas; lograron inicialmente un pH de 6,61 guardando relación con los datos de las muestras finales con un pH de 6,63.

Las características de la leche es acercarse a un pH neutro. Su pH puede variar entre 6,50 y 6,65; podemos acotar que los distintos valores de pH se producen por deficiente estado sanitario de la glándula mamaria, por la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto; por el desarrollo de microorganismos, que desdoblan o convierten la lactosa en ácido láctico; o por la acción de microorganismos alcalinizantes (Celis, M. 2013).

#### **e. Acidez de la leche.**

La acidez de la leche de las vacas Holstein mestizas sometidas a diferentes niveles de diatomeas en las dietas diarias, se determinó que no tuvo un efecto negativo obteniendo valores de 14 al 15 °Dornic, además de que con esta categorización se puede determinar que es una leche de buena calidad.

Por lo mencionado en las respuestas de la variable acidez, reafirma las normas INEN. (2012), que la acidez normal de la leche bovina va en un rango de 13 °Dornic como mínimo y máximo 17 °Dornic.

Lo que habitualmente se entiende por “acidez de la leche”, es simplemente el resultado de una valoración química. La acidez de valoración es la suma de cuatro reacciones; las tres primeras representan la acidez “natural” de la leche, que equivalen como término medio a 18 cm<sup>3</sup> de solución normal (N/1), por litro de leche.

- Acidez debida a la caseína, alrededor de 2/5 de la acidez natural.
- Acidez debida a sustancias minerales y a los indicios de ácidos orgánico; igualmente unos 2/5 de la acidez natural.
- Reacciones secundarias debidas a los fosfatos; sobre 1/5 de la acidez normal.
- Acidez “desarrollada”, debida al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en vías de alteración.

La valoración acidimétrica de la leche fresca es una medida indirecta de su

riqueza en caseína y fosfatos. La acidez desarrollada por la fermentación láctica hace bajar el pH, entre 4 y 5. A este nivel todos los ácidos orgánicos intervienen en la valoración, y sobre todo el ácido cítrico, (Bonilla, J. 2004).

## 2. Aspecto bacteriológico

Este aspecto se detalla en el (cuadro 11), con las siguientes variables:

Cuadro 11. CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA LECHE.

Tratamientos	Inicial		Final	
	Conteo de células somáticas	Conteo total de bacterias	Conteo de células somáticas	Conteo total de bacterias
T0 (0 %)	2366	269	81	54
T1 (1,5 %)	470	210	59	46
T2 (3,0 %)	698	229	27	58
T3 (4,5 %)	662	275	41	23

Fuente: Agrocalidad, Laboratorio de control de calidad. (2015).

### a. **Conteo de células somáticas inicial y final**

Al realizar el análisis de contenido de células somáticas se puede observar que en el análisis inicial muestran valores de 2366; 698; 662 y 470 x 10<sup>3</sup> ccs/ ml, teniendo un descenso en el conteo al finalizar el trabajo de investigación principalmente en el tratamiento testigo, con la aplicación del 3 y 4,5 % y de diatomeas a 18, 27 y 41 x 10<sup>3</sup> ccs/ml, y teniendo un efecto contrario con el uso del 1,5 % elevándose su contenido a 599 x 10<sup>3</sup> ccs/ml.

INEN. (2012). La cantidad óptima para el conteo de células somáticas en la leche es considerada como máximo 700000 ccs/ml, siendo nuestros contenidos como aceptables en la producción lechera, por lo que se puede indicar que el uso de las diatomeas mejoran la calidad de la leche disminuyendo presencia de células somáticas, quizás esto se deba a que las diatomeas mejoran la salud del animal.

Se puede indicar que las células somáticas están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales. Los leucocitos se introducen en la leche en respuesta a la inflamación que puede aparecer debido a una enfermedad o, a veces, a una lesión. Las células epiteliales se desprenden del revestimiento del tejido de la ubre. (Brown, R. 2004).

#### **b. Conteo de bacterias totales inicial y final**

Considerando que la leche al tener un alto contenido de agua se la considera como un cultivo bacteriano, es así que la presente investigación se puede observar que con el mayor contenido de diatomeas se bajan los niveles de bacterias siendo con el uso del 4,5% de diatomeas de 275 a 23 Ufc/ml, considerando en este recuento de bacterias a las benéficas y dañinas, que pueden causar la acidez de la leche.

La calidad bacteriológica de acuerdo al INEN. (2012), que establece que el contenido máximo será de 100000 Ufc/ml.

Los componentes bioquímicos, la calidad de la leche depende de sus características microbiológicas, que influyen principalmente en la inocuidad de los productos destinados al consumo. El contenido microbiológico de la leche cruda se encuentra afectado, fundamentalmente, por las condiciones sanitarias del tanque y del ordeño. En los tanques se utiliza el almacenamiento de la leche a bajas temperaturas (8° C o inferior), para limitar el crecimiento microbiano. Esto es importante ya que permite la conservación de leche, pero debe ser monitoreado porque estas condiciones de almacenamiento pueden también favorecer el desarrollo de microorganismos psicrótrofos. Cuando el recuento de estas bacterias en la leche cruda es elevado, una parte de éstos pueden sobrevivir a los tratamientos térmicos y causar un pronunciado deterioro de la leche y sus productos, por su significativa producción de lipasas y proteasas. (Farías, J. 2009).

La conservación de la leche recién ordeñada a 4 °C permite mantener estable la carga bacteriana. Sin embargo, a bajas temperaturas por largos períodos de

tiempo se selecciona el desarrollo de la flora psicrotrofa, lo cual origina serios problemas en la industria láctea, siendo importante por lo tanto no solo conocer la cantidad de bacterias presentes sino también su tipo, ya que ciertos grupos (*Pseudomonas spp*, *Bacillus spp.*, etc.), son productores de enzimas proteolíticas y lipolíticas, las cuales ocasionan reducción en los rendimientos queseros, rancidez, gelificación de la leche UHT, etc. (Rodríguez, C. 2001).

#### **D. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE SALUD DE LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LAS DIETAS DIARIAS.**

Para la evaluación del estado de salud de las vacas Holstein, por efecto del uso de diatomeas en la dieta se lo realizo por dos aspectos que se detalla a continuación:

##### **1. Análisis coproparasitario**

Como se detalla en el cuadro 12, se puede observar que el análisis inicial de parásitos gastrointestinales existe una incidencia de Hpg/Opg de 50 para todos los tratamientos, existiendo un decremento de esta infestación por el uso de diatomeas ya que en estos tratamientos se elimina al 100% de parásitos y persistiendo solo en el testigo con una carga de 150/600 Hpg/Opg, en su orden.

Cuadro 12. CONTENIDO DE PARÁSITOS INICIAL Y FINAL, HPG/OPG, EN LAS VACAS DE PRODUCCION.

Tratamientos	Inicial		Final	
	Hpg	Opg	Hpg	Opg
T0	50	50	150	600
T1	50	50	0	0
T2	50	50	0	0
T3	50	50	0	0

Fuente: LABIMA. (Laboratorio de biotecnología y microbiología animal). (2015).

A lo que se puede acotar que las tierras diatomeas por su aporte mineral hace una noble contribución para el bienestar de salud en los animales, ya que se

considera como el más eficaz e inocuo insecticida, desparasitante externo e interno natural sinergizado hábilmente como elemento no tóxico para el control parasitario (Ballet, J. 2011), en el mismo sentido es afirmado por Lartigue, E. (2011), que las diatomeas es un producto natural que no implica riesgo para personas y animales que estén en contacto con el producto, siendo el único insecticida apto para la producción orgánica.

## 2. Análisis bacteriológico

En el análisis de presencia de bacterias gran negativas (*Escherichia coli.*), en las vacas Holstein mestizas alimentadas con diferentes niveles de diatomeas en la alimentación diarias (cuadro 13), reporta al inicio de la investigación una prevalencia de *Escherichia coli* de 180000; 320000; 46000 y 140000 para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, pero viéndose influenciado por los niveles de diatomeas utilizados teniendo una mitigación considerable al utilizar el 3 % de diatomeas (T2), da una presencia de 46000 a 19000 UFC/g, mientras que en el resto de tratamientos no existe respuestas positivas con el uso de las diatomeas.

Cuadro 13. CONTENIDO DE *Escherichia coli* (UFC/g), EN LAS VACAS DE PRODUCCION.

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE E. COLI UFC/G		
Tratamientos	Inicial	Final
T0	180000	MNPC
T1	320000	MNPC
T2	46000	19000
T3	140000	140000

Fuente: LABIMA. (Laboratorio de biotecnología y microbiología animal). (2015).

Vale recordar que la tierra de diatomeas es en sí misma un insecticida natural. Estas minúsculas partículas -huecas y con carga eléctrica negativa- perforan los cuerpos queratinizados de los insectos de sangre fría, los cuales mueren por deshidratación. La acción de las diatomeas es física-mecánica y no por contacto o

ingestión, que es cómo actúan los insecticidas químicos que contaminan el suelo, las plantas, los animales y los seres humanos. Además estos químicos alteran el metabolismo de insectos y bacterias, produciendo intoxicación y luego reacción de inmunidad, lo que explica la generación de resistencia a los insecticidas sintéticos. (PRAMA. 2014).

#### **E. ANALISIS ECONÓMICO EN LAS VACAS HOLSTEIN MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LAS DIETAS DIARIAS.**

Dentro del estudio económico de la producción vacas lecheras Holstein mestizas, alimentadas con pastoreo y concentrado con la adición de diferentes niveles de diatomeas, se determinaron los costos incurridos en cada uno de los tratamientos y durante el proceso productivo de vacas lecheras en la fase de lactancia, representados por los rubros consumo de forraje, consumo de concentrado, sanidad, servicios básicos, depreciación de instalaciones y equipos , finalmente mano de obra, en tanto que los ingresos estuvieron representados por, cotización de leche. Es así que la mayor rentabilidad para la producción de leche se determinó mediante la suplementación alimenticia de vacas lecheras con el 3 % de diatomeas, con un indicador de beneficio/costo de 1,35 USD, lo que se traduce en una rentabilidad de 0,35 USD, por cada dólar invertido en el proceso de producción, (cuadro 14).

Cuadro 14. ANÁLISIS ECONÓMICO.

Rubro	unidad	Niveles de diatomeas, %			
		0	1,5	3	4,5
<b>ALIMENTACIÓN</b>					
Consumo de forraje	1 kg ms	1491,14	1628,91	1491,14	1581,49
Concentrado	2 kg ms	173,25	189,00	204,75	220,50
<b>MANEJO</b>					
Sanidad	3 unidad	10,00	10,00	10,00	10,00
Servicios Básicos	4 unidad	5,00	5,00	5,00	5,00
Depreciación de las instalaciones	unidad	5,00	5,00	5,00	5,00
Mano de Obra	5 jornal	340,00	340,00	340,00	340,00
<b>Egresos</b>		<b>2024,39</b>	<b>2177,91</b>	<b>2055,89</b>	<b>2161,99</b>
Producción de leche	lts/fase lact	788,6	788,6	927	909
Precio	6 Lt	0,60	0,60	0,60	0,60
<b>Ingresos</b>		<b>2365,80</b>	<b>2365,80</b>	<b>2781,00</b>	<b>2727,00</b>
<b>B/C</b>		<b>1,17</b>	<b>1,09</b>	<b>1,35</b>	<b>1,26</b>
1: \$0,30 cada kg de forraje en m.s. (\$0,065/kg FV).		2: Costo balanceado según nivel de diatomeas:			
3: \$ 2,00 por animal.		0 %: \$0,55 cada kg de ms.			
4: \$1,00 por animal.		1,5 %: \$0,60 cada kg de ms.			
5: \$170 jornal (2 meses).		3 %: \$0,65 cada kg de ms.			
6: \$ 0,60 /lt de leche		4,5%: \$0,70 cada kg de ms.			

## V. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos en las vacas Holstein en producción, con diferentes niveles de diatomeas se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La utilización de 3% de diatomeas (T2), en la etapa de producción de las hembras Holstein; alcanzó una producción total de 927 lt/etapa de evaluación; una producción final de 14,71 lts/vaca/día; la más eficiente conversión alimenticia de 1,11, llegando a superar al resto de tratamientos evaluados.
2. En la valorización de la calidad de la leche por el aporte nutricional permitió obtener medias de 3,24 % (grasa), pH de 6,63, en la valoración bacteriológica determina que las diatomeas bajaron el contenido de células somáticas de 698 a 27 ccs x 10<sup>3</sup>/ml, con el nivel del 3%, así también el recuento de bacterias totales de 275 a 23 Ufc/ml, al manejar el nivel del 4,5% de diatomeas, encontrándose en los rangos establecidos por las normas INEN.
3. Al evaluar la cuantificación parasitaria y bacteriana en las vacas Holstein mestizas con dietas con inclusión de diatomeas, se ve reducido sus contenidos *Escherichia coli* de 46000 a 19000 UFC/g y presencia al aplicar el 3% de diatomeas, y mitigando por completo la presencia de parásitos gastrointestinales con el uso de los diferentes niveles de diatomeas.
4. La mayor rentabilidad en lactancia de las vacas Holstein mestizas, se consiguió con el empleo de 3 y 4,5 % de diatomeas/kg de alimento, alcanzando un beneficio/costo de 1,35 y 1,26; con una rentabilidad neta del 35 y 26 %.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Luego de analizar las diferentes variables productivas y sanitarias en las vacas en producción, con la utilización de diferentes niveles de diatomeas en las dietas, se recomienda lo siguiente:

- Aplicar en la alimentación de vacas lecheras Holstein mestizas el 3% de diatomeas/kg en la formula, consiguiendo de esta manera incrementos en los parámetros productivos y por ende la rentabilidad para ganadero.
- Continuar con el estudio de la adición de las diatomeas en el alimento de las vacas Holstein mestizas, en las diferentes fases de lactancia, a más de evaluar la eficiencia de las diatomeas como desparasitante externo.
- Difundir los resultados obtenidos en la presente investigación, a nivel de grandes, medianos y pequeños ganaderos, para que se aprovechen la utilización de las diatomeas en la dieta, las mismas que regularan la calidad sanitaria y nutricional de la leche.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ASOCIACIÓN HOLSTEIN, F. 2008. Sistema del control lechero, situación comparativa del hato, Ciclo de lactancia. Sistema del control lechero.
2. ARANGUREN, M. 2006. Componentes de covarianza y parámetros genéticos para características de crecimiento en animales mestizos de doble propósito. vol.16, no 1, pp.55-61.
3. AFFAN, A. 2011. Growth characteristics and antioxidant properties of the benthic diatom *Navicula incerta* (Bacillariophyceae), from Jeju island, Korea. *J. Phycol.* 43: pp. 823-832.
4. AFÁN, B. 2012. "Determinación de la acidez en leche. Disponible en <http://es.slideshare.net/jotacealejo/determinacin-de-la-acidez-enlecha-beatriz-afn-de-rivera>. Consultado 13 de agosto 2015.
5. ARTHUR, F. 2000. Toxicity of diatomaceous earth to red flour and confused flour beetles (coleopteran: tenebrionidae): effects of temperature and relative humidity, *J. Econ. Entomol.*, 93 (2): pp. 526-532.
6. ALMAGUER, Y. 2011. Aislamiento y cultivo de dos especies de diatomeas bentónicas. *Rev. Invest. Mar.* 25(1): 57-64.
7. AVILA, S. Y GUTIERREZ, A. 2010. Producción de leche con ganado bovino (Segunda ed.). Mexico: El Manual Moderno S.A de C.V.
8. BALLEST, J. 2011. Tierras de diatomeas, curiosidad natural al servicio de la industria. Disponible en <http://www.creces.cl/new/index.asp?imat=%20%20%3E%20%203&tc=3&nc=5&art=348>. Consultado el 17 de julio del 2015.
9. BERTOLOTTO, C. 2004. Uso de desechos de tierras filtrantes (diatomita +perlita) como insumo para dieta de novillo de engorda. Tesis de Grado. Facultad de Acuicultura y Ciencias Veterinarias, Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. pp 30-45.

10. BONILLA, J. 2004. "Manual Didáctico sobre métodos analíticos para el Control de Calidad en la Leche y sus Productos". Universidad Técnica Particular de Loja. Loja- Ecuador.
11. CASTRO A. 2002. Producción bovina (Primera ed.). Universidad a distancia San José, Costa Rica.
12. CASTELLS, M. 2013. Metabolismo del calcio en vacas en el postparto. Disponible <http://www.polidist.com/web/index.php/component/docman>.
13. CARDEÑA, R. 2006. Área de Zootecnia y Producción Animal. INEA. [http://www.inea.uva.es/web/zootecnia/Instalaciones/Visitas\\_virtuales/mmq\\_orde%C3%B1o.htm](http://www.inea.uva.es/web/zootecnia/Instalaciones/Visitas_virtuales/mmq_orde%C3%B1o.htm). consultado el 18 de julio del 2015.
14. ECURED. 2014. <http://www.ecured.cu/index.php/Holstein>. Recuperado el 9 de Enero de 2015, de <http://www.ecured.cu/index.php/Holstein>. Consultado 17 de julio del 2015.
15. ESPAC. 2009. Encuesta de superficie y producción agropecuaria. Recuperado el 9 de Enero de 2015, de [http://www.ecuadorencifras.com/lcds-samples/testdrive\\_remoteobject/main.htm](http://www.ecuadorencifras.com/lcds-samples/testdrive_remoteobject/main.htm). Consultado el 18 de julio del 2015.
16. FAO. 2013. Calidad y evaluación de la leche. Disponible en [http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/calidad-y-evaluacion/es/#.Vc4PhxR\\_Oko](http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/calidad-y-evaluacion/es/#.Vc4PhxR_Oko). Consultado el 15 de julio del 2015.
17. FABARA, F. 2011. Estudio de diferentes niveles de lasolacid en la alimentación de vacas holstein mestizas en la hacienda Pucate, barío Julquis, cantón Chambo, provincia de Chimborazo. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. ESPOCH. pp; 39-50.
18. GARCÍA, L. 2001. Macroscopic and microscopic examination of fecal specimens. In Diagnostic medical parasitology. ASM Press, Washington D.C.

19. GRUPO SOL. 2014. Control de lechero en la Argentina. Disponible en <http://www.infotambo.com.ar/pantalla.htm>. Consultado el 19 de julio del 2015.
20. GÓMEZ, C. 2015. Minerales para mejorar producción de leche y fertilidad en vacas lecheras. Departamento de Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina. pp: 7-9.
21. HERNÁNDEZ, R. 2003. Factors affecting the composition of milk from dairy cows. In: Designing foods. Ed: National Academic Press, Washington DC. pag: 224-241.
22. HUTJENS, M. 2003. Guía de Alimentación (Segunda ed.).
23. HURLEY, W. 2005. Lactation biology. University Press, University of Illinois. Urbana - Champaign. <http://www.monografias.com>. 2005. (2015-07-18).
24. IMAGAWA, W. YANG, J. GUZMAN, R. y NANDI, S. 2005. Control of mammary gland development. Ch. 56 in The Physiology of Lactation, 2nd edition, Eds. Knobil, K, Neill, J., et al., Raven Press, NY, p. 1033. <http://www.monografias.com>. 2005. (2015-07-14).
25. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. INIA. 2014. – Centro Regional de Investigación Remehue Boletín Inia N°148. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33837.pdf>.
26. LALAMA, V. 2007. Identificación de Elementos Estratégicos por Cadena Productiva para la Negociación CAN – UE: Ganadería de Leche y Carne. II Foro Internacional sobre Perspectivas de las Negociaciones Comerciales Agropecuarias de Ecuador en el Marco CAN-UE. Quito-Ecuador. 1 disco compacto, 8 mm.
27. LARTIGUE, E. 2011 La tierra de diatomea como insecticida y antiparasitario natural en bovinos, disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>. Consultado el 2015-07-14
28. LOZADA, H. 2011. Efecto de la “Tierra de diatomeas”, como antiparasitario en

una ganadería lechera en el Piedemonte Llanero. Licenciadas en Producción Agropecuaria. UNILLANOS. pp: 11-19.

29. NOVOA, A. 1983. Aspectos nutricionales en la producción de leche (Vol. I). Turrialba-Costa Rica.
30. MANUAL AGROPECUARIO. 2002. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Colombia: Quebecor World Bogota S.A.
31. MAO, I. BUTTAZZONI, L. y ALEANDRI, R. 2006. Effects of polymorphic milk protein genes on milk yield and composition traits in Holstein cattle. *Acta Agri c.Scand., Sect. A, Animal Sci.* 42:1-7. <http://www.monografias.com>. 2005. (2015-07-15).
32. MELLADO, M. 2010. Producción de leche en zonas templadas y tropicales. (primera ed., Vol. I). Mexico, Mexico: Trillas.
33. MELLA, C. 2007. Suplementación de vacas de alta producción en <http://www.suplementaciondevacaslecherasaltaproduccion/apastore.pdf>. Consultado el 2015-07-18.
34. MERCIER, J. y VILOTTE, J. 1993. Structure and function of milk proteingenes. *J. Dairy Sci.* 76:3079-3098.
35. MÉXICO GANADERO. 2014. Bovinos Holstein. Recuperado el 9 de Enero de 2015, de <http://www.mexicoganadero.com/razas/?sitio=bovinosHolstein>. Consultado el 2015-07-19.
36. MIRALLES; S. 2005. Structure and function of milk proteingenes. *J. Dairy Sci.* 76:3079-3098. <http://www.monografias.com>. 2005.(2015-07-15).
37. MORALES, G. 1992. Fundamentos de la alimentación, manejo y sanidad bovina (Vol. 3). Turrialba-Costa Rica.
38. MORA, I. 2012. Nutrición animal. se. Edit. EUNED. Zaragoza, España. Pp 13 – 29.
39. MORENO, R. 2009. Tierra de diatomeas, para que sirve y como funciona.

Disponible en <http://www.pregonagropecuario.com>.

40. PEÑA, F. 2005. REVISION BIBLIOGRÁFICA SOBRE PRODUCCION DE LECHE, CONTROL LECHERO Y CURVAS DE LACTACIÓN. Investigador del Instituto Dominicano de Investigaciones Agrarias y Forestales (IDIAF). República Dominicana.
41. PEREZ, J. 2005. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
42. PÉROCHON, L. 2000. Managing milk composition. In: Large dairy herd management. Ed: Van Horn and Wilcox, ADSA, IL. Pp. 33,63,46.
43. QUINTERO, D. 2011. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/656/635>. (2015-07-16).
44. SAIRANEN, A. 2005. The effect of concentrate supplementation on nutrient flow to the omasum in dairy cows receiving freshly cut grass. J. Dairy Sci. 88:1443-1453.
45. SCHMIDT, G. 2005. Bases científicas de la producción lechera. Ed. Acribia.
46. SORAYA, S. 2006 Laboratorio de Microalgas, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias. La Universidad del Zulia. Maracaibo 4011, Venezuela CIENCIA 4 (3), 197-206. Maracaibo, Venezuela.
47. REDVET. 2007. Métodos de detección de mastitis bovina. Revista electronica de veterinaria, III.
48. RODRÍGUEZ, C. (2001). Prevalencia de agentes etiológicos causales de mastitis bovina en la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, respuesta a la sensibilidad antimicrobiana. Tecnología Láctea Latinoamericana. Año 6 N° 23. 48-
49. ROCHE J.R., FRIGGENS N.C., KAY J.K., FISHER M.W., STAFFORD K.J.,

- BERRY D.P. 2009. Invited Review: Body condition score and its associations with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Sci.* 92:5769-5801.
50. ROMÁN, S. 2003. Evaluación de la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en frío. *Rev Científica FCV\_LUZ;XIII(2):146-52.* (en línea). Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27925/2/articulo9.pdf> (Acceso 23 de enero de 2016).
51. TAVERNA, M. 2009. "Manual de referencia para el logro de calidad de leche". INTA Rafaela. 1ra Edición Abril 2002. pp. 135.
52. TIMPE, C. 2000. La condición corporal de las vacas. *Agropecuaria*.
53. VIJAYA R. 2014. BENEFIT – COST ANALYSIS, *Natural Resource Economics*, University of Colorado at Boulder.
54. WATTIUX, M. 2006. Composición de la leche y valor nutricional. *Wisconsin-Madison*.
55. WOLTER, W. Y KLOPPERT, B. 2004. Interpretación de los resultados del conteo celular y de la aplicación de la terapia. *Avances en el Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina*. Guadalajara, Jalisco, México. 5 pp. Leer más: <http://www.monografias.com/trabajos57/celulas-somaticas-bovina/celulas-somaticas-bovina2.shtml#ixzz48fVPn8qR>.
56. ZAVALA, J. 2005. Control of mammary gland development. Ch. 56 in *The Physiology of Lactation*, 2nd edition, Eds. Knobil, K, Neill, J., et al., Raven Press, NY, p. 1033.

**ANEXOS**

### Anexo 1. Peso Inicial, (Kg)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso Inicial, (Kg)	20	0,28	0,15	2,18

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	931,35	3	310,45	2,08	0,1439
Tratamiento	931,35	3	310,45	2,08	0,1439
Error	2393,60	16	149,60		
Total	3324,95	19			

### Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4,50	571,80	5	5,47 a
3,00	560,20	5	5,47 a
0,00	555,40	5	5,47 a
1,50	554,80	5	5,47 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 2. Peso final, (Kg)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso final (Kg)	20	0,38	0,27	2,30

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1681,00	3	560,33	3,33	0,0461
Tratamiento	1681,00	3	560,33	3,33	0,0461
Error	2688,80	16	168,05		
Total	4369,80	19			

### Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4,50	576,80	5	5,80 a
3,00	565,00	5	5,80 ab
1,50	557,20	5	5,80 b
0,00	552,60	5	5,80 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 3. Ganancia de peso (Kg)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ganancia de peso (Kg)	20	0,54	0,45	139,03

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	197,75	3	65,92	6,17	0,0054
Tratamiento	197,75	3	65,92	6,17	0,0054
Error	170,80	16	10,68		
Total	368,55	19			

#### Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4,50	5,00	5	1,46 a
3,00	4,80	5	1,46 a
1,50	2,40	5	1,46 a
0,00	-2,80	5	1,46 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 4. Condición inicial

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Condición inicial	20	sd	sd	0,00

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	3	0,00	sd	sd
Tratamiento	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	0,00	19			

### Anexo 5. Condición final

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Condición final	20	sd	sd	0,00

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	3	0,00	sd	sd
Tratamiento	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	0,00	19			

## Anexo 6. Producción total (Ltrs)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Producción total (Ltrs)	20	0,54	0,45	6,40

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	57666,20	3	19222,07	6,20	0,0054
Tratamiento	57666,20	3	19222,07	6,20	0,0054
Error	49626,00	16	3101,63		
Total	107292,20	19			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3,00	927,00	5	24,91 a
4,50	909,00	5	24,91 a
1,50	858,20	5	24,91 ab
0,00	788,60	5	24,91 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 7. Conversión alimenticia

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conversión alimenticia	20	0,50	0,40	8,68

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,18	3	0,06	5,28	0,0101
Tratamiento	0,18	3	0,06	5,28	0,0101
Error	0,19	16	0,01		
Total	0,37	19			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0,00	1,36	5	0,05 a
1,50	1,30	5	0,05 ab
4,50	1,19	5	0,05 bc
3,00	1,11	5	0,05 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 8. Producción inicial (Ltrs/día)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Producción inicial (Ltrs/día)	20	0,13	0,00	8,20

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,13	3	1,04	0,80	0,5136
Tratamiento	3,13	3	1,04	0,80	0,5136
Error	20,99	16	1,31		
Total	24,12	19			

**Test: Duncan Alfa=0,05**

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3,00	14,57	5	0,51 a
1,50	14,03	5	0,51 a
4,50	13,80	5	0,51 a
0,00	13,49	5	0,51 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 9. Producción final (Ltrs/día)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Producción final (Ltrs/día)	20	0,54	0,45	6,39

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,55	3	4,85	6,22	0,0053
Tratamiento	14,55	3	4,85	6,22	0,0053
Error	12,48	16	0,78		
Total	27,03	19			

**Test: Duncan Alfa=0,05**

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3,00	14,71	5	0,40 a
4,50	14,43	5	0,40 a
1,50	13,63	5	0,40 ab
0,00	12,51	5	0,40 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 10. Consumo total de Ms (Kg)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo total de Ms (Kg)	20	0,25	0,10	5,67

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19224,03	3	6408,01	1,74	0,1997
Tratamiento	19224,03	3	6408,01	1,74	0,1997
Error	59018,23	16	3688,64		
Total	78242,26	19			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,50	1113,22	5	27,16 a
4,50	1084,48	5	27,16 a
0,00	1057,71	5	27,16 a
3,00	1029,72	5	27,16 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 11. Consumo/día de Ms (Kg)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo/día de Ms (Kg)	20	0,25	0,10	5,67

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,85	3	1,62	1,74	0,1992
Tratamiento	4,85	3	1,62	1,74	0,1992
Error	14,88	16	0,93		
Total	19,74	19			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,50	17,67	5	0,43 a
4,50	17,22	5	0,43 a
0,00	16,79	5	0,43 a
3,00	16,34	5	0,43 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 12. Consumo de proteína (gr/día)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo de proteína (gr/día)	20	0,25	0,10	5,60

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	75920,79	3	25306,93	1,74	0,1997
Tratamiento	75920,79	3	25306,93	1,74	0,1997
Error	233089,18	16	14568,07		
Total	309009,97	19			

### Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,50	2240,31	5	53,98 a
4,50	2183,19	5	53,98 a
0,00	2129,98	5	53,98 a
3,00	2074,37	5	53,98 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 13. Consumo de energía (Mcal/día)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo total de energía (Mcal/día)	20	0,25	0,10	2,40

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,11	3	2,37	1,74	0,1988
Tratamiento	7,11	3	2,37	1,74	0,1988
Error	21,77	16	1,36		
Total	28,88	19			

### Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,50	49,41	5	0,52 a
4,50	48,86	5	0,52 a
0,00	48,34	5	0,52 a
3,00	47,80	5	0,52 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Anexo 14. Consumo de calcio (gr/día)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo total de calcio (gr/día)	20	0,25	0,10	4,34

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25,58	3	8,53	1,73	0,2002
Tratamiento	25,58	3	8,53	1,73	0,2002
Error	78,63	16	4,91		
Total	104,21	19			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,50	52,57	5	0,99 a
4,50	51,52	5	0,99 a
0,00	50,55	5	0,99 a
3,00	49,52	5	0,99 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Anexo 15. Consumo de fosforo (gr/día)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo total de fosforo (gr/día)	20	0,25	0,10	4,52

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,39	3	4,13	1,74	0,1997
Tratamiento	12,39	3	4,13	1,74	0,1997
Error	38,03	16	2,38		
Total	50,42	19			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,50	35,16	5	0,69 a
4,50	34,43	5	0,69 a
0,00	33,75	5	0,69 a
3,00	33,04	5	0,69 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).