

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**EVALUACIÓN DE LA NUTRICIÓN MACRO Y MICRO MINERAL
EN VACAS LACTANTES, EN 8 AMBIENTES DE LA SIERRA
ECUATORIANA**

Ariel Tzavy Ávila Santos

Ingeniería en Agroempresas

Trabajo de integración curricular presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero en Agroempresas

Quito, 20 de diciembre del 2019

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**EVALUACIÓN DE LA NUTRICIÓN MACRO Y MICRO MINERAL
EN VACAS LACTANTES, EN 8 AMBIENTES DE LA SIERRA
ECUATORIANA**

Ariel Tzavy Ávila Santos

Calificación:

Nombre del Profesor, título académico: Mario Caviedes; Ph.D.

Firma del profesor:

Quito, 20 de diciembre del 2019

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Ariel Tzavy Avila Santos

Código: 00121724

Cedula de Identidad: 1716263346

Lugar y fecha: Quito, 20 de diciembre del 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el departamento que conforma el colegio de Agroempresas de la Universidad San Francisco de Quito, en especial a Christian Ponce, debido a que, sin él, este estudio no se podría haber llevado a cabo, junto con su grupo de colaboradores Dalila Guartambel y Darwin Reinoso quienes contribuyeron en la toma de datos.

A Mario Caviedes por su comprensión y su apoyo durante mis estudios en la universidad. Dado que estuvo en todos mis avances y tropiezos.

RESUMEN

Entre los principales problemas, que limitan la producción animal a nivel nacional y en el mundo, es el estado nutricional de los animales: la composición nutricional, el porcentaje de materia seca, la calidad de forrajes y la cantidad mineralógica que estos productos alimenticios aportan a la dieta es la gran preocupación para los ganaderos. Así mismo debe considerarse, que los problemas de nutrición mineral no son sólo deficiencias, si no también que los niveles tóxicos de elementos minerales pueden impedir la absorción de otros minerales y limitar la producción del animal. En el presente estudio, se evaluó la nutrición de macro y micro mineral en vacas lactantes, en 8 ambientes de la sierra ecuatoriana para determinar si la cantidad de minerales requeridos por las vacas lactantes es cubierta por el aporte de los recursos alimenticios durante 4 pastoreos consecutivos. Uno de los ambientes que presento los resultados más relevantes en cuanto al consumo alimentario fueron encontrados en la hacienda “ Gualilagua” con 9.27 kg de materia seca por unidad bovina al día y un consumo de suplemento de 8.27 kg por unidad bovina por día, obteniendo una producción de 23.65 litros de leche/unidad bovina/día, esto evidencia que a pesar de que el consumo de materia seca es deficiente la calidad de este y los intervalos cortos de pastoreo influyen para obtener una buena producción láctea.

Por otro lado, es importante destacar que el consumo de sales minerales, de todas las unidades bovinas de los diferentes ambientes es diferente, por lo que esto, nos da como resultado, que el consumo de sodio es considerado como el principal vehículo para los otros minerales o aditivos para los animales en producción. En el presente estudio el rango de producción de leche varió entre 14.75 y 27.87 l/unidad bovina/día, lo que refleja que los ambientes bajo evaluación presentan rendimientos altos, en relación con el promedio de la producción de leche del cantón Mejía (provincia Pichincha).

Palabras Calve: Materia Seca, Producción láctea, Suplemento, Macro minerales, Micro minerales.

ABSTRACT

One of the main issues which limit national and worldwide animal production is the nutritional animal status. According to most of the analyzed studies about this matter, dietary composition, dry material percentage, forages quality, and the mineralogical quantity these products contribute to the diet; is the primary concern for cattle ranchers. In the same way, it is crucial to take into consideration that mineral nutrition issues are not just deficiencies, due to the mineral absorption impediment and animal production restrictions these toxic levels of mineral elements can lead to. This problem is the main focal point of this study, in which the macro and micro mineral nutrition are evaluated in nursing cows.

This study is conducted in 8 Ecuadorian highland environments, aiming to determine if the mineral quantity required for nursing cows, is covered by the alimentary resource input during four consecutive grazings. One of the environments which presented the most relevant results as for the nutrient consumption was “Gualilagua” with 9.27 kilograms of dry material, and the use of 8.27 kilograms of supplement, it also obtained a 23.65 lit. of milk production. These results evidence the quality and how the gazing influence to get a good milk production, even if the dry material consumption is deficient.

On the other hand, it is essential to point out how different the mineral salts consumption by all the different studied environments is, which is evidenced in the sodium consumption that goes from 10.75 to 54.70 g/ unit bovine/day. Considering this element is the principal vehicle for other animal minerals, and additives production, the extensive variation in between environments is worrying. In the following study, the production range was between 14.75 and 27.87 l/ unit bovine/day, which reflects the high performance of the analyzed environments, related to the average milk production in the Mejía canton (Pichincha province).

Keywords: Dry matter, Dairy production, Supplement, Macro minerals, Micro minerals.

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción.....	14
1.1 Antecedentes	14
1.2 Justificación	16
Objetivos.....	18
1.3 Objetivo general.....	18
1.4 Objetivos específicos	18
1.5 Hipótesis	18
Revisión de literatura.....	19
1.6 Generalidades.....	19
1.6.1 Alimentación de vacas lactantes.....	19
1.6.2 Forrajes.....	19
1.6.3 Gramíneas.....	20
1.6.4 Leguminosas.....	20
1.6.5 Suplementos.....	20
1.6.6 Requerimientos de agua, disponibilidad y forma de entrega.....	21
1.6.7 Proteínas.....	22
1.6.8 Minerales.....	23
Materiales y Métodos	24
1.7 Ubicación del lugar de investigación.....	24
1.7.1 Ubicación política.....	24
1.7.1 Ubicación Geográfica.....	24
1.7.2 Ubicación Ecológica.....	24
1.8 Materiales.....	25
1.8.1 Materiales de campo.....	25
1.8.2 Materiales de laboratorio para análisis bromatológico.....	28
1.9 Métodos de medición en laboratorio	29
1.9.1 Análisis requeridos.....	29
1.9.2 Análisis bromatológico.....	29
1.9.3 Materia seca (MS).....	29
1.9.4 Análisis de metales en pastos y suplementos.....	30
1.9.5 Cenizas y materia orgánica (ceniza) y (MO).....	30
1.9.6 Proteína cruda (PC).....	31

1.9.7	Extracto Etéreo (EE).....	32
1.9.8	Fibra bruta (FB).....	32
1.9.9	Composición nutricional promedio.	33
1.10	Métodos de medición de variables en campo	33
1.10.1	Determinación de georreferenciación.....	33
1.10.2	Determinar información de pastos y animales para evaluación.	34
1.10.3	Disponibilidad de forraje.....	34
1.10.4	Composición botánica.	34
1.10.5	Producción de leche.....	35
1.10.6	Recolección de muestras de suplementos alimenticios.	35
1.10.7	Valoración de la Calidad de forrajes in situ.	35
1.10.8	Disponibilidad de materia seca, tasa de crecimiento.	36
1.10.9	Parámetros para evaluar la calidad de los forrajes.	36
1.10.10	Suplementos.....	37
1.10.11	Requerimientos del NRC.....	38
1.10.12	Método estadístico.	38
	Resultados y Discusión.....	39
1.11	Parámetros productivos.....	39
1.11.1	Consumo de Pasto.	39
1.11.2	Consumo de suplemento.....	40
1.11.3	Producción de leche.....	42
1.11.4	Consumo de suplemento y pasto en relación con la producción de leche.....	43
1.12	Macrominerales	44
1.12.1	Calcio.....	44
1.12.2	Fosforo.....	46
1.12.3	Magnesio.	48
1.12.4	Sodio.....	49
1.12.5	Potasio.	51
1.13	Micro Minerales.....	52
1.13.1	Cobre.	52
1.13.2	Zinc.....	54
1.13.3	Hierro.....	55
1.13.4	Manganeso.....	57
	Conclusiones.....	58
	Recomendaciones	60

Bibliografía.....	62
Anexos.....	68
Anexo A: Materiales.....	68
Anexo B: Razas bovinas evaluadas.....	68
Anexo C: Forrajes.....	69
Anexo D: Ubicación política.....	70
Anexo E: Ubicación geográfica.....	70
Anexo F: Ubicación ecológica.....	71
Anexo G: Valoración de la calidad de forrajes in situ.....	71
Anexo H: Composición nutricional promedio.....	72
Anexo I: Parámetros para evaluar la calidad de los forrajes.....	75
Anexo J: Composición botánica.....	76
Anexo K: Composición nutricional promedio.....	76
Anexo L: Análisis de metales en pastos y suplementos.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Anova para consumo de pasto en los 8 ambientes	39
Tabla 2: Prueba de comparaciones múltiples de tukey, para consumo de pasto en los 8 ambientes.....	39
Tabla 3: Anova de consumo de suplemento en los 8 ambientes	40
Tabla 4: Prueba de comparaciones múltiples de tukey, para consumo de suplemento ..	41
Tabla 5: Anova de producción de leche de los 8 ambientes.....	42
Tabla 6: Prueba de comparaciones múltiples de tukey, para producción de leche	42
Tabla 7: Anova consumo de calcio de la dieta para los 8 ambientes	44
Tabla 8: Anova, requerimientos del nrc, de consumo de calcio de la dieta para los 8 ambientes.....	45
Tabla 9: Prueba de tukey, para el consumo de calcio de la dieta para los 8 ambientes .	45
Tabla 10: Anova, consumo de fosforo de la dieta para los 8 ambientes	46
Tabla 11: Anova, requerimientos del nrc, de consumo de fosforo de la dieta para los 8 ambientes.....	47
Tabla 12: Prueba de tukey, para el consumo de fosforo de la dieta para los 8 ambientes	47
Tabla 13: Anova, consumo de magnesio de la dieta para los 8 ambientes.....	48
Tabla 14: Anova, requerimientos del nrc, de consumo de magnesio de la dieta para los 8 ambientes.....	48

Tabla 15: Prueba de tukey, para el consumo de magnesio de la dieta para los 8 ambientes.....	48
Tabla 16: Anova consumo de sodio de la dieta para los 8 ambientes	49
Tabla 17: Anova, requerimientos del nrc, de consumo de sodio de la dieta para los 8 ambientes.....	49
Tabla 18: Prueba de tukey, para el consumo de sodio de la dieta para los 8 ambientes	50
Tabla 19: Anova consumo de potasio de la dieta para los 8 ambientes	51
Tabla 20: Anova, requerimientos del nrc, de consumo de potasio de la dieta para los 8 ambientes.....	51
Tabla 21: Prueba de tukey, para el consumo de potasio de la dieta para los 8 ambientes	51
Tabla 22: Anova consumo de cobre de la dieta para los 8 ambientes	52
Tabla 23: Anova, requerimientos del nrc, de consumo de cobre de la dieta para los 8 ambientes.....	52
Tabla 24: Prueba de tukey, para el consumo de cobre de la dieta para los 8 ambientes	53
Tabla 25: Anova consumo de zinc de la dieta para los 8 ambientes	54
Tabla 26: Anova, requerimientos del nrc, de consumo de zinc de la dieta para los 8 ambientes.....	54
Tabla 27: Prueba de tukey, para el consumo de zinc de la dieta para los 8 ambientes ..	54
Tabla 28: Anova consumo de hierro de la dieta para los 8 ambientes	55
Tabla 29: Anova, requerimientos del nrc, de consumo de hierro de la dieta para los 8 ambientes.....	56
Tabla 30: Prueba de tukey, para el consumo de hierro de la dieta para los 8 ambientes	56
Tabla 31: Anova consumo de manganeso de la dieta para los 8 ambientes	57

Tabla 32: Anova, requerimientos del nrc, de consumo de manganeso de la dieta para los 8 ambientes.....	57
Tabla 33: Prueba de tukey, para el consumo de manganeso de la dieta para los 8 ambientes.....	57
Tabla 34: Materiales de campo.....	68
Tabla 35: Descripción de especies evaluadas para cada ambiente	69
Tabla 36: Ubicación política de los 8 ambientes evaluados	70
Tabla 37: Ubicación geográfica de las 8 haciendas evaluadas en el presente proyecto .	70
Tabla 38: Ubicación ecológica de los 8 ambientes evaluados.....	71
Tabla 39: Estándares de calidad para henos de leguminosas y gramíneas % ms.....	71
Tabla 40: Formulación de suplementos administrados en el ambiente 1	72
Tabla 41: Formulación de suplemento suministrado en el ambiente 2	72
Tabla 42: Formulación de suplementos suministrados en el ambiente 3	73
Tabla 43: Formulación de suplementos suministrados en el ambiente 4	73
Tabla 44: Formulación de suplementos suministrados en el ambiente5	73
Tabla 45: Formulación de suplemento suministrado en el ambiente 6	74
Tabla 46: Formulación de suplemento suministrado en el ambiente 7	74
Tabla 47: Formulación de suplemento suministrado en el ambiente 8	74
Tabla 48: Parámetros para evaluar la calidad de los forrajes	75
Tabla 49: Composición nutricional de pastos de la sierra en época lluviosa a los 30 días de corte	75
Tabla 50: Composición botánica promedio de pasturas de los 8 ambientes	76
Tabla 51: Composición nutricional promedio de pastos	76
Tabla 52: Composición nutricional promedio de suplemento.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1: Comparación de consumo de suplemento y pasto en relación con la producción de leche.....	43
Gráfico 2: Porcentaje de razas bovinas evaluadas.....	68

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Ecuador es un país con alto nivel ganadero, con 5.3 millones de hectáreas de superficie de labor agropecuaria, según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC); por otro lado, también cumple con un gran aporte de la economía nacional, contribuyendo con fuentes de empleo e ingresos económicos. El aporte del sector agropecuario según el Banco Central del Ecuador, en referencia al Producto Interno Bruto (PIB) para el 2015 fue del 8,3 %; y en cuanto a la contribución específicamente del sector pecuario para el mismo año corresponde a 1,5 % del PIB (Fao, 2017)

La ganadería ha venido constituyéndose como un estilo de vida y una manera de subsistencia dado que según datos de la (Espac, 2017)., En la Región Sierra existen 723.113 hectáreas de pastos cultivados y 528.767 hectáreas de pastos naturales, cuyo porcentaje para uso agropecuario es de 29,54% ; 78% respectivamente (Espac, 2017). Esto nos da la medida a que, tal es el área dedicada a pastos y forrajes las cuales podrían ser o son las principales fuentes de alimentación para nuestros animales.

Para el año 2017 se obtuvo una producción láctea de 5'135.405,00 litros de leche, la región sierra es la que más aporta con un 76,25%, seguido de la Costa con el 19,66% y el Oriente con el 4,09%. Esta producción láctea se la consiguió con, 856.164 vacas ordeñadas a nivel nacional, donde el 64,31% corresponde a la región sierra, seguido por la costa con 29,99 % y el oriente con 5,7 % (Espac, 2017)

En cuanto al promedio de litros de leche por vaca al día según el (Espac, 2017), contamos con: 7.11 litros/vaca, en la sierra; 4,29 litros/vaca en el oriente; y con 3,93 litros/vaca en la costa respectivamente.

Para la serranía ecuatoriana se cuenta hasta el 2018 con 131.710 agrupaciones, que representan el 55% del total nacional donde el 13% de UPAS pertenecen a Pichincha y el 7% a Chimborazo (Sipa, 2018). Para que estas cifras mostradas anteriormente se mantengan o de alguna manera incrementen, es necesario definir y comprender los factores involucrados, como lo es la alimentación. La cual se conforma por agua y materia seca, y por ende están constituidos todos los alimentos.

Al referirnos con materia seca tenemos dos grandes subdivisiones que son esenciales para que el ganado lechero cumpla con su propósito productivo las cuales son: Materia orgánica, y materia inorgánica. Siendo éstas las que le van a brindar al animal todos los requerimientos que el necesite, tanto en: energía, proteínas, vitaminas y minerales. (Delgado, 2002)

Para satisfacer los requerimientos minerales del animal, es preciso conocer las demandas de diversos minerales esenciales y no esenciales, que contribuyen con las diferentes funciones metabólicas y la eficiencia con que se utilizan dichos minerales. (Ramírez, 2009)

De la misma manera es crucial entender como estas necesidades se ven afectadas por la actividad física y en relación con todos los agentes ambientales a los cuales están expuestos los animales. Es primordial reconocer la composición física y química de dichos alimentos, los cuales repercutirán en la cantidad de ingesta, en su digestibilidad y en la capacidad de transformar lo ingerido. Teniendo como resultado el producto tan anhelado para la empresa láctea la cual es la “leche”. (Inatec, 2016)

1.2 Justificación

El suministro forrajero es el principal medio de alimentación para la producción bovina y la proteína más barata que podemos encontrar en el mercado, es de fundamental importancia en su nutrición, Teniendo en cuenta el aspecto forrajero ya que, mediante éste se establece la cantidad de nutrientes disponible para un animal, interviniendo en la salud y la producción (Nrc, 2001).

Muchos factores afectan la capacidad de producción de un animal es por ello por lo que al hablar de alimentación se tiene que considerar forrajes de la más alta calidad, en cuanto a porcentaje de fibra, proteína y minerales, posibles que estos puedan aportar.

Por lo que según (Wattiaux, 2016), el forraje contiene una alta proporción de fibra (más de 30% fibra detergente neutra). En la explotación lechera el aspecto de pastos y forrajes es de suma importancia debida a que, es aquí donde se pueden generar ganancias, produciendo y alimentando al ganado con pasturas de calidad nutricional alta que hasta cierto punto llegan a reemplazar al concentrado, satisfaciendo todos los requerimientos nutricionales que un animal en producción necesita para poder expresar todo su potencial genético.

Hoy, nadie duda de la necesidad en suplementar con minerales al ganado lechero es por ello por lo que, en vista de las necesidades minerales en la dieta, las formulaciones deben ser precisas. Una de las grandes problemáticas a la hora de formular dietas es la falta de información de estas ya que existen escasas fuentes de referencia. Esto hace que la gran mayoría de las dietas elaboradas sufran un exceso en cuanto a lo que el animal requiere, hay que considerar que el aporte nutricional no solo se suple con los suplementos, sino que también viene por parte de elementos que el animal consume a diario (forrajes y agua

de bebida), los cuales no se los toma en cuenta y se incurre a exceder los límites de minerales en la dieta de los animales y llegan a afectar la eficiencia de producción de leche, salud y reproducción animal. (Nrc, 2001)

Un excesivo consumo de minerales conlleva varios problemas, entre ellos: un aumento en los costos de la dieta, problema de antagonismo, toxicidad a los microorganismos del rumen y el animal, salud de los consumidores (seguridad alimentaria), mayor excreción de minerales en el estiércol (sustentabilidad). (Nrc, 2005)

La nutrición mineral se ve involucrada en todos los procesos fisiológicos normales del animal y más aun en animales que están en constante desgaste, como lo son bovinos que día a día producen cuantiosas cantidades de leche, la cual contiene una serie de minerales, los cuales derivan del consumo de pastos y suplementos respectivamente.

Para mantener una óptima productividad y salud de los animales, existen diferentes minerales que son más o menos importantes en la dieta. Estos son los minerales esenciales, los cuales cumplen con roles bioquímicos definidos, sin los cuales el animal no puede desarrollarse ni producir de una manera efectiva. Son más de una docena de minerales esenciales y su cantidad necesaria para una óptima salud y productividad debe referirse a los requerimientos nutricionales de la dieta administrada. (Nrc, 2005)

OBJETIVOS

1.3 Objetivo general

Evaluar la nutrición macro y micro mineral a vacas lactantes, en 8 ambientes de la sierra ecuatoriana.

1.4 Objetivos específicos

- Caracterizar bromatológicamente los recursos alimenticios suministrados en los ambientes en estudio durante 4 pastoreos consecutivos.
- Evaluar parámetros productivos de los forrajes en cada ambiente: disponibilidad de materia seca, tasa de crecimiento, composición botánica y altura, durante 4 pastoreos consecutivos.
- Determinar si la cantidad de minerales requerida por las vacas lactantes es cubierta por el aporte de los recursos alimenticios durante 4 pastoreos consecutivos.

1.5 Hipótesis

Las necesidades mineralógicas de vacas lactantes en términos de condición corporal y nivel de lactancia se cubrirían, debido al aporte nutricional debido al consumo de los recursos alimenticios.

REVISIÓN DE LITERATURA

1.6 Generalidades

1.6.1 Alimentación de vacas lactantes.

Los rendimientos de producción de leche de una vaca dependen de cuatro componentes en general: (a) capacidad genética; (b) programa de alimentación; (c) manejo del rebaño; y (d) salud. (Inatec, 2016) Esta investigación se centra en lo que es la alimentación de vacas lactantes y la genética actual de los animales (anexo 10.1.2), estos dos componentes han ido mejorando con el transcurso de los años. La alimentación, de razas de ganado, tiene como principal objetivo producir leche, y esta producción es la que da mayores réditos económicos al productor. El poder producir una misma cantidad de leche y a un menor costo es el objetivo de cualquier producción lechera, es por ello que se tiene que saber sobre todos los componentes de la alimentación y esto contribuirá, en un futuro para tener un animal más sano y con mejores producciones. (Inatec, 2016)

1.6.2 Forrajes.

Como dice (Riaño, 2008): “En toda explotación pecuaria, la obtención de una relación óptima suelo-planta-animal, requiere la identificación de los recursos existentes, el manejo que reciben, el conocimiento de las especies utilizadas, además del manejo agronómico y zootécnico respectivo. Es por ello por lo que todos estos aspectos se consideraron en esta investigación. Las diferentes mezclas forrajeras evaluadas, (anexo 9.1.3) incluyen gramíneas y leguminosas.

1.6.3 Gramíneas.

Las gramíneas forman parte de la principal fuente de alimentación en la producción lechera, ya que aportan con grandes cantidades de materia seca y carbohidratos. Cada mezcla forrajera cuenta con su porcentaje de gramíneas y esto depende de todos los factores edafoclimáticos que se tengan y los requerimientos que el animal necesite. Por lo general las gramíneas cuentan con alto porcentaje de fibra y bajo contenido en proteína. (Villacis, 2019)

1.6.4 Leguminosas.

Las leguminosas son plantas con características muy particulares, cuentan con un alto contenido de proteína, el cual varía de 14 a 29 % y, la digestibilidad, de entre 60% y 70%. Además de ser una fuente para la fijación nitrógeno en el suelo de hasta 500kg/ha/año. (Fundesyram, 2018)

Por tratarse de especies diferentes a las gramíneas, los periodos de recuperación para leguminosas varían, tardan más en recuperarse por la acción del pastoreo. Por lo que, en sistemas de pastoreo muy intensivos tenderán a perderse en las praderas.

1.6.5 Suplementos.

Los suplementos tienen la función de proporcionar la energía, proteína y minerales necesarios para producir leche, estos son como su nombre lo dice para suplir todas las necesidades que la porción forrajera no alcanza a suplir. Estos se caracterizan por su alta palatabilidad, digestibilidad y proporcionar los minerales suficientes con una óptima calidad, a un costo inferior. (Arreaza, y otros, 2014)

Los ingredientes más utilizados en la preparación de los suplementos para el ganado bovino, son los subproductos de la molienda de granos (salvado de arroz, afrecho de trigo); los granos de cereales (maíz, sorgo), subproductos agroindustriales (urea, melaza), subproductos de la industria del aceite (harina de semilla de algodón, harina de soya), subproductos de origen animal (harina de carne, hueso, sangre o pescado. Además, normalmente se incluyen suplementos minerales y vitamínicos en la mezcla de concentrados (Arreaza, y otros, 2014).

1.6.6 Requerimientos de agua, disponibilidad y forma de entrega.

Uno de los nutrientes más importantes en los programas de producción lechera es el agua, su procedencia y calidad. Con la cual se desarrollan todos los procesos fisiológicos que un animal en producción necesita. Para ello se necesita saber desde su origen hasta el sitio de consumo, potable, siempre disponible y corriente. Un bovino consume entre 40 y 100 litros/día de agua, dependiendo de su edad y estado fisiológico. Es lógico pensar que una vaca que produzca más de 20 l/día de leche consumirá más agua que otra que produzca sólo 10 l/día. (Fao, 2019)

Es por ello, por lo que todos los animales deben tener un libre acceso a agua limpia y fresca para poder mantener su producción y su salud.

El agua que consumirán los animales se puede valorar con algún nivel de precisión, con base en datos conocidos: producción de leche, consumo de materia seca, contenido de sodio en la dieta y la temperatura ambiente. (Fao, 2019)

1.6.6.1 El consumo de agua depende de:

- a) El tipo de alimento (los concentrados contienen en promedio 10%, los forrajes secos y henos de 10 a 30%, los ensilajes y forrajes verdes entre 70 y 90%);
- b) La cantidad de materia seca digerida (suma de todos los nutrientes digeridos menos el agua), y
- c) La temperatura ambiental (en los climas calientes los animales consumen más agua que en los climas fríos o templados). (Fao, 2019)

El requerimiento de agua para bovinos oscila entre 34 y 45 litros por día. En el caso de vacas lactantes se requiere adicionalmente 3 kg de agua por cada kg de leche producida (Lanuza, 2017)

1.6.7 Proteínas.

La proteína impartida en la dieta, generalmente se refiere a la proteína cruda (PC), que se define para los alimentos como el contenido de nitrógeno (N) 6.25. La definición se basa en la suposición de que el contenido promedio de N de los alimentos es de 16 g por 100 g de proteína. El contenido de PC calculado incluye proteínas y no proteínas N (NPN). Los alimentos varían ampliamente en sus proporciones relativas de proteína y NPN, en la tasa y extensión de la degradación de la proteína del riñón, y en la digestibilidad intestinal y la composición de aminoácidos (AA) de la proteína del alimento no degradada ruminalmente. Se considera que la NPN en la compra de piensos y suplementos y sales de amonio se degrada por completo en el rumen. (Nrc, 2001)

1.6.8 Minerales.

Un número de elementos de los organismos son esenciales para el crecimiento normal y la reproducción de animales. Los que se requieren en cantidades de gramos se denominan macrominerales y este grupo incluye calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio y azufre. Los macrominerales son componentes estructurales importantes de los huesos y otros tejidos y sirven como componentes importantes de los fluidos corporales. Desempeñan papeles vitales en el mantenimiento del equilibrio ácido-base, la presión osmótica, la potencia eléctrica de la membrana y la transmisión nerviosa. Los elementos requeridos en cantidades de miligramos o microgramos se denominan minerales traza. Este grupo incluye cobalto, cobre, yodo, hierro, manganeso, molibdeno, selenio, zinc y quizás cromo y flúor. Se ha sugerido que otros elementos son esenciales basados en estudios en otras especies, pero generalmente no se consideran de importancia práctica en el ganado lechero. Los micro minerales están presentes en los tejidos del cuerpo en concentraciones muy bajas y a menudo sirven como componentes de metalo -enzimas y cofactores enzimáticos, o como componentes de hormonas del sistema endocrino. Se utilizó un enfoque factorial para describir los requisitos tanto para los macros como para los micros. (Nrc, 2001)

MATERIALES Y MÉTODOS

1.7 Ubicación del lugar de investigación

1.7.1 Ubicación política.

La ubicación política de esta investigación se estableció en 8 ambientes, ubicadas en las provincias de Pichincha y Chimborazo de la sierra ecuatoriana, como se muestra en el (anexo 9.1.4), ubicada mediante provincia, cantón y parroquia.

1.7.1 Ubicación Geográfica.

La ubicación geográfica de esta investigación se estableció en 8 ambientes entre los 2800 msnm y los 3203 msnm, cada ambiente evaluado cuenta con su referencia geográfica de coordenadas latitudinales y longitudinales como se muestra en el (anexo 9.1.5).

1.7.2 Ubicación Ecológica.

La ubicación ecológica de cada ambiente evaluado se muestra en el (anexo 9.1.6), determinado como precipitación media anual, temperatura media anual, humedad relativa y clasificación bioclimática extraída del (Ministerio del Ambiente, 2012).

1.8 MATERIALES

1.8.1 Materiales de campo.

1.8.1.1 *Materiales para aforos.*

Cada muestra contiene material biológico de cada ambiente entre ellos ryegrass anual, ryegrass perenne, Ryegrass híbrido, kikuyo, trébol blanco y trébol rojo.

1.8.1.2 *Ryegrass anual (*Lolium multiflorum*).*

Esta especie tiene la cualidad de tener un alto rendimiento de forraje y rápido crecimiento, pertenece a la familia de las poáceas, que tiene forma de crecimiento del tipo anual, bianual hasta trienal. Es idóneo para pastoreo directo, mientras el bienal se adapta a mezclas polifíticas - polianuales. (Bragachini, 2018)

Este tipo de gramínea tiene una producción de 12 a 14 t MS/ha en un sistema de producción y fertilización adecuado. Por otro lado, su valor nutricional en cuanto a proteína cruda oscila de 15 a 18 %, con una digestibilidad del 70 a 80 % y un total de 2.96 mega calorías de energía metabolizable. (Sagarpa, 2015)

1.8.1.3 *Ryegrass perenne (*Lolium perenne*).*

Ryegrass perenne a diferencia del Ryegrass Anual, se caracteriza por perdurar más de dos años, pudiendo llegar hasta tres o cuatro años en producción. Es de alta adaptabilidad

y posee una gran tolerancia al pisoteo, lo cual es importante al implantar este tipo de gramíneas a una explotación ganadera. (AgroPick, 2019)

En este tipo de forraje lo que hay que considerar es el tipo de rotación, las rotaciones más adecuadas cuando se tiene este tipo de Ryegrass son cortas, ya que con el tiempo se ponen fibrosas y no tan apetecibles para el ganado. También este tipo de cultivo es muy exigente en la demanda de agua, por lo cual se requiere que los predios cuenten con un sistema de riego y una fertilización continua. (ContextoGanadero, 2019). Su producción es de alrededor de 10 a 12 ton/ MS/año. Presenta una digestibilidad de 65 a 75%.

1.8.1.4 Ryegrass Híbrido (*Lolium hybridum*).

Como su nombre lo dice es un cruce de un ryegrass anual y perenne, cuenta con una adaptabilidad bien alta y una duración en campo de 4 a 5 años. Su producción es de 13 ton/ha/año. En cuanto a su valor nutricional tiene 16% a 24% de proteína cruda y una digestibilidad del 65% a 70%. (ImpulSemillas, 2019)

1.8.1.5 Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Es una gramínea perenne que se propaga por tallos subterráneos (rizomas) y profusamente ramificada, con alta adaptabilidad y resistencia a sequía, con tallos rastreros superficiales y un sistema radicular profundo. El pastoreo debe ocurrir cuando las plantas están en la etapa de 4.5 hojas, y el ganado debe retirarse con un residuo de 5 cm para evitar pérdidas. La calidad nutricional del Kikuyo cuanta con un 20.5% para Proteína Cruda y una digestibilidad de 44.4% hasta 77%. (Correa, 2008)

1.8.1.6 Trébol blanco (*Trifolium repens*).

El Trébol Blanco, es de las forrajeras leguminosas más utilizadas, debido a su excelente capacidad productiva y muy buena calidad nutritiva. Cuenta con buena adaptabilidad, y con grandes aportes energéticos como proteicos. Produce alrededor de 5 toneladas de MS/ha/año y su rendimiento incrementa hasta alcanzar su pico de producción. Cuenta con una digestibilidad del 80 %. (Dola, 2018)

1.8.1.7 Trébol rojo (*Trifolium pratense*).

Es una de las variedades más difundidas a lo largo del callejón interandino, por sus cualidades y fortaleza. Presentan mayor digestibilidad que la mayoría de las leguminosas y gramíneas con un 80%, dependiendo de su estado fenológico. Rendimiento de 7.2 ton/ha/ año. (Lobatón, 2012)

Para cada una de estas especies se utilizó un cuadrante de 1m x 1m, hoz para corte y funda plástica para recolección.

1.8.1.8 Materiales para pesaje de animales.

Se utilizó una cinta bovinométrica para pesar las vacas para cada ambiente y una báscula digital con celdas marca VESTA con capacidad de 1500kg.

1.8.2 Materiales de laboratorio para análisis bromatológico.

1.8.2.1 Materiales para determinar la Proteína.

Se utilizo 6 tubos de ensayo para micro Kjeldahl, Papel Parafina y 6 matraces de Erlenmeyer

1.8.2.2 Materiales para determinación de Fibra.

Para determinar la cantidad de fibra de cada uno de los alimentos se utilizó: 28 matraces Erlenmeyer de 250 ml y de 500 ml; Plancha de Calentamiento Termolyne Modelo 2200; 28 embudos de vidrio de 100 mm; y 10 pliegos de papel filtro.

1.8.2.3 Materiales para determinar Materia orgánica y ceniza.

Para la obtención de materia orgánica y cenizas se utilizaron los siguientes componentes: 16 crisoles; y Pinza para crisoles.

1.9 MÉTODOS DE MEDICIÓN EN LABORATORIO

1.9.1 Análisis requeridos.

La alimentación en cuanto a su valor nutritivo es un concepto vasto en el cual está implícita la composición del alimento y su digestibilidad. En este punto todo puede verse afectado debido a que es la suma de diversos componentes como: “cuando los pastos son jóvenes su digestibilidad y valor nutritivo en materia seca son altos. Después de espigar y florecer, aumenta gradualmente los componentes digeribles y no digeribles como la lignina, y disminuye el valor nutritivo de tallos y hojas de pastos”. (Inatec, 2016)

1.9.2 Análisis bromatológico.

Para los análisis bromatológicos se usaron las muestras de forrajes y suplementos alimenticios con un tamaño de partícula de 2 mm, recolectados en cada uno de los cortes consecutivos de los 8 ambientes. (Guartambel, 2018)

1.9.3 Materia seca (MS).

El análisis de materia seca (MS), es uno de los más sencillos se realiza extrayendo el agua total que existe dentro de un alimento y verificando peso inicial y peso final. “El método más utilizado para determinar la materia seca es el de la eliminación del agua libre por medio del calor, seguida por la determinación del peso del residuo, siendo

necesario someter las muestras a temperaturas que aseguren un secado rápido para eliminar pérdidas por acción enzimática y respiración celular.” (Delgado, 2002).

Por lo cual el procedimiento se realizó de la siguiente manera: se colocó 100 gramos de cada muestra, tanto de forraje como de suplemento en una estufa para un secado previo parcial a 55 °C durante 12 horas y se realizó un molido de la muestra, para luego ser secada a 100°C en la estufa por 24 horas y por diferencia de peso se determinó la materia seca.

1.9.4 Análisis de metales en pastos y suplementos.

Mediante espectrofotometría utilizando un espectrofotómetro de masas se analizó los metales presentes y su cantidad respectivamente, tanto de pastos y forrajes. Este proceso se lo realiza calentando un haz de material del compuesto a analizar hasta vaporizarlo y ionizar los diferentes átomos. El haz de iones produce un patrón específico en el detector, que permite analizar el compuesto y determinar el metal y su cantidad. (Anexo 9.1.12) (Usfq, 2017)

1.9.5 Cenizas y materia orgánica (ceniza) y (MO).

El análisis de ceniza es el residuo inorgánico de una muestra que pasa por el proceso de incineración, el cual contribuye para determinar y analizar el mineral, y cantidad de materia orgánica para verificar el total de nutrimentos digeribles, y señalar la presencia de adulterantes minerales. La valoración de cenizas permite dar a conocer la adición de

materias inorgánicas en un alimento. Se basa en la calcinación de la muestra a altas temperaturas. (Cina, 2015)

Este procedimiento se lo realizo mediante 16 crisoles pesados e identificados, colocando en estos 3 gramos de muestra de forraje y suplemento. Se calentaron las muestras durante 2 horas a una temperatura de 200°C y posteriormente se las ingreso a la mufla por 4 horas a una temperatura de 400°C. Finalmente se pesó con una aproximación de 0.1 mg, y se registró.

1.9.6 Proteína cruda (PC).

El análisis hace referencia a Proteína Cruda, (PC), porque el método, determina al nitrógeno como componente de todas las proteínas. El método que se utiliza para establecer el nitrógeno verdadero es el método de Kjeldahl, ya que para determinar el nitrógeno se lo hace mediante formulación, sabiendo que los alimentos contienen en su gran parte un 16 % de nitrógeno por lo tanto podremos obtener la cantidad de proteína al multiplicar el % N por el factor de 6,25. Así es como llegamos a conocer con este método la determinación de la proteína cruda en los forrajes , alimentos balanceados y materias primas, etc., para consumo animal con rangos entre 0,5 g/100 g hasta 50 g/100 g de nitrógeno, lo cual equivale a un rango de proteína cruda de 3 g/100 g hasta 300 g/100 g respectivamente. (Cina, 2015)

Por lo cual se pesó 1,5 gramos de cada muestra tanto de forraje como de suplemento y se los puso en tubos de ensayo del micro Kjeldahl de digestión, a estas se les añadió media tableta de catalizador y 14 ml de ácido sulfúrico. Seguido, se colocaron los tubos de ensayo por 1 hora y media en el micro Kjeldahl de digestión a una temperatura de 85°C. Al momento de enfriarse se le coloco 75 ml de agua destilada. Inmediatamente se preparó

el equipo de destilación (Velp-UDK 129) colocando 50 ml de hidróxido de sodio Na (OH) por 5 minutos y 30 segundos. Con el contenido obtenido del micro Kjeldahl de digestión se lo coloco en el destilador. Mediante la utilización de un matraz al cual se le añadió 30 ml de ácido bórico más 2 gotas de indicador se lo puso en la manguera de destilación. Finalmente, el resultado de la destilación se colocó en un matraz y se lo titulo con una solución de 0,1 N de ácido clorhídrico hasta observar el cambio en su coloración ha rozado, por último, se registró su contenido con una aproximación de 0.01 ml.

1.9.7 Extracto Etéreo (EE).

El extracto etéreo (EE) como ya es de conocimiento de todos, todo lo que es lipídico es insoluble en agua, pero sí lo son ante el éter, cloroformo o benceno. En los forrajes, el extracto etéreo se encuentra compuesto principalmente por triacilglicéridos en las semillas y en las hojas está compuesto por galactolípidos y fosfolípidos (Armijos Chamba, 2014). La extracción de grasa de la muestra se realiza en el equipo llamado Soxhlet, con el solvente éter etílico de manera continua por una hora (Rocha & Changoluisa, 2011).

1.9.8 Fibra bruta (FB).

Los hidratos de carbono estructurales son la celulosa, la hemicelulosa, la lignina y la sílice; constituyen el esqueleto de las plantas y pueden comprender entre 40 a 80% de la materia seca (Pintado, 2016) Las muestras de alimentos para la obtención de fibra son previamente desengrasadas con soluciones en ebullición de ácido sulfúrico e hidróxido potásico, para eliminar elementos grasos y no grasos que se solubilizan con estos compuestos. La pérdida de peso debida a la ebullición corresponde a la fibra bruta de la muestra de ensayo (Pintado J. , 2016).

Por lo que para la determinación de fibra bruta se procedió a pesar 3 gramos en un Erlenmeyer de 250 ml, y se le agregó 100 ml de HCl a 1N, este contenido se hirvió durante 2 horas a una temperatura de 200°C, para luego ser lavarlo y filtrarlo respectivamente. A este producto se le añadió 100 ml de Na (OH) a 1N, y se lo hirvió durante 2 horas a una temperatura de 200°C, como en el anterior procedimiento se lo filtro. Finalmente se secó la muestra a una temperatura de 80°C durante 24 horas y se registró su peso final de fibra bruta.

1.9.9 Composición nutricional promedio.

La composición nutricional promedio se determinó con las metodologías anteriores y análisis necesarios para poder determinar el aporte que los forrajes están brindando al animal y determinar si la dieta que se le esta suministrado cubre con todas las necesidades que una vaca lactante requiere (anexo 9.1.8).

1.10 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE VARIABLES EN CAMPO

1.10.1 Determinación de georreferenciación.

Se determino la referencia geográfica mediante un altímetro (GPS), Identificando los ambientes entre los 2800 msnm y los 3203 msnm. Al mismo tiempo se extrajeron datos de precipitación y temperatura en cada intervalo de pastoreo para cada ambiente.

1.10.2 Determinar información de pastos y animales para evaluación.

Para cada ambiente se extrajo información referente al manejo de los forrajes como: intervalo de pastoreo, tipos de fertilización, resiembras y las especies presentes. Por otro lado, se extrajo información que cada ambiente tuviese en cuanto a los animales en producción, como: identificación o el número de arete, último día de servicio, número de lactancias, fecha del último parto y raza.

1.10.3 Disponibilidad de forraje.

La disponibilidad de forraje se determinó mediante la medición, antes del pastoreo y después del pastoreo, con muestras de tipo Z lanzando un cuadrante de 1m² cuantas veces fue representativo para el área a muestrear.

1.10.4 Composición botánica.

Del total de muestras recolectadas del potrero se extrajo un 30%, del cual se procedió a clasificar manualmente gramíneas, leguminosas y malezas, se pesaron y se obtuvieron los porcentajes de cada conjunto. Dicha composición botánica se encuentra en el (anexo 9.1.10) donde se determinará con qué tipo de especies forrajeras cuenta cada ambiente.

1.10.5 Producción de leche.

Se recolecto los datos de producción midiendo la cantidad existente en los tanques de refrigeración por la mañana y tarde respectivamente de cada ambiente evaluado. Determinando su producción promedio mediante el número de animales y el total de producción por día.

1.10.6 Recolección de muestras de suplementos alimenticios.

Por cada ordeño se extrajo una porción del suplemento y sales minerales a suministrar al ganado en producción con sus kilogramos respectivos. Como también de los forrajes extras como: heno, ensilaje y henolaje.

1.10.7 Valoración de la Calidad de forrajes in situ.

Las características organolépticas de los cultivos de forraje presentan una idea primaria de su calidad lo cual debe completarse con un análisis fisicoquímico, véase (anexo 9.1.7), casi siempre su color debe ser verde, el color pajizo demuestra que el forraje se encuentra en estado de maduración con unos niveles bajos de nutrientes, los colores castaños su principal característica es la humedad produciendo fermentaciones aeróbicas dominando la digestibilidad de la proteína bruta. En cuanto al olor tiene que ser idéntico al momento del que fue cosechado, descartando los forrajes aquellos que perciben a moho y estiércol (Perulactea , 2014)

1.10.8 Disponibilidad de materia seca, tasa de crecimiento.

La forma de calcular si el pasto rinde para un número de vacas lactantes es midiendo la cantidad de pasto disponible en relación con la carga animal es decir un balance forrajero conocer la demanda forrajera es una de las características importantes que determinaran un alta o baja demanda productiva otros puntos muy importantes es la estación del año, calidad del suelo, carga animal etc. (Bendersky, 2011)

El método de aros metálico o rectangulares con un área de 0.25 m² su procedimiento es realizar un corte con una tijera de tusar cortando al ras de suelo el pasto cortado se debe pesar y secar para saber cuánta materia seca posee se lo puede realizar en un horno microondas teniendo mucha precaución para que el forraje no se calcine para el cálculo del MS se utiliza la siguiente formula (Bendersky, 2011)

Gráfico 1 Cálculos de materia seca

$$MS = \text{peso seco} \div \text{peso húmedo}$$

Entonces, si se utiliza un aro de 0,25 m² la disponibilidad de pasto será:

$$\text{Disponibilidad} \left(\frac{\text{kgMS}}{\text{ha}} \right) = \text{peso fresco (g)} \times MS \times 40$$

(Bendersky, 2011)

1.10.9 Parámetros para evaluar la calidad de los forrajes.

La palatabilidad y niveles de nutrientes son los principales factores que determinan la producción de leche. Por otro lado, la calidad de los forrajes depende de la especie utilizada en la mezcla forrajera (anexo 9.1.9). Si los forrajes no son administrados de la mejor manera a los animales, ya sea pasados o fibrosos, estos no van a contener el nivel de nutrientes requeridos para la producción lechera, por lo tanto, la producción de leche

y la salud de los animales se va a ver afectada es por ello por lo que se tiene que recurrir a suplementación adicional y por ende los costos de producción sufrirán un aumento. (Perulactea , 2014). Los forrajes al partir del segundo corte tienden a un aumento de material lignificado reduciendo su calidad y valor nutritivo a lo aconsejable véase el (anexo 9.1.9).

1.10.10 Suplementos.

La función de los suplementos es proporcionar la energía, proteína y minerales necesarios para producir leche o carne, los cuales no han sido cubiertos con el consumo de los forrajes. Las características de estos balanceados incluyen su alta palatabilidad, digestibilidades superiores al 70% y de buena calidad a un costo mínimo. (Inta , 2014)

Los ingredientes más utilizados en la preparación de los suplementos para el ganado bovino son los subproductos de la molienda de granos (salvado de arroz, afrecho de trigo); los granos de cereales (maíz, sorgo), subproductos agroindustriales (urea, melaza), subproductos de la industria del aceite (harina de semilla de algodón, harina de soya), subproductos de origen animal (harina de carne, hueso, sangre o pescado) (Castro, 2002). Además, normalmente se incluyen suplementos minerales y vitamínicos en la mezcla de concentrados (Arreaza, y otros, 2014).

En el caso de los 8 ambientes evaluados, cada uno contaba con una suplementación específica la cual se la puede observar en los (anexo 9.1.8)

1.10.11 Requerimientos del NRC.

Mediante fórmulas obtenidas en la base de datos del Libro de Requerimientos nutricionales de ganado lechero, se obtienen los diferentes parámetros adecuados en base a la alimentación administrada. (Nrc, 2001)

1.10.12 Método estadístico.

1.10.12.1 Estadística descriptiva.

Para cada una de las variables medidas se analizó la media, mediana, máximos, mínimos, desviación estándar y el coeficiente de variación mediante herramientas de Excel.

1.10.12.2 Análisis de variancia y Prueba de TUKEY.

Para cada una de las variables de resultado se realizó un análisis de variancia ANOVA, para determinar el nivel de significancia existente entre las medias de cada ambiente evaluado. Seguido de este análisis se realizó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores mientras controla la tasa de error por familia en un nivel especificado. Estos análisis se los realizó mediante un software para análisis estadísticos SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.11 Parámetros productivos.

1.11.1 Consumo de Pasto.

Tabla 1: ANOVA para consumo de pasto en los 8 ambientes

ANOVA Consumo de Pasto								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	215,625						
AMBIENTES	7	81,552	11,65	2,085	0,085			
ERROR EXP	24	134,073	5,586			19,8611094	1,18173601	1,67122709

Los resultados del ANOVA, para el consumo de pasto indican diferencia estadística significativa entre ambientes, con un coeficiente de variación de 19,86%. Lo que demuestra que en ciertos ambientes el consumo de pasto muestra diferencias, esto se debe a que el consumo vario, dependiendo de la composición botánica y nutricional de los pastos en los diferentes ambientes.

Tabla 2: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para consumo de pasto en los 8 ambientes.

Prueba de TUKEY consumo de Pasto							
GUALILAGUA	GUAGRABAMBA	SAUSALITO	BALCASHI	ORBE	RUMPUNGO	PALUGUILLO	LACALERA
9,275	9,9	11	11,45	13,125	13,125	13,4	13,7
a	a	a	a	a	a	a	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia (16,5 kg/unidad bovina)							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que todos los ambientes bajo evaluación ocupan un mismo rango de significación.

Se ha reportado que las vacas en producción deben consumir un 3,5% de pasto en base seca, según su peso vivo lo que da un equivalente a 16,5 kg MS/unidad bovina/ día. estos resultados demuestran que el suministro de forraje muestra una cantidad menor a lo reportado por los diferentes autores, (Contexto Ganadero, 2017). En el presente estudio los ambientes de La calera, Paluguillo y Rumipungo, presentaron un promedio de 13.32 kg de MS que es inferior en 3.18 kg de MS por animal por día a lo reportado por los diferentes autores, por lo que debería incrementarse el consumo de pasto en un 20% para cubrir los requerimientos del ganado.

A pesar de que hay ambientes que consumen más cantidad de materia seca, la variabilidad de la calidad de los forrajes es la que hace la diferencia en la producción láctea en cada ambiente referente a las cantidades proteicas de cada uno. Otro aspecto para considerar es la calidad genética del ganado que tiene la predisposición de producir más leche con la misma cantidad de forraje que las demás.

1.11.2 Consumo de suplemento.

Tabla 3: ANOVA de consumo de suplemento en los 8 ambientes

ANOVA Consumo de Suplemento								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	334,16						
AMBIENTES	7	276,222	39,46	16,346	0			
ERROR EXP	24	57,937	2,414			23,9031577	0,77685262	1,09863552

Los resultados del ANOVA, para consumo de balanceado indican diferencias estadísticas significativas entre ambientes, con un coeficiente de variación de 23.90%. Lo que

demuestra que en ciertos ambientes la provisión de suplemento a los animales muestra diferencias, visualizándose en un coeficiente de variación alto.

Tabla 4: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para consumo de suplemento

Prueba de TUKEY Consumo de Suplemento							
RUMIPUNGO	GUAGRABAMBA	PALUGUILLO	BALCASHI	LA CALERA	EL ORBE	GUALILAGUA	SAUSALITO
1,875	5,075	5,375	6,05	6,25	6,625	8,275	12,9
d	db	db	b	b	b	b	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia (6,5 kg/unidad bovina)							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que el ambiente de Sausalito ocupando el primer rango de significación con un consumo de 12.9 kg/ unidad bovina/ día. Y Los ambientes de Gualilagua, El Orbe, La Calera y Balcashi presentaron el mismo rango de significación con consumos de 6.05 a 8.27 kg/ unidad bovina/ día. Estos resultados son similares a los reportados en estudios realizados en la zona, donde se les suministra 6 kg de balanceado por día a vacas lactantes de la misma producción. (Mosquera, 2014) (Cueva, 2018)

En cuanto al consumo de suplemento es evidente que Sausalito es el que más consume, y Rumipungo es el que tiene menor consumo. La diferencia entre ambos es de 11 kg, y la diferencia en producción, es de 10.8 litros de leche. Por lo que esto refleja una relación de 1:1 en cuanto a su consumo y su producción respectivamente. Esta referencia se ve reflejada en todos los ambientes como en el Orbe frente a Gualilagua; El Orbe a Sausalito; Gualilagua a Sausalito.

1.11.3 Producción de leche.

Tabla 5: ANOVA de producción de leche de los 8 ambientes

ANOVA Producción de leche								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	667,882						
AMBIENTES	7	641,96	91,709	84,907	0			
ERROR EXP	24	25,922	1,08			5,46675689	0,51961524	0,73484692

Los resultados del ANOVA, para la producción de leche mostraron diferencias estadísticas entre ambientes, con un coeficiente de variación de 5,46 %. Lo que es un indicativo de la exactitud con las que se tomaron los datos de esta variable.

Tabla 6: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para producción de leche

Prueba de TUKEY							
LA CALERA	BALCASHI	PALUGUILLO	GUAGRABAMBA	RUMPUNGO	EL ORBE	GUALILAGUA	SAUSALITO
14,175	15,575	15,675	16,825	17,025	21,325	23,65	27,875
d	dc	dc	c	c	b	b	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia (19 L/unidad bovina)							

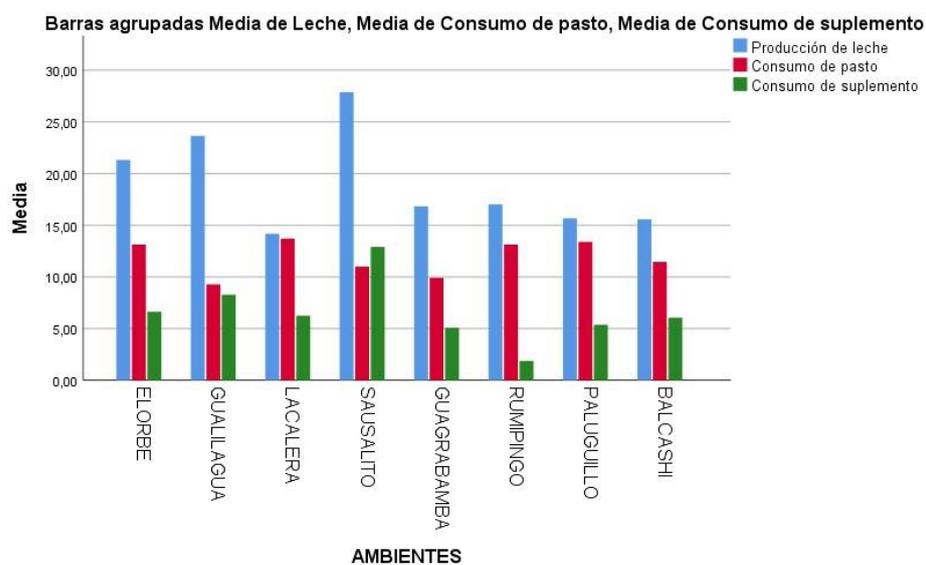
Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican diferencias significativas para el ambiente de Sausalito ocupando el primer rango de significación con una producción de 27.87 L/unidad bovina/día. Y los ambientes de Gualilagua y El orbe tuvieron un comportamiento similar, ocupando el mismo rango de significación con 21.32 y 23.65 L/unidad bovina/día. Otros autores que también evaluaron la producción de leche

en el cantón Mejía obtuvieron un promedio de producción entre 13.53 -16.11 l/vaca/día. (Bonifaz, 2012) En el presente estudio el rango de producción estuvo ente 14.75 y 27.87 l/unidad bovina/ día , lo que refleja que los ambientes bajo evaluación presentan rendimientos altos en relación al promedio de la producción del cantón. (Bonifaz, 2012) Por otro lado, se puede evaluar que el ambiente de Rumipungo, tienen un consumó de 12.3 kg de MS y un consumo de suplemento de 1.87 kg, lo que da como resultado que la calidad de MS contiene un alto valor nutritivo reflejándose en su producción y su bajo consumo de suplemento

1.11.4 Consumo de suplemento y pasto en relación con la producción de leche.

Como se ve reflejado en los resultados anteriores es evidente que los porcentajes de consumo de pastos y suplemento tienen influencia sobre la producción láctea.

Gráfico 1 Comparación de consumo de suplemento y pasto en relación con la producción de leche.



Como se puede observar en el grafico 2, uno de los ambientes que presento los resultados más relevantes fue Gualilagua, que reporta un consumo bajo de MS de 9.27 kg, y un consumo de suplemento de 8.27 kg, obteniendo una producción de 23,65 litros de leche. Esto nos muestra un resultado de que la calidad de materia seca y los intervalos cortos de pastoreo en relación al resto de ambientes evaluados es la base para poder obtener esa producción.

Por otro lado, si es que Gualilagua incrementaría el contenido de MS de esa calidad proteica, se incrementaría la producción y la calidad de leche debido a que suministraríamos mayor cantidad de forraje con altos contenidos proteicos. (Steinshamn, 2010)

1.12 Macrominerales

1.12.1 Calcio.

Tabla 7: ANOVA Consumo de calcio de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA CONSUMO DE CALCIO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	2074,985						
AMBIENTES	7	2055,369	293,624	359,253	0,000			
ERROR EXP	24	19,616	0,817			4,62499399	0,45202856	0,63926492

Los resultados del ANOVA, para el consumo de calcio mostraron diferencias estadísticas entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 4.62 %. Lo que es un indicativo que los ambientes se encuentran dentro de un mismo rango de consumo de calcio en la dieta.

Tabla 8: ANOVA, requerimientos del NRC, de Consumo de calcio de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA NRC DE CALCIO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	1378,839						
AMBIENTES	7	1073,325	153,332	12,045	0,000			
ERROR EXP	24	305,514	12,730			32,5952417	1,78393967	2,52287167

Los resultados del ANOVA según el NRC demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para los requerimientos de calcio entre ambientes, y con un coeficiente de variación de 32.59 %. Lo que manifiesta que los requerimientos para cada uno de estos ambientes varían según la forma química en la que el mineral se encuentre para cada dieta y el estado de la vitamina D del animal. (Ramírez, 2009)

Tabla 9: Prueba de Tukey, para el consumo de calcio de la dieta para los 8 ambientes

Prueba de TUKEY							
SAUSALITO	PALUGUILLO	BALCASHI	LA CALERA	GUALILAGUA	RUMPUNGO	EL ORBE	GUAGRABAM BA
11,5386	12,9097	12,9983	14,3959	19,5087	21,6660	27,3614	35,9993
f	fe	fe	e	d	c	b	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valor de referencia según el NRC (10,94 g/kg)							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que los Ambientes de Guagrabamba, El Orbe y Rumipingo, exceden la cantidad de calcio recomendada, que un rango del NRC, para calcio de 20 a 40 g/día de calcio. Lo que podría desencadenar serios problemas fisiológicos en la absorción de otros elementos y disminuir la producción de leche por desgastes energético del propio animal. (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition , 2001). Por otro lado (Atkins, 2014), También refiere que el rango de calcio a

suministrar es de 9.21 a 17.8 g/día de calcio que permite mantener un nivel de producción normal. Lo que se puede observar es que están suministrando más calcio para mejorar la calidad de la leche, debido a que al suplir *buffers* derivados de componentes con calcio disminuyen la acidosis ruminal y esto impide tener leches ácidas, las cuales son rechazadas por las pasteurizadoras. (Oetzel, 2017)

Por otro lado, esos excesos de calcio impiden la absorción de otros minerales esenciales para la reproducción y para patologías como fiebre de leche. Cuando al animal se le suplementa excesos de calcio, hay una alteración al nivel del hipotálamo, que al momento de tener que producir su propio calcio, no lo puede hacer y esto incurre que al tiempo en que el animal va a parir comienzan a desencadenarse una serie de problemas fisiológicos como una eclampsia (fiebre de leche). (ProQuest Central, 2007) (Ramírez, 2009)

1.12.2 Fosforo.

Tabla 10: ANOVA, Consumo de fosforo de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA CONSUMO DE FOSFORO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	292,643						
AMBIENTES	7	279,269	39,896	71,595	0,000			
ERROR EXP	24	13,374	0,557			5,07618894	0,37324154	0,52784325

Los resultados del ANOVA, para el consumo de Fosforo, mostraron diferencias estadísticas entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 5.07 %. Lo que es un indicativo que los Ambientes se encuentran dentro de mismo rango de consumo de fosforo en la dieta.

Tabla 11: ANOVA, requerimientos del NRC, de consumo de fosforo de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA NRC DE FOSFORO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	226,413						
AMBIENTES	7	92,921	13,274	2,387	0,053			
ERROR EXP	24	133,492	5,562			25,4679369	1,17921241	1,66765818

Los resultados del ANOVA según el NRC demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para los requerimientos de fosforo entre Ambientes con un coeficiente de variación de un 25.46 %. Lo que manifiesta que los requerimientos para cada una de estas Ambientes varían según la dieta administrada.

Tabla 12: Prueba de Tukey, para el consumo de fosforo de la dieta para los 8 ambientes

Prueba de TUKEY							
SAUSALITO	BALCASHI	GUALILAGUA	LA CALERA	GUAGRABAM BA	PALUGUILLO	RUMPUNGO	EL ORBE
11,0654	11,7391	13,7478	14,0309	14,8718	14,8724	15,9125	21,4050
d	d	c	c	cb	cb	b	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia según el NRC (9,26 g/kg)							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que el Ambiente de El Orbe ocupa el primer rango de significación excediendo con lo reportado por (Atkins, 2014) de 12.14 g/kg que es un valor normal de fosforo en la dieta. Por otro lado, según (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, 2001), suplir excesos de fósforo por periodos prolongados puede causar problemas en el metabolismo del calcio, induciendo una resorción ósea excesiva y cálculos urinarios.

La relación de calcio, fosforo tiene que ser de 2:1 para que el metabolismo del animal funcione perfectamente. En el caso de no ser así, todos los excesos se van a excretar mediante las heces y la orina preferentemente. (ProQuest Central, 2010)

1.12.3 Magnesio.

Tabla 13: ANOVA, Consumo de magnesio de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA CONSUMO DE MAGNESIO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	35,637						
AMBIENTES	7	30,111	4,302	18,683	0,000			
ERROR EXP	24	5,526	0,048			4,12985168	0,110	0,156

Los resultados del ANOVA, para el consumo de Magnesio, mostraron diferencias estadísticas entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 4.12 %. Lo que es un indicativo que los Ambientes se encuentran dentro un mismo rango de consumo de magnesio en la dieta.

Tabla 14: ANOVA, requerimientos del NRC, de Consumo de magnesio de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA NRC DE MAGNESIO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	1,900						
AMBIENTES	7	0,739	0,106	2,183	0,073			
ERROR EXP	24	1,161	0,048			15,53	0,1100	0,156

Los resultados del ANOVA según el NRC demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para los requerimientos de Magnesio entre Ambientes y con un coeficiente de variación de 15.53 %. Lo que manifiesta que los requerimientos para cada uno de estos Ambientes varían según la dieta administrada.

Tabla 15: Prueba de Tukey, para el consumo de magnesio de la dieta para los 8 ambientes

Prueba de TUKEY							
BALCASHI	GUALILAGUA	RUMPUNGO	PALUGUILLO	EL ORBE	SAUSALITO	GUAGRABAM BA	LA CALERA
4,3566	4,4016	4,4846	4,7142	5,0147	6,3518	6,4903	6,7912
b	b	b	b	b	a	a	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia según el NRC (1,42 g/kg)							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que todas los Ambientes se encuentran en el rango reportado por (Atkins, 2014), el cual refiere que animales en producción deben consumir un promedio de magnesio de 3.38 a 4.81 g/kg/ unidad bovina/día. Por otro lado, según (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition , 2001) un exceso en magnesio en la dieta no causa problemas, ya que el animal puede excretar cuanto magnesio en exceso tenga sin llegar a problemas de toxicidad del mismo.

1.12.4 Sodio.

Tabla 16: ANOVA Consumo de sodio de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA CONSUMO DE SODIO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	5976,002						
AMBIENTES	7	5091,955	727,422	19,748	0,000			
ERROR EXP	24	884,048	36,835			15,8879848	3,035	4,292

Los resultados del ANOVA para el consumo de sodio indican diferencia estadística significativa entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 15.88%. Lo que demuestra que en ciertos Ambientes existe una variación en su consumo, debido a que, al querer incrementar la carga mineral en la dieta, se recurre a las sales minerales comerciales, las cuales presentan en su mayoría cloruro de sodio, por lo que incrementando los minerales y por ende se excede el consumo de cloruro de sodio. (Ramírez, 2009)

Tabla 17: ANOVA, requerimientos del NRC, de Consumo de sodio de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA NRC DE SODIO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	291,560						
AMBIENTES	7	281,345	40,192	94,431	0,000			
ERROR EXP	24	10,215	0,426			1,98297695	0,326	0,461

Los resultados del ANOVA según el NRC demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para el consumo de sodio entre Ambientes, y con un coeficiente de variación de 1.98 %. Lo que es un indicativo que los requerimientos de Sodio dentro de las dietas son estadísticamente similares para todos los Ambientes.

Tabla 18: Prueba de Tukey, para el consumo de sodio de la dieta para los 8 ambientes

Prueba de TUKEY							
RUMIPUNGO	PALUGUILLO	LA CALERA	BALCASHI	GUAGRABAM BA	SAUSALITO	GUALILAGUA	EL ORBE
10,7500	26,7250	27,1000	28,0750	30,6250	34,9750	47,1750	54,7000
d	c	c	c	c	cb	ba	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia según el NRC (32,9 g/unidad bovina/ día)							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que los Ambientes de, El Orbe y Gualilagua, ocupan el primer rango de significación con un consumo de 47.17 y 54.7 g/ unidad bovina/ día de sodio; y los Ambientes de Sausalito, Guagrabamba, Balcashi, La Calera y Paluguillo, ocupan el segundo rango de significación con un consumo de 26.72 a 34.97 g/ unidad bovina/ día, de sodio.

Se ha reportado que según el (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition , 2001), las vacas en producción deben consumir 21.3 a 23.3 g/ unidad bovina /día de sodio, para producir 30 litros / día.

En el caso de todos los ambientes evaluados hay los tres parámetros: normales, deficiencias y excesos. Lo que se puede evaluar con este mineral es que las deficiencias dan como resultados problemas reproductivos y en productividad, y los excesos producen problemas patológicos, principalmente digestivos, como también baja ganancia de peso y diarreas crónicas. (Ramírez, 2009)

1.12.5 Potasio.

Tabla 19: ANOVA Consumo de potasio de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA CONSUMO DE POTASIO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	3284,880						
AMBIENTES	7	2477,627	353,947	10,523	0,000			
ERROR EXP	24	807,253	33,636			10,586323	2,900	4,101

Los resultados del ANOVA para el consumo de Potasio indican diferencia estadística significativa entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 10.58 %. Lo que demuestra que en ciertos Ambientes existe un elevado consumo.

Tabla 20: ANOVA, requerimientos del NRC, de Consumo de potasio de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA NRC DE POTASIO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	588,418						
AMBIENTES	7	421,596	60,228	8,665	0,000			
ERROR EXP	24	166,822	6,951			15,9190135	1,318	1,864

Los resultados del ANOVA según el NRC demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para los requerimientos de Potasio entre Ambientes, y con un coeficiente de variación de 15.91 %. Lo que manifiesta que los requerimientos para cada uno de estos Ambientes varían según la dieta administrada.

Tabla 21: Prueba de Tukey, para el consumo de potasio de la dieta para los 8 ambientes

Prueba de TUKEY							
PALUGUILLO	GUALILAGUA	GUAGRABAM BA	RUMPUNGO	EL ORBE	BALCASHI	LA CALERA	SAUSALITO
37,8334	48,4527	51,9951	53,9378	55,7966	60,0552	60,5280	69,6736
c	cb	b	b	b	ba	ba	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia según el NRC (16,56 g/kg)							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que los Ambientes de Sausalito, La Calera y Balcashi ocupan el primer rango de significación, excediendo la cantidad diaria de potasio a suministrar, según (Atkins, 2014), para animales en producción se requiere de 21 a 31.8 3 g/ unidad bovina /día. Lo que plantea (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition , 2001), que los excesos de potasio no son detectables hasta rangos mayores, produciendo alteraciones fisiológicas observables.

Lo que se puede acotar, es que el potasio al provenir directamente del forraje nos demuestra que hay una excesiva fertilización de este mineral, o que los suelos tienen elevados contenidos de este. (Ramírez, 2009)

1.13 Micro Minerales

1.13.1 Cobre.

Tabla 22: ANOVA Consumo de cobre de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA CONSUMO DE COBRE								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	578286,269						
AMBIENTES	7	578255,939	82607,991	65367,352	0,000			
ERROR EXP	24	30,330	1,264			1,01	0,562	0,795

Los resultados del ANOVA, para el consumo de Cobre, mostraron diferencias estadísticas entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 1.01 %. Lo que es un indicativo que los Ambientes se encuentran dentro de un mismo rango de consumo de Cobre en la dieta.

Tabla 23: ANOVA, requerimientos del NRC, de Consumo de cobre de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA NRC DE COBRE								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	3037,656						
AMBIENTES	7	2344,636	334,948	11,600				
ERROR EXP	24	693,020	28,876			23,82	2,687	3,800

Los resultados del ANOVA según el NRC demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para los requerimientos de Cobre entre Ambientes, y con un coeficiente de variación de 23.82 %. Estos resultados muestran una variación importante de la dieta administrada a los animales.

Tabla 24: Prueba de Tukey, para el consumo de cobre de la dieta para los 8 ambientes

Prueba de TUKEY							
PALUGUILLO	EL ORBE	LA CALERA	GUALILAGUA	BALCASHI	RUMIPUNGO	SAUSALITO	GUAGRABAMBA
10,1000	30,4000	31,3500	32,9500	35,6000	90,9500	248,7500	411,6500
f	e	e	e	d	c	b	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia según el NRC (22,55 mg/kg)							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que el Ambiente de Guabrabamba ocupa el primer rango de significancia con 411.65 mg, que supera los 57.9mg administra para animales bovinos lactantes (Atkins, 2014). Un exceso de cobre es poco evidente por lo que se va a acumular cantidades extremadamente grandes del mineral en el hígado, antes de que la toxicosis se vuelva evidente. Según (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition , 2001), el estrés u otros factores pueden ocasionar la liberación repentina de grandes cantidades de cobre del hígado a la sangre, lo que converge en una crisis hemolítica. Tales crisis se caracterizan por hemólisis considerable, ictericia, metahemoglobinemia, hemoglobinuria, ictericia y necrosis generalizadas.

En cuanto a la deficiencia se tiene problemas reproductivos y una sintomatología evidente, como lo es la decoloración y sequedad del pelaje.

1.13.2 Zinc.

Tabla 25: ANOVA Consumo de zinc de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA CONSUMO DE ZINC								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	639090,660						
AMBIENTES	7	583504,360	83357,766	35,991	0,000			
ERROR EXP	24	55586,300	2316,096			20,91	24,063	34,030

Los resultados del ANOVA para el consumo de Zinc indican diferencia estadística significativa entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 20.9 %. Lo que demuestra que en ciertos Ambientes existe una variación marcada en el consumo de los animales. Esta variación se debe a que las sales minerales comerciales usadas en cada ambiente son suministradas en diferentes dosis.

Tabla 26: ANOVA, requerimientos del NRC, de Consumo de zinc de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA NRC DE ZINC								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	128350,963						
AMBIENTES	7	98670,932	14095,847	11,398	0,000			
ERROR EXP	24	29680,031	1236,668			33,40	17,583	24,866

Los resultados del ANOVA según el NRC demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para los requerimientos de Cobalto entre Ambientes, y con un coeficiente de variación de 33.40 %. Lo que manifiesta que los requerimientos para cada uno de estos Ambientes varían según la dieta administrada.

Tabla 27: Prueba de Tukey, para el consumo de zinc de la dieta para los 8 ambientes

Prueba de TUKEY							
PALUGUILLO	EL ORBE	BALCASHIO	LA CALERA	GUALILAGUA	SAUSALITO	RUMPUNGO	GUAGRABAM BA
69,40	103,10	132,20	201,70	216,55	259,60	348,75	510,10
f	ef	fe	edc	dc	cb	b	a

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia según el NRC (105,27 mg/kg)

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que el Ambiente de Guagrabamba, ocupa el primer rango de significancia con 510.10 mg superando los 82.1 a 207 mg, que (Atkins, 2014), reporta para animales bovinos lactantes. Según (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition , 2001) el exceso de Zinc no es ningún problema, ya que las cantidades pueden superar los 900 mg/ día sin ningún problema de toxicidad.

En el caso particular de Paluguillo con una deficiencia de 20 mg, podría evidenciarse problemas reproductivos y en las pezuñas, con un debilitamiento de las paredes del casco, lo que desencadenaría, en una patología de un panadizo y sintomatologías como alopecia, dermatitis y algunos otros desordenes de la piel. (Ramírez, 2009)

1.13.3 Hierro.

Tabla 28: ANOVA Consumo de hierro de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA CONSUMO DE HIERRO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	4268331,899						
AMBIENTES	7	3546441,669	506634,524	16,844	0,000			
ERROR EXP	24	721890,230	30078,760			19,81	86,716	122,635

Los resultados del ANOVA para el consumo de Hierro indican diferencia estadística significativa entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 19.81 %. Lo que demuestra que en ciertos Ambientes existe una variación en los contenidos de hierro de las diferentes mezclas forrajeras.

Tabla 29: ANOVA, requerimientos del NRC, de Consumo de hierro de la dieta para los 8 ambientes.

ANOVA NRC DE HIERRO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	3065,687						
AMBIENTES	7	2547,196	363,885	16,844	0,000			
ERROR EXP	24	518,490	21,604			19,81	2,324	3,287

Los resultados del ANOVA según el NRC demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para los requerimientos de Hierro entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 19.81 %. Lo que manifiesta que los requerimientos para cada uno de estos Ambientes varían según los contenidos de hierro en los forrajes.

Tabla 30: Prueba de Tukey, para el consumo de hierro de la dieta para los 8 ambientes

Prueba de TUKEY							
BALCASHI	PALUGUILLO	EL ORBE	RUMIPUNGO	GUAGRABAM BA	GUALILAGUA	LA CALERA	SAUSALITO
409,30	459,55	629,05	800,60	1048,90	1058,40	1234,90	1362,55
c	c	c	cb	ba	ba	a	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que los Ambientes de Sausalito y La Calera ocupan el primer rango de significancia con 1234.9 y 1362.55 mg/kg, exceden la cantidad de hierro recomendada para una dieta de animales lactantes que es de 308 a 595 mg/kg. (Atkins, 2014)

Una de las causas para tener excesos en este mineral, son los contenidos altos de hierro en los forrajes y suelos al ser provenientes de tierras volcánicas. (Ramírez, 2009)

1.13.4 Manganeso.

Tabla 31: ANOVA Consumo de manganeso de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA CONSUMO DE MANGANESO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	113556,315						
AMBIENTES	7	110199,015	15742,716	112,538	0,000			
ERROR EXP	24	3357,300	139,888			7,16	5,914	8,363

Los resultados del ANOVA, para el consumo de Manganeso, mostraron diferencias estadísticas entre Ambientes, con un coeficiente de variación de 7.16 %. Lo que es un indicativo que los animales en los diferentes Ambientes consumen manganeso dependiendo de la mezcla forrajera consumida.

Tabla 32: ANOVA, requerimientos del NRC, de Consumo de manganeso de la dieta para los 8 ambientes

ANOVA NRC DE MANGANESO								
FV	GL	SC	CM	FC	FT	CV	SY	SD
TOTAL	31	4912,269						
AMBIENTES	7	3802,393	543,199	11,746	0,000			
ERROR EXP	24	1109,876	46,245			22,59	3,400	4,809

Los resultados del ANOVA según el NRC demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para los requerimientos de Manganeso entre Ambientes, y con un coeficiente de variación de 22.59 %. Lo que manifiesta que los requerimientos para cada una de estas Ambientes muestran marcadas diferencias en relación con el valor de referencia reportado en la literatura.

Tabla 33: Prueba de Tukey, para el consumo de manganeso de la dieta para los 8 ambientes

Prueba de TUKEY							
PALUGUILLO	BALCASHI	GUAGRABAMAB	LA CALERA	EL ORBE	SAUSALITO	GUALILAGUA	RUMPUNGO
87,90	121,30	132,60	153,45	159,90	178,20	189,70	298,05
f	e	ed	ed	dc	cb	b	a
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Valores de referencia según el NRC (30,1 mg/kg)							

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Tukey indican que el Ambiente de Rumipungo ocupa el primer rango de significancia con 298.05 mg/kg, excede lo reportado por (Atkins, 2014) que oscila los 100 a 191 mg/kg/ unidad bovina. Hay una serie de problemas con la absorción de manganeso debido a que los resultados obtenido de la absorción de manganeso se ve afectada por elevadas concentraciones de Calcio, Fosforo y Potasio en la dieta por lo que todo lo que se le suministre al animal va a ir directamente a residuos fecales con una absorción mínima, lo que podría desencadenar una serie de problemas fisiológicos tal como deformaciones Oseas en los neonatos. (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition , 2001) las vacas a las cuales se les suministra bajas cantidades de manganeso en la dieta podrían exhibir celos demasiado débiles, a ser detectados, lo que desencadena problemas en la reproducción y producción de los animales.

CONCLUSIONES

En el presente estudio, la producción de leche, presento un rango de 14.75 - 27.87 l/unidad bovina/día.

Los ambientes en los cuales se evidencio una mayor producción fueron: Sausalito con 27.87 litros de leche/unidad bovina/día y Gualilagua con 23.65 litros.

El ambiente que tuvo un consumo mayor de forraje fue La Calera con una disponibilidad de forraje de 4949,5 kg de MS/ha, y con una altura de 47,83 cm. La tasa de crecimiento fue de 43,44 kg de MS/ha/día y un aprovechamiento de 71,95%. Por otro lado, la

composición botánica fue 93,4 % de gramíneas, 2,56 % de leguminosas y 4,041 % de malezas. Y el consumo por unidad bovina fue de 13,67 kg de MS/unidad bovina.

Para el consumo de suplemento se obtuvo un rango de ingesta de 1.8 kg - 12.9 kg de suplemento. La relación entre el ambiente que más consume el cual es Sausalito, con el que menos consume que fue Rumipungo, fue de 11.03 kg de suplemento, y la diferencia en producción fue de 10.8 litros de leche, reflejando una relación de 1:1 entre consumo de suplemento y producción de leche. Considerando esta relación el mejor ambiente fue Rumipungo.

Para calcio el ambiente que tuvo mejores resultados fue Sausalito con un consumo de 11.53 g/kg debido a que es un valor que se ajusta a los requerimientos del NRC.

En el caso del fósforo el ambiente que tuvo mejores resultados fue Sausalito 11.06 g/kg debido a que es un valor que se ajusta a los requerimientos del NRC. El consumo de fósforo fue de 11.06 - 21.4 g/kg, dando como resultado excesos para todos los ambientes.

El consumo de magnesio fue de 4.35 - 6.79 g/kg, lo que refleja un exceso en todos los ambientes en relación con la referencia del NRC de 1.42 g/kg.

En el contenido de sodio se determinó, que los ambientes bajo evaluación se encuentran en rangos: normales con 30.63 g/kg, deficiencias con 10.75 g/kg, y excesos con 54.7 g/kg.

El rango de consumo de potasio fue de 37.8 - 69.6 g/kg, con referencia de NRC de 16.56 g/kg se obtiene un exceso de 53.11 g/kg en Sausalito, afirmando que, al provenir directamente del forraje, demuestra que hay una excesiva fertilización de este mineral, o que los suelos tienen elevados contenidos de el mismo.

El consumo de cobre fue de 10.1 - 411.6 mg/kg, con una referencia de NRC de 22.5 mg/kg evidencio un exceso de cobre en todos los ambientes menos en Palugillo. Este exceso puede ser nocivo a largo plazo, obteniendo liberaciones repentinas de grandes cantidades de cobre del hígado a la sangre, lo que ocasionaría una crisis hemolítica.

EL consumo de Zinc de los ambientes fue de 69.40 - 510.1 mg/kg. El NRC es de 105.27mg/kg, lo que refleja que solo el ambiente de Palugillo cuenta con deficiencias en este mineral.

En el consumo de manganeso reflejó un rango de consumo de 87.90 - 298.05 mg/kg, con una referencia de NRC de 30.1 mg/kg. Demostrando que no existe deficiencia en ninguno de los ambientes.

El ambiente que presento las mejores respuestas para todos los componentes fue: Sausalito, con una producción de 27.87 litros de leche, y con la dieta mejor balanceada, en excepción del suministro forrajero.

RECOMENDACIONES

- Utilizar, especies y variedades de gramíneas y leguminosas que se adapten a la altitud, y al pisoteo. La relación de gramíneas y leguminosas debería ser por lo menos de 70% gramíneas y 30% leguminosas, con un abastecimiento extra de fibra digestible (tamo).

- Formular una dieta adecuada acorde a las necesidades de macro y micro minerales en los distintos ambientes estudiados, y realizar valoraciones de los contenidos minerales que aporta cada uno de los suplementos alimenticios.
- Evaluar la calidad de los forrajes suministrados, para que, a partir de esta información, tomar decisiones para suplementar, en base a los potenciales de las razas de vacas presentes en cada ambiente.
- Incrementar la frecuencia de aforos en los potreros, para determinar la cantidad de MS que están recibiendo los animales y fijar el estado de madurez del forraje, debido a que las plantas tienen un mayor consumo de minerales en los primeros estados de crecimiento.
- Proporcionar la cantidad de sales minerales que se ajusten a los análisis bromatológicos y sanguíneos de cada ambiente para evitar excesos de sodio o deficiencias en otros minerales.

BIBLIOGRAFÍA

- AgroPick. (24 de noviembre de 2019). *Rye grass perenne (Lolium perenne)*. Obtenido de <http://www.agropick.com/es/semillas-para-cesped/65-clima-templado-y-frio/88-rye-grass-perenne-lolium-perenne.html>
- Arreaza, L. C., Sánchez, L., Medrano, J., Pardo, O., Mateus, H., Reza, S., & Becerra, J. (2014). *NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO BAJO COLOIMBIANO*. Colombia: Corpoica.
- ATKINS, L. A. (2014). *Intake of selected minerals on commercial dairy herds in central and northern England in comparison with requirements*. Edgmond, Newport, Shropshire TF10 8NB, UK: Journal of Agricultural Science (2015) Cambridge University .
- Bendersky, D. (29 de 8 de 2011). <https://www.engormix.com/>. Obtenido de engormix: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/disponibilidad-de-forraje-t28969.htm>
- Bonifaz, N. R. (2012). *CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA DE ECUADOR*. Cayambe : Universidad politecnica Salesiana .
- Bragachini, M., Giordano, J., Peiretti, J., & Urrets, G. (2018). *Manual tecnico de forrajes* . Cordoba: Inta.
- Castro, Á. (2002). *GANADERIA DE LECHE PRODUCCIÓN BOVINA*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Cina. (27 de Octubre de 2015). *UNIVERSIDAD DE COSTA RICA*. Obtenido de Laboratorio de Química, Cenizas: <http://www.cina.ucr.ac.cr/index.php/2015-10-28-20-54-43/laboratorio-de-quimica>

- Contexto Ganadero. (10 de Agosto de 2017). *Requerimientos de consumo de materia seca de los bovinos*. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/requerimientos-de-consumo-de-materia-seca-de-los-bovinos>
- ContextoGanadero. (11 de Marzo de 2019). *Así se distinguen los ryegrass anuales, intermedios y perennes*. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/asi-se-distinguen-los-ryegrass-anuales-intermedios-y-perennes>
- Correa, M. L. (2008). *Valor nutricional del pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I - Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal*. Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/corra20059.htm>
- Cueva, F. R. (julio de 2018). *Efecto de la relación entre la cantidad de balanceado y producción de leche en*. Obtenido de UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15930/1/T-UCE-0001-CAG-015.pdf>
- D, G., & D., G. (2018). <https://repositorio.espe.edu.ec/>. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/>: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15847/1/T-IASA%20I-005463.pdf>
- Delgado, B. D. (2002). *DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA EN PASTOS Y ANALISIS*. Obtenido de <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1308/1312>
- Dola, N. V. (14 de Abril de 2018). *Las pasturas consociadas con trébol blanco son apreciadas por sus tenores energéticos y proteicos. La excelente palatabilidad de esta leguminosa incide favorablemente en la producción ganadera, optimizando la ganancia de peso vivo en relación al ganado al*. Obtenido de <http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=11127>

- Espac. (2017). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>. Recuperado el 09 de Julio de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf
- Fao. (09 de Marzo de 2017). <http://www.fao.org>. Recuperado el 09 de Julio de 2018, de <http://www.fao.org>: <http://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/522514/>
- Fao. (2019). *Alimentación animal*. Obtenido de <http://www.fao.org/animal-production/es/>
- Fundesyram. (2018). *Características de las leguminosas*. Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1266>
- ImpulSemillas. (19 de Octubre de 2019). *BOXER RYE GRASS HÍBRIDO*. Obtenido de <http://www.impulsemillas.com/documentos/fichas/Boxer.pdf>
- Inatec. (2016). *Manual del protagonista NUTRICIÓN ANIMAL*. Managua: INATEC.
- Inta . (2014). *NUTRICIÓN ANIMAL APLICADA*. Cordoba : Área de Investigación en Producción Animal INTA, EEA Balcarce.
- Lanuzza, F. (2017). *REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES SEGUN ESTADO FISIOLÓGICO DEL BOVINO DE LECHE* . INIA.
- Lobatón, J. D. (2012). *FENOLOGÍA Y OFERTA FLORAL DE TRÉBOL*. Cajicá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.

- Mosquera, J. (2014). *Evaluación de dos tipos de sobrealimento concentrado para ganado lechero de la raza holstein*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7669/1/CD-5631.pdf>
- Nrc. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh Revised Edition.
- NRC. (2005). *Mineral Tolerance of Animals*. Washington, DC: National Research Council.
- Oetzel, G. (8 de noviembre de 2017). *Diagnosis and Management of Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Herds*. Obtenido de Ovid MEDLINE: http://ovidsp.dc2.ovid.com.ezbiblio.usfq.edu.ec/sp-4.02.1a/ovidweb.cgi?&S=KOLMFPAODIEBIPPIPKHEKAGKAA00&Complete+Reference=S.sh.56%7c2%7c1&Counter5=SS_view_found_complete%7c28847417%7cmedall%7cmedline%7cmed13&Counter5Data=28847417%7cmedall%7cmedline%7c
- Perulactea . (2014). *Perulactea*. Obtenido de Perulactea.com: <http://www.perulactea.com/2014/12/05/parametros-para-evaluar-la-calidad-de-los-forrajes/>
- Pintado Lazo, J. X., & Vásquez Rodríguez, C. A. (2016). *Relaciones entre composición botánica, disponibilidad y la producción de leche en vacas a pastoreo en los sistemas de producción en el cantón Cuenca*. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Pintado Lazo, J. X., & Vásquez Rodríguez, C. A. (2016). *Relaciones entre composición botánica, disponibilidad y la producción de leche en vacas a pastoreo en los sistemas de producción en el cantón Cuenca*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- ProQuest Central. (25 de Septiembre de 2007). *La fiebre de la leche*. Obtenido de <file:///C:/Users/DELL/Downloads/ProQuestDocuments-2019-12-04.pdf>
- Ramírez, R. (2009). *Nutrición de rumiantes: Sistemas Extensivos 2a ed.* Mexico : Trillas .

- Riaño, A. M. (14 de julio de 2008). *Evaluación a la producción de praderas renovadas y no renovadas en explotaciones lecheras especializadas de la sabana de Bogotá*. Obtenido de <https://search.proquest.com.ezbiblio.usfq.edu.ec/docview/2018735145/abstract/E784483543CA4DABPQ/8?accountid=36555>
- Rocha, S., & Changoluisa, E. (2011). *Evaluación de una mezcla forrajera (Raygrass, pasto azul, trébol blanco y llantén) a los 30 y 45 días de rebrote, más suplemento concentrado en vacas lactantes en la Hcda. San Jorge, Parroquia Machachi-sector Aloag*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi - Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
- Sagarpa. (26 de Agosto de 2015). *CULTIVE PASTO RYE GRASS PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO*. Obtenido de INFAP: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Eventos/2015/Siembra+Rye+Grass.pdf>
- Sector lechero realiza ajustes en cria y recria de bovinos. (24 de junio de 2010). *ProQuest Central*. Obtenido de <https://search.proquest.com/docview/378490421?accountid=36555>
- SICA. (2000). *Análisis e Interpretación del III Censo Agropecuario*. Quito: ecuadorencifras.
- SIPA. (2018). *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA*. Obtenido de Cifras agroproductivas: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Steinshamn, H. (5 de junio de 2010). *Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzębiec, Poland*. Obtenido de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2010/20103327927.pdf>
- Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition . (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.

- Usfq. (2017). *Método: Análisis de Metales en pastos y balanceados*. Quito: Laboratorio de Ingeniería ambiental. Obtenido de LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL.
- Villacis, J. (2019). *Utilización de gramíneas y leguminosas para la producción del ganado bovino*. Babahoyo: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.
- Wattiaux, M., Iñamagua, J., & Jenet, A. (junio de 2016). *Environmental and economic impacts of feeding strategies in Costa Rican dairy farms*. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212016000100001
- Wheeler, B. (2006). Recomendaciones para la alimentación de las vacas lecheras. *Egormix Ganadería* , 1-2.

ANEXOS

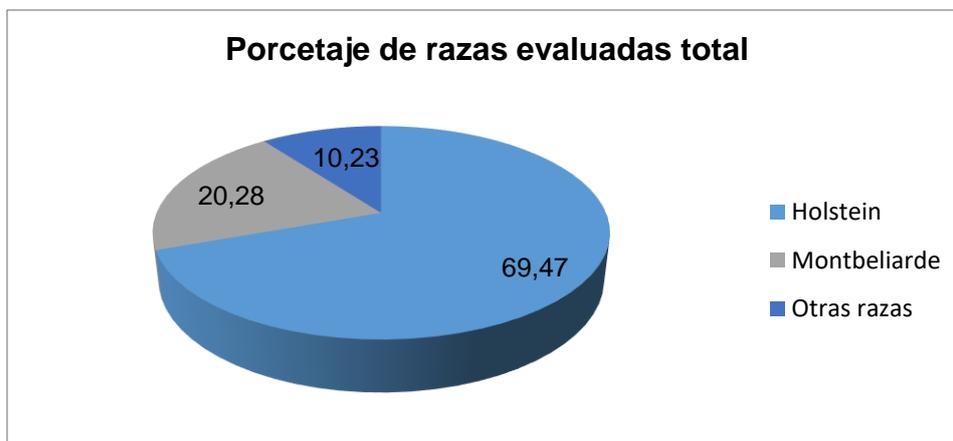
ANEXO A: MATERIALES

Tabla 34: Materiales de campo

Materiales de campo			
Materiales para aforos	• Muestras de pastos según la hacienda (ryegrass anual, ryegr	Materiales para pesaje de animales	• Semovientes bovinos
	• Cuadrante de 1m x 1m		• Cinta bovinométrica
	• Fundas plásticas		• Báscula digital con celdas marca VESTA capacidad 1500kg
	• Hoz		• Frascos plásticos esterilizados
	• Marcador		• Muestras de leche del tanque de enfriamiento
Materiales para toma de altura de forrajes	• Cinta métrica	3.2.1 Materiales para evaluar grasa y proteína en leche	• Muestras de Leche
	• Libreta de campo		• Equipo Ekomilk MLKANO KAM 98-2A
	• Esferográfico		• Soluciones Ekoday y Ekoweek
Materiales para recolección de muestras	• Alimento balanceado comercial o elaborado	Materia seca	• Agua destilada
	• Forrajes Conservados: henolaje, heno, ensilajes	Proteína	• Fundas de Papel
	• Fundas plásticas		• 6 Tubos de ensayo para micro Kjeldahl
Equipos utilizados en el laboratorio	• Balanza analítica KERN modelo 770, d=0,001g	Grasa	• Papel Parafina
	• Balanza digital Voyager modelo V1D170, d=0,1g		• 6 matraces de Erlenmeyer
	• Estufa marca: Shel Lab 200 °C		• 4 balones de destilación
	• Campana extractora de gases marca: JG REMADEL, model		• 4 sifones Soxhlet
	• Mufla marca: Furnace – Thermolyne, modelo:1500		• 8 mangueras de látex
	• Estufa marca: Shel Lab 200 °C		• 4 soportes universales
	• Planchas calentadoras Termolyne Modelo 2200		• Papel filtro
	• Incubadora		• 4 refrigerantes
	• Planchas de calentamiento CIMAREC	• Pinzas metálicas	
	• Micro Kjeldahl INKJEL modelo M	• Esferas de ebullición	
	• Destilador VELP Scientific modelo UDX 229	Reactivos	• Ácido bórico al 4%
	• Desecador de Vidrio de 250 mm		• Ácido sulfúrico concentrado
			• Ácido clorhídrico 0,1 N
	• Hidróxido de sodio al 32%		
	• Tabletas TT-35 Kjeldahl		
		• Solución indicadora	
		• Acetona	
		• Ácido clorhídrico 1 N	
		• Hidróxido de Sodio 1 N	
		• Agua destilada	

ANEXO B: RAZAS BOVINAS EVALUADAS

Gráfico 2 Porcentaje de razas bovinas evaluadas



ANEXO C: FORRAJES

Tabla 35 Descripción de especies evaluadas para cada ambiente

Ambientes	Especies evaluadas
1	Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) , ryegrass anual ^a (<i>Lolium multiflorum</i> , var. magnum), ryegrass híbrido ^a (<i>Lolium hybridum</i> , var. shogun) trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> , var. ladino gigante)
2	Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>), ryegrass híbrido ^a (<i>Lolium hybridum</i> , var. hasskn), trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> , var. emerald)
3	Ryegrass híbrido ^a (<i>Lolium hybridum</i> , var. hasskn), ryegrass anual ^a (<i>Lolium multiflorum</i> , var. Big Box) trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)
4	Ryegrass perenne ^a (<i>Lolium hybridum</i> , var. pastoral,) trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)
5	Ryegrass híbrido ^a (<i>Lolium hybridum</i> , var. trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>))
6	Ryegrass anual ^b (<i>Lolium multiflorum</i> , var. surrey), alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>), llantén (<i>Plantago major</i>), kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)
7	Ryegrass perenne ^b (<i>Lolium perenne</i> , var. boxer), ryegrass anual ^a (<i>Lolium multiflorum</i> var. magnum), trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)
8	Ryegrass híbrido ^a (<i>Lolium hybridum</i> , var. shogun), ryegrass anual ^a (<i>Lolium multiflorum</i>), trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>), achicoria (<i>Cichorium intybus</i>), kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)

Se localizo una “a” y una “b” para: ^a:tetraploide; ^b: diploide

ANEXO D: UBICACIÓN POLÍTICA

Tabla 36 Ubicación política de los 8 ambientes evaluados

Ubicación política de los 8 ambientes evaluadas en el presente proyecto						
Ambiente	Provincia	Cantón	Parroquia	Área promedio potrero evaluado, m²	Número de animales del rejo	Animales evaluados, en porcentaje
1	Pichincha	Quito	Amaguaña	8850,75	164	50,6
2	Pichincha	Mejía	Aloag	7641,25	194	47,9
3	Pichincha	Mejía	Aloag	3016,77	123	100
4	Pichincha	Mejía	Aloag	14000	405	49,6
5	Pichincha	Mejía	Aloag	8060,44	195	48,7
6	Pichincha	Mejía	Aloag	4212,32	35	100
7	Pichincha	Quito	Pifo	3985,75	47	100
8	Chimborazo	Riobamba	Quimiag	2128,31	73	100

m²: metros cuadrados

ANEXO E: UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Tabla 37 Ubicación geográfica de las 8 haciendas evaluadas en el presente proyecto

Ubicación geográfica de los 8 ambientes evaluadas en la presente investigación			
Ambientes	Altitud (msnm)	Latitud	Longitud
1	2830	0°22'S	78°27'O
2	2811	0°28'0" S	78°34'60" O
3	2800	0°28'0" S	78°34'60" O
4	2818	0°28'0" S	78°34'60" O
5	3054	0°28'0" S	78°34'60" O
6	3120	0°28'0" S	78°34'60" O
7	3100	0°13.791' S	78°31.497' O
8	3203	01°40'15"S	78°38'49"O

ANEXO F: UBICACIÓN ECOLÓGICA

Tabla 38 Ubicación ecológica de los 8 ambientes evaluados

Ubicación ecológica de los 8 ambientes evaluadas en la presente investigación				
Ambientes	Precipitación Media Anual mm	Temperatura media anual ° C	Humedad Relativa %	Clasificación Bioclimática
1	1489	14,7	78	Húmedo-templado
2	1044	12,4	77,6	Húmedo-templado
3	1044	12,4	77,6	Húmedo-templado
4	915	15,4	89	Húmedo-templado
5	1420	12,4	77,6	Húmedo-templado
6	987	12,6	77	Húmedo-templado
7	1250	10,3	94	Húmedo-templado
8	618	14,3	80	Húmedo-templado

mm: milímetros de agua, °C: grados Celcius, %=porcentaje.

Elaboración: los autores

(Ministerio del Ambiente, 2012)

ANEXO G: VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE FORRAJES IN SITU

Tabla 39 Estándares de calidad para henos de leguminosas y gramíneas % MS.

Calidad	PB	FAD	FND	dMS	MSI(%PV)	VRF
Extra	>18	<31	<41	>65	>3,0	>15
1	17-18	31-35	40-46	65-65	3,0-2,6	151-125
2	14-16	36-40	47-53	58-61	2,5-2,3	124-103
3	11-13	41-42	54-60	56-57	2,2-2,0	102-87
4	8-10	43-45	61-65	53-55	1,9-1,8	86-75
5	<8	>45	>65	<53	<1,8	<75

dMS=88,9-(0,799*FAD%) // MSI, %PV=120/FND% // VRF=(dMS*MSI)1,29

ANEXO H: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL PROMEDIO

Tabla 40: formulación de suplementos administrados en el ambiente 1

<i>Formulación de suplementos suministrados y porcentaje (%) de inclusión en la dieta durante cuatro pastoreos en el ambiente #1</i>				
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Ingredientes	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión
Balanceado Comercial	55,3	70,21	79,13	78,69
Pasto picado + melaza	-	-	-	16,97
Avena picada	21,7	12,84	-	-
Ensilaje de maíz	18,78	12,89	15,34	-
Sal	2,42	3,06	3,88	2,17
Grasa by pass	1,8	1,01	1,65	2,18

Tabla 41: Formulación de suplemento suministrado en el ambiente 2

<i>Formulación de suplementos suministrados y porcentaje (%) de inclusión en la dieta durante cuatro pastoreos en el ambiente #2</i>				
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Ingredientes	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión
Balanceado comercial	58,72	63,97	68,94	67,11
Ensilaje de avena	19,4	8,06	-	-
Palmiste	7,84	20,16	23,35	23,23
Grasa by pass	6,68	4,14	4,33	4,56
Sal desarrollo	5,27	2,14	1,79	2,82
Sal post parto	2,1	1,52	1,59	2,27

Tabla 42: Formulación de suplementos suministrados en el ambiente 3

<i>Formulación de suplementos suministrados y porcentaje (%) de inclusión en la dieta durante cuatro pastoreos en el ambiente #3</i>				
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Ingredientes	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión
Balanceado propio	49,29	59,21	79,9	77,09
Mixer	49,26	39,48	20,1	22,91
Sal	1,44	1,3	-	-

Tabla 43: Formulación de suplementos suministrados en el ambiente 4

<i>Formulación de suplementos suministrados y porcentaje (%) de inclusión en la dieta durante cuatro pastoreos en la finca 4</i>				
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Ingredientes	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión
TMR	90,2	89,42	86,28	84,71
Balanceado Propio	9,8	10,58	13,72	15,29

Tabla 44: Formulación de suplementos suministrados en el ambiente 5

<i>Formulación de suplementos suministrados y porcentaje (%) de inclusión en la dieta durante cuatro pastoreos en el ambiente # 5</i>				
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Ingredientes	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión
Balanceado	97,21	73,16	63,45	53,94
Avena picada	-	20,84	31,57	-
Ensilaje de maíz	-	-	-	22,98
Pasto picado	-	-	-	17,98
Sal	1,86	3,99	3,32	3,41
Grasa	0,93	2	1,66	1,7

Tabla 45: Formulación de suplemento suministrado en el ambiente 6

<i>Formulación de suplementos suministrados y porcentaje (%) de inclusión en la dieta durante cuatro pastoreos en el ambiente #6</i>				
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Ingredientes	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión
Heno de cebada	73,46	-	-	-
Balanceado comercial	25,69	78,93	87,27	96,8
Sal	0,85	2,61	2,89	3,2
Zanahoria picada	-	18,46	9,84	-

Tabla 46: Formulación de suplemento suministrado en el ambiente 7

<i>Formulación de suplementos suministrados y porcentaje (%) de inclusión en la dieta durante cuatro pastoreos en el ambiente #7</i>				
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Ingredientes	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión
Palmiste	63,06	59,21	35,83	44,35
Balanceado	34,98	38,85	29,23	34,43
Morochillo	-	-	31,59	18,61
Sal	1,96	1,95	3,35	2,61

Tabla 47: Formulación de suplemento suministrado en el ambiente 8

<i>Formulación de suplementos suministrados y porcentaje (%) de inclusión en la dieta durante cuatro pastoreos en el ambiente #8</i>				
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Ingredientes	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión	% de Inclusión
Balanceado comercial	73	57,22	61,67	76,36
Henolaje de pasto	25,14	41,16	35,98	19,75
Sal	1,8	1,57	2,28	3,77
Ácidos húmicos	0,06	0,05	0,07	0,12

ANEXO I: PARÁMETROS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LOS FORRAJES

Tabla 48: Parámetros para evaluar la calidad de los forrajes

TIPO DE FORRAJE	MOMENTO ÓPTIMO DE RECOLECCIÓN
Forrajes henificados	
Leguminosas	Abotonamiento, 10% de floración
Hierba	Encañado al espigado (20-30 cm)
Mezclas	Según estado de leguminosa
Forrajes Ensilados	
Maíz	Pastoso a vítreo (60-70% Hpe)
Cebada, Centeno	Principio floración o pastoso-blando

Tabla 49: Composición nutricional de pastos de la sierra en época lluviosa a los 30 días de corte

	MS	Proteína	Fibra	FDN	FDA	Grasa	Cenizas	DIVMS	EM
	%	%	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg MS
Ryegrass anual var. Moata	17,56	10,93	20,75	40,78	22,51	3,41	11,94	69,03	2,49
Ryegrass anual var Rey Verde	21,71	10,32	19,94	40,66	28,14	3,81	11,65	66,98	2,42
Ryegrass bianual var. Arroyo	18,65	10,73	21,56	41,26	26,41	3,66	11,38	68,33	2,47
Ryegrass bianual var. Maverick	20,17	9,75	22,29	42,96	28,41	3,41	11,38	66,77	2,41
Ryegrass perenne var. Banquet	20,46	11,91	23,11	44,97	28,71	6,68	11,7	66,53	2,4
Ryegrass perenne var. Gigant	20,69	10,7	21,43	39,73	26,73	4,34	11,43	68,1	2,46
Ryegrass perenne var. Kingston	21,02	11,26	22,13	43,91	30,83	6,26	11,2	64,88	2,34
Ryegrass perenne var. ONE-50	20,63	12,48	23,76	43,83	28,86	4,97	10,61	66,42	2,4
Trébol blanco var. Emerald	24,72	15,31	21,4	46,71	24,73	3,77	9,48	69,64	2,51
Trébol blanco var. Ladino	24,76	12,68	22,95	43,76	24,19	3,1	25,13	70,06	2,53
Trébol blanco var. Tribute	16,73	25,05	15,71	33,07	32,15	4,87	9,8	63,86	2,34
Trébol rojo var. Keenland	14,95	24,57	17,18	34,58	31	4,46	9,91	64,75	2,34
Pasto Azul var. Potomac	18,97	15,58	24,73	47,64	29,75	4,72	14,12	65,72	2,37

ANEXO J: COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Tabla 50: Composición botánica promedio de pasturas de los 8 ambientes

<i>Composición botánica promedio en porcentaje (%) de pasturas de 8 Ambiente de la sierra ecuatoriana durante cuatro pastoreos en el periodo octubre 2017 -</i>						
Ambientes	Gramíneas	Leguminosa s	Malezas	Gramíneas	Leguminosa s	Malezas
1	98	0,25	1,751	98,6	0,54	0,851
2	97,34	0,82	1,831	97,64	0,95	1,411
3	93,4	2,56	4,041	97,31	0,85	1,841
4	97,17	0,08	2,751	98,74	0,07	1,201
5	84,1	14,95	0,952	89,11	9,68	1,212
6	75,06	11,86	13,083	92,2	1,84	5,963
7	87,92	9,02	3,074	94,41	3,28	2,314
8	82,36	12,03	5,611	89,85	5,02	5,131
Media	89,42	6,45	4,14	94,73	2,78	2,49
Mediana	90,66	5,79	2,91	95,86	1,4	1,63
Máximo	98	14,95	13,08	98,74	9,68	5,96
Mínimo	75,06	0,08	0,95	89,11	0,07	0,85
D.E.	8,44	6,15	3,9	3,93	3,23	1,95
CV	9,44	95,47	94,28	4,15	116,37	78,36

ANEXO K: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL PROMEDIO

Tabla 51: Composición nutricional promedio de pastos

<i>Composición nutricional promedio en porcentaje (%) de pasturas de 8 ambientes de la sierra ecuatoriana durante cuatro pastoreos durante el periodo de octubre 2017 - abril 2018</i>							
Hacienda	MS	PC	FB	EE	Ceniza	MO	ELN
1	15,54	16,83	21,4	2,67	12,95	87,05	46,16
2	21	16,67	20,57	2,19	12,88	87,12	47,7
3	16,83	19,89	19,13	3,68	13,79	86,21	43,51
4	16,64	26	17,91	4,57	13,71	86,29	37,8
5	14,87	20,93	19,87	2,38	12,58	87,42	44,23
6	19,23	17,98	17,06	2,01	12,97	87,03	49,98
7	19,95	16,77	20,76	2,27	12,39	87,61	47,81
8	17,4	18,39	19,63	3,18	12,26	87,74	46,54
Media	17,68	19,18	19,54	2,87	12,94	87,06	45,47
Mediana	17,12	18,19	19,75	2,53	12,92	87,09	46,35
Máx.	21	26	21,4	4,57	13,79	87,74	49,98
Mín.	14,87	16,67	17,06	2,01	12,26	86,21	37,8
D.E.	2,17	3,16	1,47	0,89	0,56	0,56	3,72
CV	12,27	16,46	7,52	30,85	4,35	0,65	8,17

Tabla 52: Composición nutricional promedio de suplemento

<i>Composición nutricional en porcentaje (%) de suplementos alimenticios de 8 ambientes de la sierra ecuatoriana durante cuatro pastoreos en el periodo octubre 2017 - abril 2018</i>							
Hacienda	MS	PC	FB	EE	Ceniza	MO	ELN
1	96,44	12,75	12,72	4,09	11,2	88,8	59,25
2	96,69	13,8	10,55	4,44	12,45	87,55	58,76
3	95,74	10,87	16,14	2,51	12,02	87,98	58,47
4	96,45	13,09	15,58	4,78	7,98	92,02	58,58
5	95,87	14,27	14,86	3,81	16,27	83,73	50,78
6	96,59	14,03	10,84	2,4	12,36	87,64	60,37
7	96,18	12,39	12,2	2,75	9,28	90,72	63,38
8	95,65	13,59	18,21	2,84	9,65	90,35	55,7
Media	96,2	13,1	13,89	3,45	11,4	88,6	58,16
Mediana	96,31	13,34	13,79	3,33	11,61	88,39	58,67
Máx.	96,69	14,27	18,21	4,78	16,27	92,02	63,38
Mín.	95,65	10,87	10,55	2,4	7,98	83,73	50,78
D.E.	0,4	1,11	2,73	0,94	2,55	2,55	3,67
CV	0,42	8,44	19,66	27,12	22,34	2,88	6,32

ANEXO L: ANÁLISIS DE METALES EN PASTOS Y SUPLEMENTOS

Análisis de metales en pastos y suplemento																	
	Al (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Fe (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Na (mg/kg)	Ni (mg/kg)	P (mg/kg)	V (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Hacienda El Orbe	861,5	33,7	27309,5	0,3	1,2	31,7	8,2	630,5	55818,1	4937,2	155,2	2,4	9430,7	3,7	21410,7	4,3	101,9
Hacienda El Orbe	861,5	33,7	27309,5	0,3	1,2	31,7	8,2	630,5	55818,1	4937,2	155,2	2,4	9430,7	3,7	21410,7	4,3	101,9
Hacienda El Orbe	883,3	33,2	27413,2	0,2	1,2	29,1	7,9	627,6	55775,1	5092,1	164,6	2,4	9412,4	5,5	21399,2	4,6	104,3
Hacienda El Orbe	883,3	33,2	27413,2	0,2	1,2	29,1	7,9	627,6	55775,1	5092,1	164,6	2,4	9412,4	5,5	21399,2	4,6	104,3
Hacienda Gualilagua	688,8	19,6	19248,7	0,2	0,2	32,9	4,8	1049,9	48718,4	4046	188,9	1,1	6394	2,6	13761,3	2,7	99,9
Hacienda Gualilagua	688,8	19,6	19248,7	0,2	0,2	32,9	4,8	1049,9	48718,4	4046	188,9	1,1	6394	2,6	13761,3	2,7	99,9
Hacienda Gualilagua	767,2	20,4	19768,6	0,2	0,2	33	4,3	1066,9	48187	4757,2	190,5	1,1	6798,1	2,5	13734,3	2,7	333,2
Hacienda Gualilagua	767,2	20,4	19768,6	0,2	0,2	33	4,3	1066,9	48187	4757,2	190,5	1,1	6798,1	2,5	13734,3	2,7	333,2
Hacienda La Calera	2630	49,4	15317,3	0,4	1,2	32,9	7,1	1293	55472,4	6446,9	157,1	1,1	4594,4	3,1	13446,4	5,5	206
Hacienda La Calera	2630	49,4	15317,3	0,4	1,2	32,9	7,1	1293	55472,4	6446,9	157,1	1,1	4594,4	3,1	13446,4	5,5	206
Hacienda La Calera	2380,8	34,8	13474,4	0,4	1,1	29,8	6,2	1176,8	65583,5	7135,4	149,8	1,7	4162,1	2,1	14615,3	5,2	197,4
Hacienda La Calera	2380,8	34,8	13474,4	0,4	1,1	29,8	6,2	1176,8	65583,5	7135,4	149,8	1,7	4162,1	2,1	14615,3	5,2	197,4
Hacienda Sausalito	1992,2	41	10574,9	0,3	0,9	248,9	18,1	956,6	63601	5387,4	170,1	2,5	2842,9	2,3	11048,4	5,2	246,2
Hacienda Sausalito	1992,2	41	10574,9	0,3	0,9	248,9	18,1	956,6	63601	5387,4	170,1	2,5	2842,9	2,3	11048,4	5,2	246,2
Hacienda Sausalito	4115,8	63,3	12502,3	0,4	1,2	248,6	19,8	1768,5	75746,1	7316,1	186,3	2,1	3892,7	2,3	11082,4	7,5	273
Hacienda Sausalito	4115,8	63,3	12502,3	0,4	1,2	248,6	19,8	1768,5	75746,1	7316,1	186,3	2,1	3892,7	2,3	11082,4	7,5	273
Hacienda Guagrabamba	1287,1	58,3	36070,7	0,3	1,4	410,4	9,2	1137,6	51228,6	6854	135,4	3,2	5177,9	4,6	14803,9	6,2	512,3
Hacienda Guagrabamba	1287,1	58,3	36070,7	0,3	1,4	410,4	9,2	1137,6	51228,6	6854	135,4	3,2	5177,9	4,6	14803,9	6,2	512,3
Hacienda Guagrabamba	1024,4	53,5	35927,9	0,3	1,3	412,9	7,7	960,2	52761,5	6126,6	129,8	3,7	5399,4	4,2	14939,7	5,8	507,9
Hacienda Guagrabamba	1024,4	53,5	35927,9	0,3	1,3	412,9	7,7	960,2	52761,5	6126,6	129,8	3,7	5399,4	4,2	14939,7	5,8	507,9
Hacienda Rumipungo	714,3	56,6	21812,6	0,2	1,8	89,9	4,2	839,8	54943,7	4425,6	298,2	1,8	3486,2	3	14959	5,8	341,1
Hacienda Rumipungo	714,3	56,6	21812,6	0,2	1,8	89,9	4,2	839,8	54943,7	4425,6	298,2	1,8	3486,2	3	14959	5,8	341,1
Hacienda Rumipungo	493,7	49	21519,3	0,2	1,8	92	3,3	761,4	52931,9	4543,6	297,9	1,7	2934,3	4,2	16865,9	5,7	356,4
Hacienda Rumipungo	493,7	49	21519,3	0,2	1,8	92	3,3	761,4	52931,9	4543,6	297,9	1,7	2934,3	4,2	16865,9	5,7	356,4
Hacienda Paluguillo	252,8	35,1	12710,1	0	0,1	10,9	1,1	446,1	35293,2	4462,6	97,1	2,4	4534,5	1,4	14745	0,6	66,9
Hacienda Paluguillo	252,8	35,1	12710,1	0	0,1	10,9	1,1	446,1	35293,2	4462,6	97,1	2,4	4534,5	1,4	14745	0,6	66,9
Hacienda Paluguillo	291,2	32,1	13109,2	0,1	0,1	9,3	1	473	40373,5	4965,8	78,7	2,5	4768,2	2,3	14999,7	0,9	71,9
Hacienda Paluguillo	291,2	32,1	13109,2	0,1	0,1	9,3	1	473	40373,5	4965,8	78,7	2,5	4768,2	2,3	14999,7	0,9	71,9
Hacienda Balcashi	479,1	28,5	11269,3	0,2	0,2	35,2	3	357,9	71511,9	4394,7	95,9	2	4285,7	2,1	13178,3	3,6	127,7
Hacienda Balcashi	479,1	28,5	11269,3	0,2	0,2	35,2	3	357,9	71511,9	4394,7	95,9	2	4285,7	2,1	13178,3	3,6	127,7
Hacienda Balcashi	598	31,7	14727,3	0,2	0,3	36	3,1	460,7	48598,5	4318,5	146,7	1	4750,5	2	10299,8	3,8	136,7
Hacienda Balcashi	598	31,7	14727,3	0,2	0,3	36	3,1	460,7	48598,5	4318,5	146,7	1	4750,5	2	10299,8	3,8	136,7

