

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de dos parámetros productivos en tres agroecosistemas dedicados a la producción de leche bovina de la Finca San Vicente en la Parroquia El Carmelo-Carchi-Ecuador.”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTORA: Cristina Janina López Castro

TUTOR: DMVZ. Luis Rodrigo Balarezo Urresta M.Sc.

TULCÁN - ECUADOR

2018

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Cristina Janina López Castro con el número de cédula 0401325352 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de dos parámetros productivos en tres agroecosistemas dedicados a la producción de leche bovina de la Finca San Vicente en la Parroquia El Carmelo-Carchi-Ecuador”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

.....

DMVZ. Luis Rodrigo Balarezo Urresta M.Sc

.....

Ing. Hernán Rigoberto Benavides Rosales M.Sc

Tulcán, 17 de octubre del 2018

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniera de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Cristina Janina López Castro con cédula de identidad número 0401325352 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....

Cristina Janina López Castro

Tulcán, 17 de octubre del 2018

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cristina Janina López Castro declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación de dos parámetros productivos en tres agroecosistemas dedicados a la producción de leche bovina de la Finca San Vicente en la Parroquia El Carmelo-Carchi-Ecuador” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

.....

Cristina Janina López Castro

Tulcán, 17 de octubre del 2018

AGRADECIMIENTO

“El agradecimiento es la memoria del corazón” (Lao Tse)

Agradezco infinitamente a Dios por bendecirme, por su protección y guía, por brindarme la fuerza que me permiten ahora llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y momentos difíciles a lo largo de mi carrera e historia de vida.

A mis padres por ser mi apoyo en todo momento, por ser mis consejeros de vida, por su cariño y motivación constante lo que ha permitido ser una persona luchadora en alcanzar mis metas y objetivos, pero más que nada por el amor brindado.

A Oswaldo Aguilar mil gracias por su apoyo, compañía y amor incondicional a lo largo de mi carrera.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por abrirme sus puertas por que en sus aulas recibí las más gratas enseñanzas de las que hoy en día me brindan la oportunidad de terminar mi formación profesional.

A mis distinguidos maestros de mi querida EDIA mil gracias por sus enseñanzas por ser mi guía en la academia por aportar un granito de arena a mi formación, de manera especial a mi tutor DMVZ. Luis Balarezo M.Sc. y lector Ing. Hernán Benavides M.Sc. que con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación han logrado en mí la culminación de mi trabajo de tesis.

Al Sr. Oswaldo Benavides, gracias por abrirme las puertas de la Finca San Vicente y confiar en las capacidades para la implementación y realización de mi trabajo de tesis.

A mis amigos Cinthya, Lisseth, Salma y David por formar y fortalecer una hermosa amistad llena de cariño, alegrías, tristezas y apoyo incondicional en el caminar de mi carrera universitaria

Cristina Janina López Castro

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a:

A mis padres Julio López y Blanquita Castro quienes me han acompañado durante mi proceso de crecimiento profesional, inculcando valores y deseos de superación lo que ha permitido llegar hasta aquí.

A mis hermanitos Brian y Carito a los que adoro con mi corazón y quienes día a día me demuestran su cariño y apoyo incondicional quienes se han convertido en mi inspiración de superación.

A mis abuelitos Rafael Castro, Teresita Pabón, Bolívar López y Teresita Cadena, por compartir momentos significativos conmigo, por su demostración de cariño, apoyo y la gran fe que tiene en mí.

Cristina Janina López Castro

ÍNDICE

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR	i
AUTORÍA DE TRABAJO	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
I. PROBLEMA.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.4.3 Preguntas de Investigación	3
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS / Revisión de la literatura.....	4
2.2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.2.1 Situación de la producción de leche a nivel nacional.....	5
2.2.1.1 Aporte de la producción de leche en la Región Sierra	7
2.2.2 Producción de leche.....	7
2.2.2.1 Factores que influyen en la producción de leche.....	8
2.2.2.2 Etapas productivas de la lactancia	9
2.2.2.3 Curva de lactancia.....	9
2.2.2.3.1 Componentes de la curva de lactancia.....	10
2.2.2.3.2 Factores que influyen en la curva de lactancia	11
2.2.3 Componentes químicos de la leche	12
2.2.3.1 Grasa.....	12

2.2.3.2 Proteína.....	13
2.2.3.3 Sólidos totales y sólidos no grasos en leche	13
2.2.3.4 Densidad	14
2.2.3.5 Punto de congelación (FP).....	14
2.2.4 Agroecosistema	14
2.2.4.1 Los agroecosistemas silvopastoriles una técnica ecológica para la producción láctea	15
2.2.4.2 Agroecosistemas silvopastoril Acacia asociada con pasto	15
2.2.4.3 Sistema silvopastoril Aliso asociada con Pasto.....	15
II. METODOLOGÍA	16
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	16
3.1.1. Enfoque.....	16
3.1.2. Tipo de Investigación	16
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER	16
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	17
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	18
3.4.1 Características del área de estudio.....	18
3.4.1.1 Ubicación Geográfica	18
3.4.1.2 Datos climáticos de la zona	18
3.4.2 Población y muestra de la investigación	18
3.4.2.1 Población	18
3.4.2.2 Muestra	18
3.4.3 Variables en estudio	19
3.4.3.1 Variable independiente	19
3.4.3.2 Variable dependiente	19
3.4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	20
3.4.4.1 ANCOVA	21
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. RESULTADOS.....	22

4.1.1	Resultado de las curvas de lactancia reales en los tres Agroecosistemas.....	22
4.1.2	Resultado del ajuste de las curvas de lactancia (Modelo de Wood) en los tres Agroecosistemas.....	22
4.1.2	Curvas contrapuestas de la lactancia real, ajustada y potencial del agroecosistema silvopastoril Aliso.....	23
4.1.4	Curvas contrapuestas de la lactancia real, ajustada y potencial del Agroecosistema silvopastoril acacia.	24
4.1.5	Curvas contrapuestas de la lactancia real, ajustada y potencial Agroecosistema Pasto	25
4.1.6	Análisis de Covarianza	26
4.1.2.	Componentes químicos de la leche	28
4.1.2.1.	Densidad y grasa.....	28
4.1.2.2	Densidad y sólidos no grasos (SNF)	30
4.1.2.3	Densidad y total de sólidos (TDS).....	31
4.1.2.4	Densidad y proteína	33
4.1.2.5	Densidad y punto de congelación de la leche (FP).....	34
4.2.	DISCUSIÓN	36
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
5.1.	CONCLUSIONES	39
5.2.	RECOMENDACIONES	40
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	I
VII.	ANEXOS.....	VIII

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Número de vacas ordeñadas, producción y destino de la leche, según región y provincia.	7
Tabla 2	Definición y operacionalización de variables.....	17
Tabla 3	Cuadro referencial de curvas de lactancia ajustadas; para vacas Holstein. Cuba – 2010.	20
Tabla 4	Método estadístico ANCOVA.....	21

Tabla 5 ANCOVA de la investigación de la variable curvas de lactancia de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	27
Tabla 6 ANCOVA de la investigación de la variable contenido de grasa (%) de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	29
Tabla 7 ANCOVA de la investigación de la variable sólidos no grasos – SNF (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	30
Tabla 8 ANCOVA de la investigación de la variable total de sólidos – TDS (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	32
Tabla 9 ANCOVA de la investigación de la variable proteína (%) de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	33
Tabla 10 ANCOVA de la investigación del variable punto de congelación de la leche (FP ° C) de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	35
Tabla 11 Rangos de significación estadística de las medias de las variables en la investigación de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1, Silvopastoril 2 y Pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relación entre los días de lactancia (DL) y litros / vaca / día ($L V^{-1} D^{-1}$) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P) de la investigación en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	22
Figura 2 Curvas Ajustada Wood de lactancia de los tres Agroecosistemas evaluados; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P) en la investigación. El Carmelo – Tulcán, 2018.	23
Figura 3 Modelo de Wood de la relación entre los días de lactancia (DL) y litros / vaca / día ($L V^{-1} D^{-1}$) del agroecosistema Silvopastoril 1 (Silvo 1) comparado con sus curvas de lactancia potencial y real de la investigación en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	24
Figura 4 Modelo de Wood de la relación entre los días de lactancia (DL) y litros / vaca / día ($L V^{-1} D^{-1}$) del Agroecosistema Silvopastoril 2 (Silvo2) comparado con sus curvas de lactancia no ajustada (A), ajustada, potencial y real (B) de la investigación en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	25
Figura 5 Modelo de Wood de la relación entre los días de lactancia (DL) y litros / vaca / día ($L V^{-1} D^{-1}$) del agroecosistema Pasto (P) comparado con sus curvas de lactancia potencial y real de la investigación en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	26
Figura 6 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística para la interacción meses x agroecosistemas (M x E), para la variable litros vaca día – $LV^{-1}D^{-1}$ de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	28
Figura 7 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística de la interacción meses x agroecosistemas (M x E) para la variable grasa (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	29
Figura 8 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística de la interacción meses x agroecosistemas (M x E) para la variable sólidos no grasos SFN (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	31
Figura 9 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística de la interacción meses x agroecosistemas (M x E) para la variable sólidos totales TDS (%) de tres	

Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018	32
Figura 10 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística de la interacción meses x agroecosistemas (M x E) para la variable proteína (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.	34
Figura 11 Prueba de significación Tukey al 0.05 de significancia estadística para la variable punto de congelación de la leche (FP ° C) de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.....	35

RESUMEN

Se evaluaron dos parámetros productivos litros – vaca – día ($LV^{-1}D^{-1}$), para la determinación de las curvas de lactancia de tres agroecosistemas silvopastoriles establecidos en la finca “San Vicente” de la parroquia el Carmelo de la provincia del Carchi del Ecuador. Se utilizaron 30 unidades bovinas (UBA) en tercera lactancia (3L), distribuidas, 10 en el agroecosistema silvopastoril 1 (S1) Aliso (*Alnus acuminata*) + Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), 10 UBA en el agroecosistema silvopastoril 2 (S2) Acacia (*Acacia melanoxylon*) + Kikuyo y 10 UBA en el agroecosistema control (P) Kikuyo, se registraron los datos de producción de leche en litros (L) durante 7 meses, donde se ajustaron las curvas de lactancia para observar el efecto de cada ecosistema y adicionalmente se realizaron pruebas de laboratorio de los componentes químicos de la leche para esta investigación. Las curvas de lactancia para la producción de leche, estimadas por el modelo de Wood, presentaron los mejores valores en los criterios de comparación empleados, sobresaliendo los agroecosistemas silvopastoriles S1 y S2 en relación al agroecosistema Pasto. En las variables de composición química la densidad de la leche mostró ser significativa como covariable para el modelo de ANCOVA, determinando que los agroecosistemas silvopastoriles mejoran los componentes químicos de la leche (grasa, proteína, SNF, TDS) en relación al agroecosistema Pasto.

Palabras clave: Agroecosistemas, silvopastoriles, lactancias

ABSTRACT

Two productive parameters were evaluated: liters - cow - day ($LV^{-1}D^{-1}$), and chemical components, for the determination of the lactation curves of three silvopastoral agroecosystems established in the "San Vicente" farm of the Carmelo parish in Carchi province of Ecuador, 30 bovine units (UBA) were evaluated in third lactation (3L), distributed, 10 in the silvopastoral agroecosystem 1 (S1) (Aliso - *Alnus acuminata* + Kikuyo - *Pennisetum clandestinum*), 10 UBA in the silvopastoral agroecosystem 2 (S2) (*Acacia melanoxylon* + Kikuyo - *Pennisetum clandestinum*) and 10 UBA in the control agroecosystem (P) Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), the data of production of milk were registered in liters (L) for 7 months, where the lactation curves were adjusted to observe the effect of each ecosystem and additionally some laboratory tests of the parameters considered of milk quality were carried out for this investigation. The breastfeeding curves of milk production, estimated by Wood's model, presented the best values in the comparison criteria used. In the laboratory tests the milk density showed to be significant as a covariate for the ANCOVA model. Determining that silvopastoral agroecosystem improve the chemical components of milk (fat, protein, SNF, TDS) in relation to the agroecosystem Grass.

Keywords: Agroecosystems, silvopastoral, lactation

INTRODUCCIÓN

La producción de leche, desde los últimos años ha presentado una dinámica social y económica para el Ecuador y la gran mayoría de sus provincias andinas, aproximadamente se dedican 3,5 millones de hectáreas a la producción de leche; la mayor concentración está en la Sierra con el 77,21 % del total nacional, seguido de la Costa con el 17,96 % y el Oriente con el 4,82 % (AGSO, 2015).

En la actualidad el promedio de producción en el Ecuador es 7,69 litros diarios un valor relativamente bajo si nos comparamos con nuestros países vecinos como Colombia y Brazil con promedios de 14,2 y 16 litros diarios respectivamente. El Carchi es la provincia con mayor producción lechera de la Zona 1, generando 292 623 litros diarios, según datos del (Instituto Nacional de Estadística y Censos , 2015).

En estas últimas décadas la industria lechera está interesada por obtener altos niveles de producción y calidad, lo cual se viene logrando en base a la combinación de los factores que inciden en ella, una nutrición eficiente, un buen manejo, el bienestar animal, la intensa selección genética y mejorar los niveles de sólidos en la leche (Alvarado & Raigosa, 2012).

En el Ecuador, la mayoría de los sistemas ganaderos se desarrollan bajo condiciones de un pastoreo convencional donde predomina el monocultivo de gramíneas y ausencia de árboles, revelando una baja oferta de sombrero, calidad de las pasturas y sus niveles de proteína y grasa en la leche (Villalobos *et al.*, 2016).

Por tal motivo la presente investigación tiene el objetivo de evaluar dos parámetros productivos en tres agroecosistemas dedicados a la producción de leche bovina de la Finca San Vicente en la Parroquia El Carmelo-Carchi-Ecuador, considerada una provincia netamente ganadera ya que posee 93 784 bovinos con una producción lechera actual de 437 094 litros diarios, taza que va en incremento anualmente (Montero, 2011).

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la mayor parte de países Suramericanos el análisis de parámetros productivos ($LV^{-1}D^{-1}$, curvas de lactancia, grasa, proteína, SNF, TDS y FP) aún es subestimado en las explotaciones lecheras provocando un descenso en los precios de venta, niveles potenciales de productividad y calidad de la leche (Hernández,2010). Por otro lado en países como Nueva Zelanda, Australia, EEUU, México y Brasil presentan un manejo riguroso en cuanto a controlar sus parámetros productivos lo que ha permitido convertirlos en países líderes, debido a sus elevados promedios de producción y a su buena calidad de leche (Cañas, Cerón, & Corrales, 2013).

En el Ecuador se está iniciando con los estudios respectivos en diferentes provincias de la Región Sierra como Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo donde define que una de las características comunes en los sistemas de producción de leche, es la ausencia de registros productivos, lo que ha dificultado realizar un análisis adecuado del sistema, por ende, determinar las diferentes curvas de lactancia y evaluar la calidad de la leche (Rivera, 2006).

En la provincia del Carchi no existen estudios sobre el análisis y utilización de los parámetros productivos que sirven para la evaluación y mejora de los sistemas ganaderos. Razón por la cual el ganadero no conoce a ciencia cierta el pico de producción, descenso de la misma y valores de composición láctea. Lo que ha causado en el ámbito ganadero tomar decisiones empíricas ya que no existe el conocimiento tecnificado a la hora de la selección o descarte de los animales tan solo se basa en factores eminentes como la edad, la improductividad e infertilidad razones por las cuales la ganadería en la provincia no tiene un crecimiento notable.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La falta de herramientas de evaluación para la producción y calidad de leche no ha permitido la valoración de los sistemas ganaderos?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación busca mediante la fundamentación de bases teóricas-prácticas y con la ayuda de resultados, evaluar la productividad lechera basándose en parámetros de calidad (componentes químicos de la leche y $LV^{-1}D^{-1}$) estableciendo una herramienta para el ganadero con la finalidad de optimizar recursos, mejorar la producción láctea con el propósito de llevar una ganadería sustentable.

Según el Censo Agropecuario Nacional del año 2016, la producción diaria de leche a nivel nacional se sitúa en 5 596 361 litros de leche diarios. En la Sierra se producen el 73 % de la producción nacional, un 19 % en la Costa y en el Oriente un 8 % (Ruiz, 2006). En la provincia del Carchi representa el 4,79 % es decir 292 623 litros diarios, consecuentemente es de gran importancia mejorar la producción y calidad de la leche, por lo tanto la ganadería en el Ecuador tiene un gran potencial en la economía ya que se trata de producir leche a un bajo precio conservando sus índices de calidad.

Por lo tanto el análisis de los parámetros productivos es esencial, para cualquier sistema lechero debido a que al conocerse las falencias en la calidad y el volumen de producción pueden mejorarse a través de la alimentación con pastos de calidad, la inclusión de razas de alta producción y un adecuado manejo sanitario.

Para dar solución a esta interrogante se plantea el uso de herramientas útiles como es la función gama incompleta o curva de Wood (1967) y el análisis de composición química de la leche, los cuales ayudaran al mejoramiento productivo de la ganadería por medio de la determinación y análisis de las curvas de lactancias, que en nuestra zona no se utilizan ya sea por desconocimiento, poco interés del ganadero o simplemente no sabe cómo hacerlo, por tal razón este estudio pretende dar una pauta de inicio para que se sigan realizando investigaciones con el fin de generar una mayor producción lechera ya que el manejo de estas herramientas nos permiten valorar y mejorar el manejo del hato ganadero además de ser una instrumento de selección de animales de mayor productividad.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación sustenta que el 26 % de la superficie de la tierra se dedica a las pasturas y representan un factor mayoritario de deforestación. Además, sostiene que del total de gases invernaderos del

planeta, el 18 % los produce la ganadería. De tal forma se pretende mitigar el impacto que esta actividad genera en el ambiente por lo tanto se solicita implementar una sostenibilidad ganadera promoviendo la conservación de nuestros recursos naturales mediante la implementación de agroecosistemas silvopastriales (FAO, 2013).

1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Evaluar dos parámetros de productividad en tres agroecosistemas dedicados a la producción de leche bovina.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Establecer un registro productivo del hato ganadero
- Obtener las curvas de lactancias mediante un análisis estadístico
- Determinar el mejor agroecosistema en relación a productividad y calidad de la leche
- Analizar los componentes químicos referentes a la calidad de la leche

1.4.3 Preguntas de Investigación

¿Las curvas de lactancias que proyectan?

¿Qué método estadístico es el apropiado para la zona de estudio?

¿Cuáles son los indicadores de calidad referente a los sólidos de la leche?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Con el objetivo de identificar datos secundarios, específicamente en antecedentes investigativos se han encontrado tesis y artículos que tienen gran relevancia con el tema de investigación.

Quevedo (2014) evaluó el efecto de un sistema silvopastoril sobre la calidad de leche comparado con un sistema de producción convencional, además cuáles factores de la planta afectan los niveles de grasa y proteína en la leche, utilizando las pasturas botón de oro y pasto estrella. Donde se determinó que el sistema silvopastoril mejora valores de grasa y proteína de la leche comparada con un sistema de producción convencional.

Según Palacios *et al.*, (2016) el objetivo fue estudiar y modelar las curvas de lactancia individuales en vacas Siboney, comparando cuatro modelos matemáticos, Wood, Wilmink, Ali-Schaeffer y Polinomios de Legendre. Se obtuvieron valores de $R^2 > 0,75$ en 23, 24, 28 y 36 % de las lactancias para los modelos de Wood, Wilmink, Ali-Schaeffer y Polinomios de Legendre, respectivamente. Los modelos de Wood y Wilmink describieron cuatro tipos de curvas; y los modelos de Ali-Schaeffer y los Polinomios de Legendre 17 y 20, de los 32 grupos teóricos posibles. Las correlaciones entre los parámetros para la función de Ali-Schaeffer fueron superiores a las estimadas para los polinomios de Legendre. Las funciones propuestas representaron las diferentes formas entre curvas de lactancia y en especial, los modelos de cinco parámetros detectaron mayor diversidad que el resto de las funciones.

Barragán, Mahecha, & Cajas (2016) evaluó el efecto de tres arreglos silvopastoriles conformados por pasto-arbusto, pasto-arbóreas y pasto-arbusto-arbóreas, en la producción y calidad composicional de la leche, comparados con una pradera sin árboles. No se registraron diferencias significativas entre los tratamientos para los parámetros de modelo de Wood, producción al pico y tiempo al pico de producción en la lactancia. Sin embargo presentó efecto significativo de la producción de leche por ha, indicando que el tratamiento silvopastoril que incluye especies arbustivas, registró la mayor producción de leche con un valor de $12,8 \text{ LV}^{-1}\text{D}^{-1}$. No se presentaron efectos significativos del tratamiento sobre la calidad composicional de la leche. Los resultados indicaron que el arreglo silvopastoril que

incluye arbustos resultó mayor productor de leche por unidad de superficie, determinando que puede estar influenciado por la mejora de su dieta alimenticia y mayor capacidad de carga.

Según Alquina & Guamán (2012) con el objetivo de determinar el comportamiento de las curvas de lactancia en vacas Holstein Friesian en el Centro Académico Docente Experimental “La Tola” ubicada en Tumbaco – Pichincha. Para obtener los resultados se utilizó el modelo matemático de Wood ($Y_x = a \cdot t^x \cdot e^{-cx}$) usando el programa MATLAB donde los coeficientes encontrados fueron: a 24,35, 18,51 y 13,15 para el grupo 1, 2 y 3 respectivamente. Los coeficientes b que señalan la tendencia ascendente de la curva para los mismos grupos fueron de 0,12, 0,25 y 0,23 respectivamente; y c: 0,04, 0,02 y 0,02 respectivamente. Estos resultados no muestran diferencias estimables en las pendientes de las curvas antes y después del pico de lactancia, lo cual propone que las condiciones de manejo y alimentación de la ganadería, son similares para cada uno de los grupos.

Según Cerino & Rapalo (2014) tuvo como objetivo la estimación de las curvas de lactancia en rodeos lecheros para épocas frías y calurosas basado en modelos no lineales. Donde se proponen 2 modelos: Wood con 3 parámetros y Milkbot con 4 para estimar las curvas de producción. Donde se obtuvo los siguientes resultados a producción de leche en vacas que paren en épocas frescas tiene una mayor producción de leche hasta el día 230 aproximadamente. Para estas vacas el pico de lactancia se da en el día 57 con una producción de $33,64 \text{ LV}^{-1}\text{D}^{-1}$, mientras que para las vacas que paren en épocas calurosas el pico se da también en el mismo día, pero con una producción $30,73 \text{ LV}^{-1}\text{D}^{-1}$.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Situación de la producción de leche a nivel nacional

Durante la última década la contribución del sector agropecuario en la economía nacional del Ecuador ha representado un 8 % del PIB agropecuario, con un crecimiento interanual del 4 %. La estructura de este modelo económico se establece en la producción de banano, café, cacao y flores, las actividades asociadas como acuicultura, pesca, silvicultura y producción pecuaria; donde más del 50 % de su producción ha sido relacionado a actividades exportables (Monteros & Salvador, 2015).

Por lo tanto, el sector pecuario del Ecuador es el pilar fundamental para el desarrollo social y económico, satisfaciendo la demanda de la población en carne y leche según el INEC, 2016 indica que de manera representativa el ganado vacuno lidera el sector agropecuario con 4,13 millones de cabezas.

El año 2016, la tasa anual de variación del ganado vacuno registró un incremento de 0,29 % con relación al 2015 a nivel nacional, se observa que la región Sierra cuenta con mayor cantidad de ganado con un 49,48 % del total nacional, seguida por la Costa con 41,96 % y el Oriente con 8,51 %. La región Sierra tuvo un crecimiento de 5,17 %, mientras que, la Costa y el Oriente presentaron decrementos de 2,17 % y 10,21 % respectivamente. En cuanto a la producción de leche, la región Sierra aporta un 77,21 % del total nacional, seguido de la Costa con el 17,96 % y el Oriente con el 4,82 %, correspondiente a 5 596 361 litros de producción a nivel nacional como se muestra en la *tabla 1*. En relación al promedio de litros de leche por vaca producidos, la Sierra se destaca con 7,20 litros/vaca, debido a la gran cantidad de ganado lechero existente y al cultivo de pastos (cultivados y naturales) que sirven para su alimentación. La región Oriental ocupa el segundo lugar con 4,70 litros y por último la región Costa con 3,52 litros (INEC, 2016).

Según datos de la Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO), la producción nacional en el 2017 alcanza los 4 millones de litros diarios. Lo que esta producción permitirá trabajar a la industria láctea, consumo local, exportación y conseguir mercados con un pago justo. En los últimos años, la ganadería ecuatoriana ha crecido notablemente, tanto en su población bovina como en la producción de carne y leche, lo que nos ha permitido generar excedentes hacia una exportación. Cabe destacar que, la población bovina en Ecuador es de 4,5 millones de cabezas de ganado, según datos del último censo agropecuario, señalan que en la región Sierra un 70 % está orientada a la producción de leche y un 30 % a la producción de carne (AGSO, 2015).

Tabla 1. Número de vacas ordeñadas, producción y destino de la leche, según región y provincia.

Región y Provincia	Número Total De Vacas Ordeñadas	Producción Total De Leche (Litros)	DESTINO PRINCIPAL DE LA LECHE (Litros)				
			Vendida en líquido	Consumo en los terrenos	Alimentación al balde	Procesada en los terrenos	Destinada a otros fines
Total Nacional	999.037	5.596.361	3.790.358	738.432	101.075	919.447	47.050
Región Sierra	648.716	4.247.849	3.166.674	577.501	89.104	379.302	35.268
Región Costa	279.435	1.054.581	484.203	117.538	7.948	438.028	6.865
Región Oriental	68.525	285.789	138.379	40.776	2.574	99.143	4.917
Zonas No Delimitadas	2.361	8.142	1.102	2.617	1.449	2.974	.

Fuente:(INEC,2016)

2.2.1.1 Aporte de la producción de leche en la Región Sierra

Las provincias de la sierra ecuatoriana son responsables de la mayor parte de la producción, comercio e industria de la leche en el país. En los últimos 50 años la provincia de Pichincha se ha destacado por su notable tradición ganadera, que según el INEC (2016) tiene la mayor producción de leche del Ecuador con un total del 15,9 % a nivel nacional, aportando en gran medida a la economía del país.

Gracias a su ubicación geográfica y la calidad de sus suelos, la fronteriza provincia del Carchi tiene ganadería de excelente calidad genética, que ha recibido reconocimientos de la Asociación Holstein en Estados Unidos como ejemplo de eficiencia y funcionalidad, por tal razón la producción actual de leche de la zona es superior a 292 623 litros diarios, aportando un 5 % a la producción nacional (AGSO, 2015).

2.2.2 Producción de leche

Corresponde a los litros de leche que proporciona diariamente el hato ganadero, generalmente este parámetro depende de la ubicación, alimentación y estado de sanidad del animal para que haya una producción alta o baja (Jaramillo, 2016).

2.2.2.1 Factores que influyen en la producción de leche.

a) Alimentación:

Según Vélez (2013) señala que la alimentación es uno de los factores principales que afecta la producción de leche por lo que el ganadero está a la espera de la producción de las pasturas para que sirva de alimento y de como efecto positivo una producción en cantidad y calidad lechera.

b) Número de ordeños diarios:

Según Quesada (2013) menciona que existen varios determinantes que influyen en la calidad, composición y cantidad de la leche, entre los principales constituyentes corresponde a la manera de ordeñar, frecuencia del ordeño, intervalo entre ordeños y la manipulación de los animales antes, durante y después del ordeño. Un ordeño incompleto aumenta el volumen de la leche residual en la ubre, disminuye el porcentaje de grasa y la producción de leche en el siguiente ordeño, por lo que se debe realizar en vacas de mayor producción dos ordeños de preferencia que sea a la misma hora, con un intervalo de 12 horas, la manera de ordeñar también tiene mucha importancia ya que si se efectúa un ordeño en manos inexpertas las consecuencias son desastrosas para la producción.

c) Días secos:

Es el período que va desde el final de la lactancia al parto siguiente, la vaca debe secarse en el séptimo mes de gestación, lo que coincide con 10 meses de lactancia. Este periodo tiene el objetivo de la regeneración de la glándula mamaria y recuperación de su condición corporal para iniciar nuevamente con el periodo de lactancia (Bavera, 2015).

d) Lactancia

Tiene un inicio en el parto donde la producción de leche depende exclusivamente de la gestación. Para ganar vida útil o productiva, la vaca es preñada mientras está en producción, de esta manera en algún momento del ciclo productivo, la gestación se va a intercalar con la lactancia en curso hasta que la vaca se seque, dos meses previos al parto (Bretschneider *et*

al., 2015). Por lo tanto la lactancia es el periodo de tiempo en el que una unidad bovina esta en producción en un intervalo de dos partos consecutivos.

La lactancia es el resultado de dos procesos fisiológicos y biológicos consecutivos e interdependientes, que se pueden estudiar tanto desde un punto cuantitativo (cantidad de leche) como cualitativo (composición de la leche) (Quintero *et al.*, 2007).

2.2.2.2 Etapas productivas de la lactancia

a) Primer tercio o lactancia temprana

Este tercio de producción comprende desde el momento del parto hasta los 100 días de lactancia. Etapa donde se alcanza el pico de la lactancia y aproximadamente el 45 % del total de la producción de leche. La vaca presenta nuevamente su celo a los 20 días post-parto, se puede considerar que la vaca puede iniciar la nueva gestación a los 80 días sin inconvenientes (Alquinga & Guamán 2012, p. 21).

b) Segundo tercio o lactancia media:

Se extiende desde los 100 días hasta los 200 días de lactancia, etapa en la cual se obtiene el 32 % de producción total de leche aproximadamente. Si se facilita un manejo óptimo el animal no disminuirá sus niveles de producción (Alquinga & Guamán 2012).

c) Tercer tercio o lactancia tardía

Se extiende desde los 200 hasta los 300 días de lactancia; en esta etapa la vaca se encuentra en el segundo tercio de gestación (Cartier & Cartier,2004; citado por Alquinga & Guamán, 2012,p 23).

2.2.2.3 Curva de lactancia

La curva de lactancia constituye la producción de leche a lo largo del periodo productivo, el cual dura aproximadamente 305 días. La forma de la curva de lactancia depende del número y actividad de las células secretoras de la ubre. Desde un punto de vista productivo, la forma

o comportamiento de la curva de lactancia es definida por la producción al inicio de la lactancia, la tasa de ascenso y la tasa de descenso (Bretschneider & *et al*, 2015).

2.2.2.3.1 Componentes de la curva de lactancia

La curva de lactación se puede caracterizar por una serie de parámetros:

- a) **Duración de la lactación (d):** Determinada por el intervalo parto-secado
- b) **Inicial (pl):** Considerada por el promedio de producción del 4to y 6to día post-parto y finalizado el período calostrual.
- c) **Producción máxima (pl max):** Es la producción de leche diaria en el pico de la curva. Suele presentarse hacia las 3-6 semanas después del parto.
- d) **Producción total:** Es la suma de las producciones lecheras diarias.
- e) **Crecimiento en la fase ascendente:** Se define mediante la diferencia entre la producción máxima y producción inicial. Aquí se toma en cuenta el denominado pico de producción, el mismo que representa la máxima producción que alcanza la vaca en un momento dado y este variará, dependiendo del nivel productivo de la vaca. Por lo general, las buenas productoras lo alcanzan a los 2 meses y las bajas productoras al mes de lactancia.
- f) **Coefficiente de persistencia:** Se suele calcular como el porcentaje de producción de leche diaria que se mantiene al transcurrir un tiempo determinado; es decir, es el grado de mantenimiento y declinación de la producción láctea de la vaca a través de su lactancia; la persistencia se evalúa después del pico. En el ganado vacuno suele situarse alrededor del 90 al 100 % mensual, pero lo óptimo es que no disminuya entre el 8 al 10 % mensual (Buxadé, 1995; citado por Alquina & Guamán, 2012 p.13).

2.2.2.3.2 Factores que influyen en la curva de lactancia

Son varios los factores que influyen en la producción láctea: raza, número de parto, estado de lactancia, época de parto, manejo y estado sanitario etc (Martínez, 2000; citado por Vásquez, 2017).

a) Número de lactación

Según investigaciones de la Universidad Autónoma de México (1983); citado por Alquina & Guamán (2012) afirmaron que el pico de producción y el comportamiento de la curva de lactancia dependen de la producción láctea diaria; así tenemos que la producción aumenta con el número de lactación alcanzando un máximo nivel en el 3° y 5° parto, el número de partos influye en ella; en las vacas de primer parto se obtuvo una producción de 6,22 litros diarios; en las de segundo parto 7,28 litros diario; en las de tercer parto se obtuvo 7,10 litros diarios y en las de cuarto parto se obtuvo 8,25 litros diarios.

b) Edad

La edad tiene un efecto preciso sobre la producción, la mayor parte de vacas llegan a la madurez y a la producción máxima alrededor de los 6 años. Los registros indican que la vaca produce 25 % más leche en la madurez que cuando tiene dos años de edad. Alquina & Guamán, (2012) sostiene que la curva de lactancia de las novillas es distinta a las correspondientes vacas de mayor edad; el punto máximo de producción es bajo y la curva es más plana. La diferencia en la producción y en la curva de lactancia puede deberse a que las vacas de mayor edad tienen más tejido secretor que las novillas, como consecuencia de los efectos a largo plazo del tejido secretor glandular mamario.

c) Etapa reproductiva.

Holmes (1984) citado por Alquina & Guamán (2012) menciona que no está comprobado si la gestación frena la lactancia; así, únicamente la intención del ganadero de decidir “secar las vacas” antes de que inicie la nueva lactancia; es probable que muchas vacas puedan continuar produciendo hasta el parto pero la duración del período de secado mejora la producción de la siguiente lactancia. Estudios señalan que la gestación puede reducir la

producción de leche de una lactancia alrededor del 2 % con intervalos entre partos de 365 días y lactancias de 310 días, indicando que se da un descenso en el último mes de lactancia con un 20 % menos de la producción normal.

d) **Genotipo**

La producción de leche está afectada por factores genéticos y ambientales en un 25 y 75 % respectivamente; los primeros están determinados por la información genética con que nacen los animales (Zimin *et al.*, 2009; citado por Vásquez, 2017).

La aptitud lechera es un carácter transmisible no solo por las hembras de igual forma es importante en los machos, afectando a la cantidad y calidad de leche especialmente la grasa (Torrent, 1980; citado por Alquina & Guamán, 2012 p.18).

e) **Alimentación**

La alimentación es uno de los principales factores que afectan la producción de leche y se espera que la abundancia de pastura tenga un efecto positivo, sin embargo, la respuesta productiva del bovino al pastoreo es compleja. Considerando que el costo alimenticio incide por lo menos en un 50 % del costo total del litro de leche. Por otra parte una buena alimentación permite una mejoría en la producción de leche, sanidad y reproducción del ganado lechero (Velez, 2013).

2.2.3 Componentes químicos de la leche

La leche proporciona nutrientes esenciales y es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas (FAO, 2018).

2.2.3.1 Grasa

Según Alvarado (2012) menciona que las grasas son sustancias de reserva energética que aportan energía y vitaminas. La grasa láctea se sintetiza en su mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria. La grasa de la leche consta de ácidos grasos, glicerina, fosfolípidos y otros componentes en menor proporción. La concentración lipídica y la

composición de los ácidos grasos en la leche, presentan diferencias entre especies, determina que el contenido lipídico en la leche de vacas Holstein, oscila entre 3,5 y 4,7 % (García, Montiel, & Borderas, 2014).

2.2.3.2 Proteína

La composición de la proteína es un factor de gran importancia dentro de la industrialización láctea, ya que influye de manera directa sobre el rendimiento y la aptitud tecnológica de la leche. Así por ejemplo el contenido de caseína juega un rol importante en la producción de quesos (Èejna y Chládek, 2005; citado por García, Montiel, & Borderas, 2014, p 91). La leche de vaca presenta un contenido proteico que oscila entre el 3 y el 4 %, distinguiendo tres categorías para el nitrógeno proteico: caseínas, proteínas del lacto suero, y proteínas de la membrana del glóbulo graso (Swaisgood, 2003; citado por (García, Montiel, & Borderas, 2014, p 92).

2.2.3.3 Sólidos totales y sólidos no grasos en leche

Según Boscán (2004) la determinación de sólidos totales (ST) y sólidos no grasos (SNG) es de importancia para:

- Determinar si una muestra cumple con los requisitos legales establecidos y no sea adulterada.
- Establecer el rendimiento de la leche para la elaboración de productos lácteos (queso, yogurt, leche en polvo, etc.).
- Tener valores de referencia para la selección genética de los rebaños.

El porcentaje promedio de sólidos totales es de 12,7 % representados por la grasa en emulsión, las proteínas en suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución. Los componentes sólidos no grasos representan en promedio 8,7 % (Jimenez, 2005).

2.2.3.4 Densidad

Es una variable que nos permite determinar la correlación que existe entre la masa y el volumen, por lo que se expresa a la densidad en unidades (g mL^{-1}). La densidad de la leche está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua (Pilco, 2014).

2.2.3.5 Punto de congelación (FP)

El punto de congelación o también llamado punto de crioscopia es un parámetro que nos ayuda en la medición de la adulteración en la leche, esencialmente cuando se realiza una adición de agua. Tomando en cuenta que el punto de congelación del agua es de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ por lo tanto los rangos del punto de congelación de la leche están entre $0,513$ y $-0,565\text{ }^{\circ}\text{C}$, cabe recalcar que estos valores son por zonas específicas y de igual forma dada en función de la raza, alimentación y etapa de lactancia (Guille, 2008).

2.2.4 Agroecosistema

Unidad básica del estudio y desarrollo de la agricultura producto de la modificación de un ecosistema desarrollado por el ser humano donde ha ejercido una intencionada selectividad sobre la composición de los organismos vivos. Los agroecosistemas contienen poblaciones humanas y dimensiones tanto económicas como ecológicas y se diferencian de los ecosistemas no gestionados en que están alterados intencionadamente, y a menudo manejados intensivamente, con el fin de proporcionar alimentos, fibra y otros productos (FAO, 2005).

Según Colpos (2012) menciona que la dinámica de los agroecosistemas se basa en la retroalimentación de procesos ecológicos y socioeconómicos, con el objetivo de buscar producción sustentable de alimentos, materias primas y servicios ambientales que contribuyen al bienestar de la sociedad basándose en el manejo agroecológico salvaguardando los recursos naturales.

2.2.4.1 Los agroecosistemas silvopastoriles una técnica ecológica para la producción láctea

Los agroecosistemas silvopastoriles son un técnica de producción biologicamente más sostenible y económicamente aceptable a un corto y largo plazo. De igual forma en estos agroecosistemas se dan algunas interacciones las que pueden ser favorables dependiendo de los componentes arbóreos seleccionados, su densidad y su manejo. La introducción de árboles en las pasturas además de ofrecer forraje de buena calidad, sirve con barreras rompe vientos, control de erosión y mejorar la fertilidad de los suelos, conjuntamente ofrece otros beneficios al productor como son leña y en ocasiones frutos contribuyendo al un ingreso económico del ganadero (Giraldo & Bolivar, 2010).

2.2.4.2 Agroecosistemas silvopastoril Acacia asociada con pasto

La Acacia es un árbol de 5-7 m de altura con la copa cónica o redondeada de color verde oscuro y el tronco con la corteza de color gris oscuro castaño, lisa de joven y fisurada con el pasar del tiempo Sanchez, (2014). Es un árbol fijador de nitrógeno tolerante a la sequía se lo utiliza como barrea contra el viento, cortinas protectoras es decir se lo a determinado como un cultivo de sobra y estabilizador del suelo (Pineda, 2017)

2.2.4.3 Sistema silvopastoril Aliso asociada con pasto

El Aliso es un árbol de hasta 30 m de altura y 35 – 40 centímetros de diámetro con una copa piramidal y abierta. Presenta un sistema radical ancho con nódulos fijadores de nitrógeno concentrados en la capa superficial del suelo (Portilla, 2012).

Según Isuasty, Apráez, & Navia (2011) en el estudio que se realizó determinan que la asociación del aliso y el pasto presentan indicadores altos de fertilidad, retención de agua y la biodiversidad microbiológica por tal motivo refleja un mayor producción y calidad de forraje.

I. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo ya que se determinará cocientes de productividad ($LV^{-1}D^{-1}$) y periodos de lactancias, dichos valores se los calculará mediante la utilización de la ecuación de Wood permitiéndonos obtener las curvas de lactancias de cada uno de los agroecosistemas estudiandos. Complementando con una valoración de la calidad de la leche tomando en cuenta seis parámetros (densidad, grasa, proteína, SNF y FP).

3.1.2. Tipo de Investigación

Investigación de correlacionar: este tipo de estudio nos permite conocer la relación que existe entre la variable dependiente y la independiente midiendo de tal manera el grado de correlación entre las dos. Es decir predice valores de periodos o días de lactancia con la productividad de la leche.

3.2. HIPÓTESIS

Ha: ¿Los agroecosistemas influyen sobre la curva de lactancia y los componentes químicos de la leche?

Ho: ¿Los agroecosistemas no influyen sobre la curva de lactancia y los componentes químicos de la leche?

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2 Definición y operacionalización de variables

Hipótesis	Variable	Definición conceptual de la variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento	
¿Los agroecosistemas influyen sobre la curva de lactancia y los componentes químicos de la leche?	Variable Independiente: Agroecosistemas	Unidad básica del estudio y desarrollo de la agricultura producto de la modificación de un ecosistema desarrollado por el ser humano.	3 Agro ecosistemas	A.S.P.Aliso	Observación	Para realizar la selección de los animales se procedió a marcar su arete.	
				A.S.P.Acacia			
				Pasto (Testigo)			
	Variable Dependiente: Parámetros productivos	P. Productivos: Son variables para medir la producción en el hato lechero a. Producción lechera: Corresponde a los litros que proporciona diariamente el hato ganadero b. Componentes Químicos Nutrientes esenciales de la leche.	Parámetros productivos	Producción	Observación	Se realizó el pesaje mediante un decalitro de leche a cada animal de los diferentes sistemas de producción	
				a. $LV^{-1}D^{-1}$			
				b. Curva de lactancia			
				C. químicos	Observación		Se utilizó el equipo evaluador de componentes químicos de la leche EKOMILK ULTRA.
				a. Proteína			
				b. Grasa			
				c. SNF			
d. FP							

Elaborado por: (Autor)

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Características del área de estudio

3.4.1.1 Ubicación Geográfica

La investigación se realizó en:

País: Ecuador, Provincia: Carchi, Cantón: Tulcán, Parroquia: El Carmelo, Sector: Agua Fuerte, Altitud: 2 856 m.s.n.m con las siguientes coordenadas geográficas: 0° 38' 53'' latitud norte y 77° 35' 53'' longitud occidental

3.4.1.2 Datos climáticos de la zona

Presenta temperaturas de 12,6 °C, Precipitación: 1 318 mm promedio anuales, Pendientes de los terrenos: 30 a 60 % (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia “El Carmelo”, 2015).

3.4.2 Población y muestra de la investigación

3.4.2.1 Población

La investigación estuvo localizada en el sector de agua fuerte en la parroquia El Carmelo, Hacienda San Vicente, la cual se dedica a la producción láctea, agrícola, turismo, gastronomía e investigación científica.

3.4.2.2 Muestra

La muestra del experimento ha sido tomada en base a los parámetros productivos investigados, siendo estas, 10 vacas de cada agroecosistema (aliso, acacia y pasto) en un total de 30 vacas en estados activos de su lactancia, de igual forma tomando muestras de leche semanales de cada uno de los agroecosistemas ya antes mencionados, donde se evaluaron los parámetros de composición de la leche (grasa, proteína, SNF, FP y TDS).

3.4.3 Variables en estudio

3.4.3.1 Variable independiente

Agroagroecosistemas:

S1: Silvopastoril (Anexo1)

- Aliso (*Alnus acuminata*) + Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

S2: Silvopastoril (Anexo2)

- Acacia (*Acacia melanoxylon*) + Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

P: Control-Pasto (Anexo3)

- Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

3.4.3.2 Variable dependiente

Productividad:

- Curva de Lactancia - CL ($LV^{-1}D^{-1}$): Comportamiento de las curvas de lactancia en los agroecosistemas S1, S2 y P en litros – vaca – día.

Componentes químicos:

- Grasa (%): porcentaje de grasa de las muestras de laboratorio.
- Sólidos no grasos SNF (%): porcentaje de sólidos no grasos de las muestras de laboratorio
- Total de sólidos (%): porcentaje total de sólidos de las muestras de laboratorio.

- Proteína (%): porcentaje de proteína de las muestras de laboratorio.
- Punto de congelación FP (°C): punto de congelación de la leche.

3.4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico y ajuste de las curvas de lactancia se consideró la **tabla 4**, cuadro referencial adquirido de un estudio realizado de 1000 lactancias del distrito norte de la empresa genética “Los Naranjos” Habana-Cuba, donde se ha trabajado en el modelado de las curvas de lactancia basándose en el modelo estadístico de Wood (1967), en lactancias de vacas Holstein y Jersey, Trujillo & Pérez, (2010). La elección del modelo se sustenta por lo expuesto por Cañas, Cerón-Muñoz, & Corrales, (2012), en varias investigaciones en vacas Holstein, analizando varios modelos estadísticos lineales, no lineales y mixtos, donde el modelo Wood se ajusta muy bien a las curvas de lactancia en vacas Holstein, permitiéndonos obtener una ecuación mixta obteniendo la parte exponencial y potencial $P(t) = a t^b e^{-ct}$ correspondiendo a : la producción inmediatamente posterior al parto; t: a la fase de lactación ; b : tasa de crecimiento de la producción (0-1); t^b tasa ascendente de la lactación; e^{-ct} tasa de descenso de la producción.

Tabla 3 Cuadro referencial de curvas de lactancia ajustadas; para vacas Holstein. Cuba – 2010.

Días Lactancia	% de producción Número de las lactancias		
	DL	1	2
0-30	11,80	12,40	14,70
31-60	12,20	13,30	14,90
61-90	11,70	12,50	13,50
91-120	10,90	11,40	11,80
121-150	10,00	10,20	10,10
151-180	9,10	9,10	8,60
181-210	8,30	8,00	7,30
211-240	7,50	7,00	6,10
241-270	6,80	6,20	5,10
271-300	6,10	5,40	4,30
301 – 330	5,50	4,70	3,60

Fuente: (Trujillo & Pérez, 2010)

Se utilizó como referencial los valores de tercera lactancia; por la estabilidad de los datos de producción de las unidades bovinas analizadas, para realizar el ajuste de las curvas, los datos se analizaron con el programa estadístico InfoStat; con un nivel de significación de 0,05.

3.4.4.1 ANCOVA

Se procedió a realizar un análisis de covarianza, para el control del error y una mejor interpretación de los resultados; se consideró como covariable a los días de lactancia para las curvas de lactancia y para los componentes químicos de la leche se consideró como covariable a la densidad (D).

Tabla 4 Método estadístico ANCOVA

F de V	GL	CAR
Total (T)	$n - 1 = 83$	
Meses (M)	$m - 1 = 6$	
Agroecosistemas (E)	$e - 1 = 2$	
Covariable (Cv)	$G - 1 = 1$	<i>Cf</i>
M x E	$(m - 1)(e - 1) = 12$	
Error (EE)	$t - m - e - d = 62$	

F de V: Fuente de Variación, GL: Grados de libertad, G: Variables y Covariable, EE: Error experimental, n: número de registros, CA (cf): Coeficiente angular de regresión.

Fuente: (Cañas, Cerón-Muñoz, & Corrales, 2012)

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Resultado de las curvas de lactancia reales en los tres Agroecosistemas.

En la *figura 1*, se puede observar el comportamiento de los datos obtenidos de la lactancia, en los tres agroecosistemas definidos, mostrando como más productivo y estable al Silvo 1, seguido del Silvo 2 y finalmente el control-pasto.

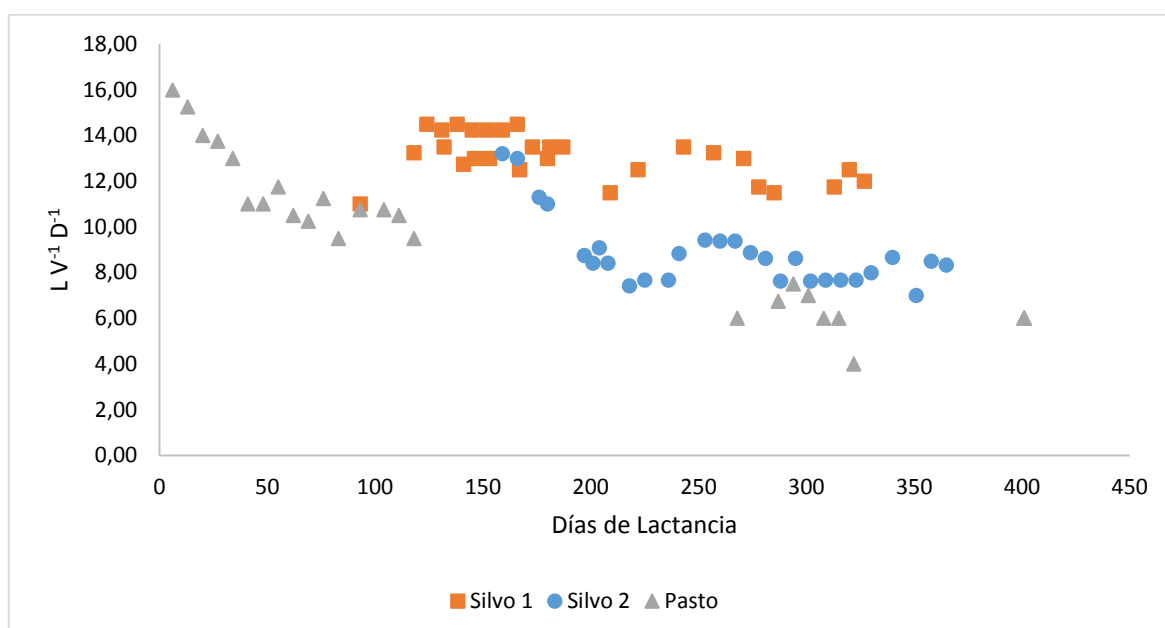


Figura 1 Relación entre los días de lactancia (DL) y litros / vaca / día ($L V^{-1} D^{-1}$) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P) de la investigación en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

4.1.2 Resultado del ajuste de las curvas de lactancia (Modelo de Wood) en los tres Agroecosistemas.

En la *figura 2*, se puede observar que las curvas de lactancia ajustadas para los tres agroecosistemas en estudio poseen diferencias, destacándose las curvas de los agroecosistemas Silvo 1 y 2 que fueron superiores al control-pasto.

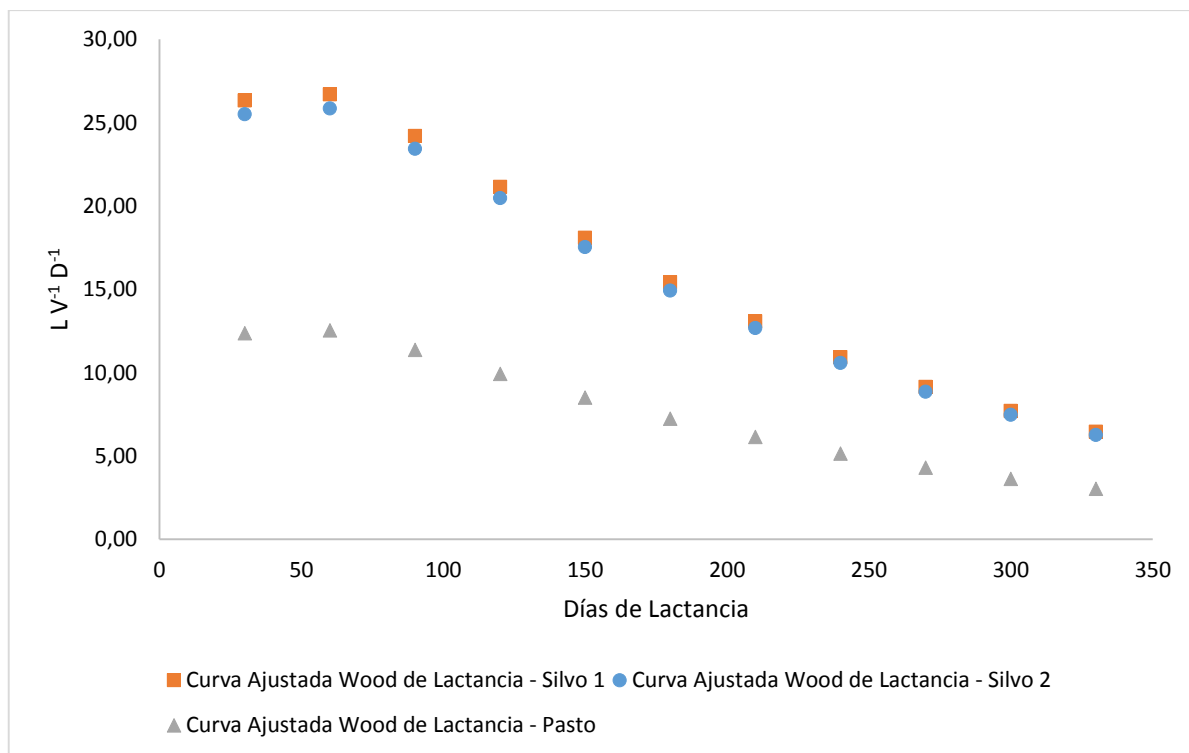


Figura 2 Curvas Ajustada Wood de lactancia de los tres Agroecosistemas evaluados; Silvopastoral 1 (Silvo 1), Silvopastoral 2 (Silvo 2) y pasto (P) en la investigación. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

4.1.2 Curvas contrapuestas de la lactancia real, ajustada y potencial del agroecosistema silvopastoral Aliso

En la *figura 3*, se observa que en el modelo de Wood (1967) ajustado del agroecosistema Silvo 1 compara la curva real derivada de los datos madres, con la curva ajustada resultado del promedio representativo y la curva potencial valor óptimo de producción. Se puede ver que en la curva real de lactancia la mayoría de datos, se encuentran sobre la curva potencial sobre la cual la tendencia de los datos reales deberían acercarse, por tanto, la media representativa de la curva real a partir de la cual se calculó la curva ajustada, se encuentra a partir de los 222 días de lactancia; esto explica por qué la curva ajustada se encuentra sobre la curva potencial, haciendo que el efecto del agroecosistema Silvo 1 sea el más productivo.

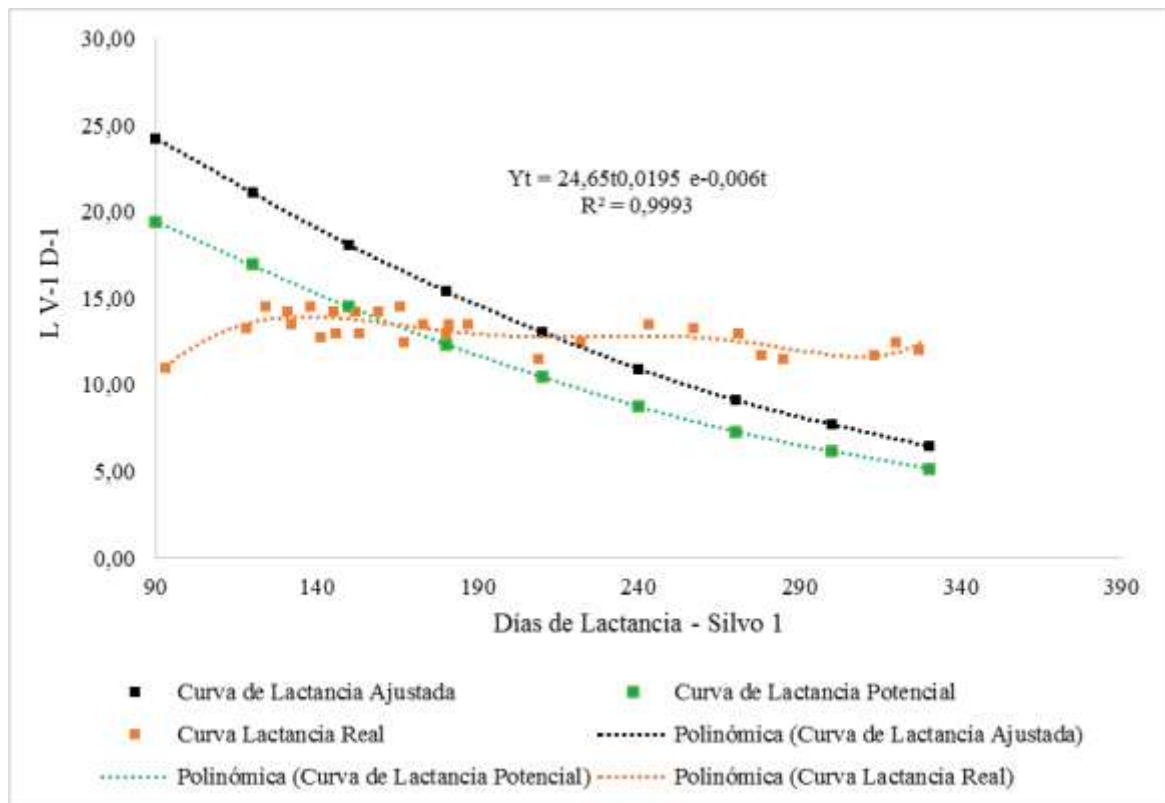


Figura 3 Modelo de Wood de la relación entre los días de lactancia (DL) y litros / vaca / día ($L V^{-1} D^{-1}$) del agroecosistema Silvopastoril 1 (Silvo 1) comparado con sus curvas de lactancia potencial y real de la investigación en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

4.1.4 Curvas contrapuestas de la lactancia real, ajustada y potencial del Agroecosistema silvopastoril acacia.

En la **figura 4**, se observa que en el modelo de Wood (1967) ajustado del agroecosistema Silvo 2, se puede observar que en la curva real de lactancia la mayoría de datos, se encuentran sobre la curva potencial ajustada, por tanto la media representativa de la curva real a partir de la cual se calculó la curva ajustada, se encuentra en esta sección, por tanto explica por que la curva ajustada se encuentra sobre la curva potencial, lo que significa que el efecto del agroecosistema Silvo 2 fue superior en relación al sistemas convencional de pastoreo.

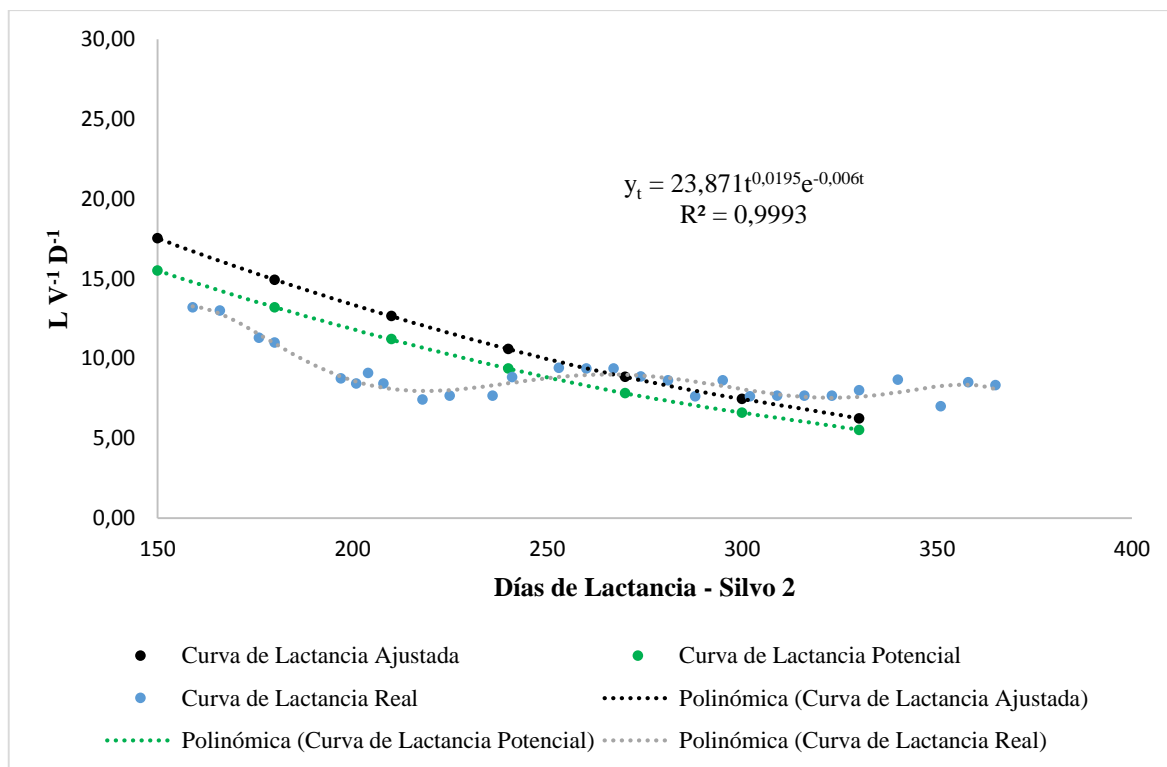


Figura 4 Modelo de Wood de la relación entre los días de lactancia (DL) y litros / vaca / día ($L V^{-1} D^{-1}$) del Agroecosistema Silvopastoril 2 (Silvo2) comparado con sus curvas de lactancia no ajustada (A), ajustada, potencial y real (B) de la investigación en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

4.1.5 Curvas contrapuestas de la lactancia real, ajustada y potencial Agroecosistema Pasto

En la **figura 5**, se observa que en el modelo de Wood (1967) ajustado del agroecosistema Pasto (P), se puede ver que en la curva real de lactancia la mayoría de datos, se encuentran bajo la curva potencial ajustada, por tanto la media representativa de la curva real a partir de la cual se calculó la curva ajustada, se encuentra en esta sección, por tanto explica por qué la curva ajustada se encuentra bajo la curva potencial, lo que significa que el efecto del agroecosistema control pasto (P) (Kikuyo) en la producción de $L V^{-1} D^{-1}$ fue menor.

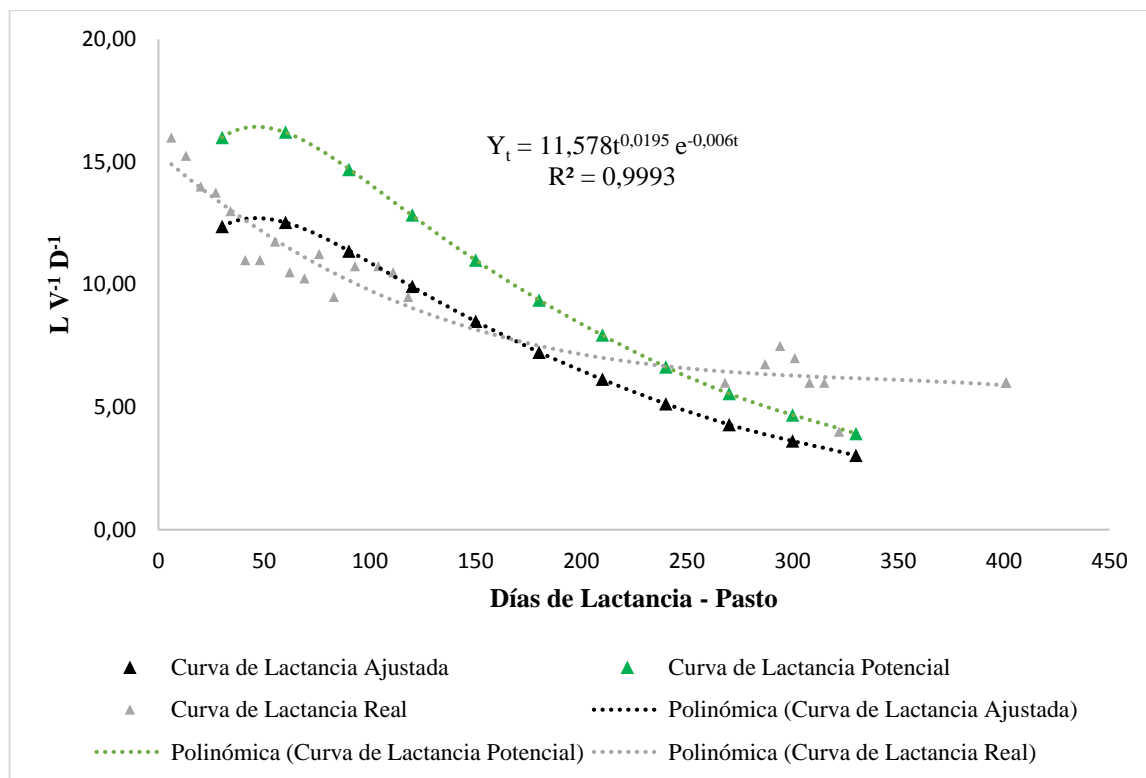


Figura 5 Modelo de Wood de la relación entre los días de lactancia (DL) y litros / vaca / día ($L V^{-1} D^{-1}$) del agroecosistema Pasto (P) comparado con sus curvas de lactancia potencial y real de la investigación en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

Como se puede observar en la curva real, se muestran valores de 0, tanto en la covariable como en la variable, indicando que no se contó con la información correspondiente en las fechas señaladas, ya que las unidades bovinas estaban en periodo de transición fisiológica (periodo seco).

4.1.6 Análisis de Covarianza

Para determinar las diferencias entre las curvas de lactancia de los tres agroecosistemas Silvo 1, Silvo 2 y pasto, se procedió a realizar un análisis de covarianza, para el control del error y una mejor interpretación de los resultados, recalando como covariable los días de lactancia.

En la **tabla 5**, se puede observar que meses (M), agroecosistemas (E) y M x E, resultaron altamente significativos. La media general de la covariable días de lactancia (DL) (X) fue de 193 días y la media general de la variable (Y) producción fue de $10,14 L V^{-1} D^{-1}$, el coeficiente de variación (CV %) fue de 6,35 %, que es aceptable para este tipo de investigación. Días de Lactancia (DL) resultó significativa, que fue considerada como covariable (X) de la

producción ($LV^{-1}D^{-1}$) (Y), y posee un coeficiente angular de regresión de 0,0024 (0,24%), que significa que por cada día de lactancia transcurrido la producción ($LV^{-1}D^{-1}$) es incidida en un 0,24 %; siendo importante como covariable, si este no fuera el caso la variable concomitante X (covariable) días de lactancia, sería innecesaria, por lo expuesto por Rawlings (2000), debe aclararse que el coeficiente de regresión angular β en el análisis de covarianza, cuando no es diferente o mayor de cero, la introducción de la variable concomitante (X) o covariable sería innecesaria.

Tabla 5 ANCOVA de la investigación de la variable curvas de lactancia de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.		F tab.			CAR
						0,05	0,01	p-valor	
T	83	1030,48							
M	6	198,12	33,02	79,69	* *	2,24	3,09	0,0000	
E	2	361,79	180,90	436,57	* *	3,14	4,95	0,0000	
DL	1	0,38	0,38	0,91	NS .	3,99	7,04	0,3450	0,0024
M x E	12	347,97	29,00	69,98	* *	1,85	2,37	0,0000	
EE	62	25,69	0,4144						
n:	84		x_x:	193	x_y:	10,14		CV%:	6,35

F de V: Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **p-valor:** valor de probabilidad, **CAR:** coeficiente angular de regresión, **n:** número total de datos, **x_x:** Media general de la covariable (días de lactancia – DL), **x_y:** Media general de la variable (litros vaca día – $LV^{-1}D^{-1}$) **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **M:** Meses o bloques, **E:** Agroecosistemas o Tratamientos, **DL:** Días de Lactancia, **EE:** Error experimental.

Elaborado por: (Autor)

En la **figura 6**, se procedió a realizar la prueba post–hoc de Tukey al 0,05 de significancia estadística, para la variable agroecosistema, destacándose el agroecosistema Silvo 1 con 13,09 $LV^{-1}D^{-1}$, es decir un 72,2 % más que el agroecosistema pasto (P), seguido del agroecosistema Silvo2 con 9,75 $LV^{-1}D^{-1}$, es decir un 28,29 %; más que el agroecosistema (P), por último la producción agroecosistema control pasto (P) con 7,6 $LV^{-1}D^{-1}$; considerado bajo en relación a los otros.

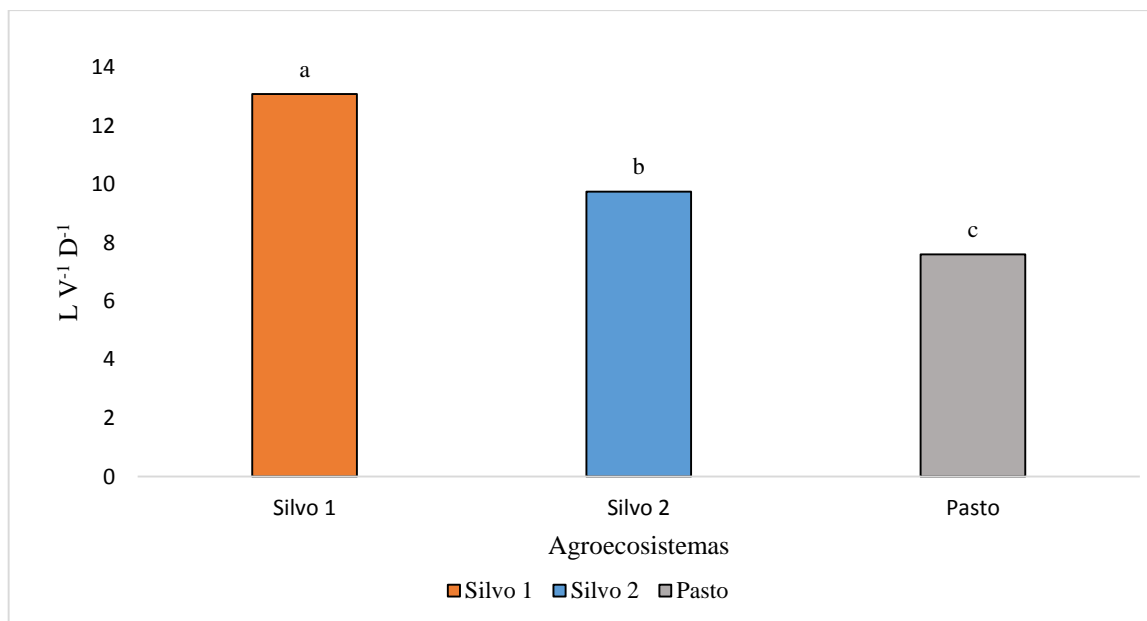


Figura 6 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística para la interacción meses x agroecosistemas (M x E), para la variable litros vaca día – $L V^{-1} D^{-1}$ de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

4.1.2. Componentes químicos de la leche

4.1.2.1. Densidad y grasa

En la **tabla 6**, se puede observar que Meses (M), Agroecosistemas (E) resultaron altamente significativas. La Densidad (D) resultó no significativa al 0,05 de significancia estadística, pero el coeficiente angular de regresión (CAR) fue de 0,0024 (0,24%) lo que significa que por cada unidad de incremento de la densidad incide en un 0,24 % sobre el porcentaje de grasa. La media general de la covariable densidad (X) fue de $30,17 \text{ g mL}^{-1}$ y la media general de la variable (Y) cantidad de grasa fue de 3,95 %, el coeficiente de variación (CV %) fue de 6,35; que es aceptable para este tipo de investigación.

Tabla 6 ANCOVA de la investigación de la variable contenido de grasa (%) de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.		F tab.			CAR
						0,05	0,01	p-valor	
T	83	1030,48							
M	6	198,12	33,02	79,69	* *	2,24	3,09	0,0000	
E	2	361,79	180,9	436,6	* *	3,14	4,95	0,0000	
D	1	0,38	0,3752	0,905	NS .	3,99	7,04	0,3601	0,0024
M x E	12	347,97	28,997	69,98	* *	1,85	2,37	0,0000	
EE	62	25,69	0,4144						
n:	83		\bar{x}_x:	30,17	\bar{x}_y:	3,95		CV%:	6,35

F de V: Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **p-valor:** valor de probabilidad, **CAR:** coeficiente angular de regresión, **n:** número total de datos, **\bar{x}_x :** Media general de la covariable (Densidad – g mL⁻¹), **\bar{x}_y :** Media general de la variable grasa (%) **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **M:** Meses o bloques, **E:** Agroecosistemas o Tratamientos, **D:** Densidad, **EE:** Error experimental.

Elaborado por:(Autor)

En la **figura 7**, se destaca el agroecosistema Silvo 1 con 4,10 % de grasa, es decir entre 9 – 10 % más que el agroecosistema pasto (P), seguido del agroecosistema Silvo 2 con 3,99 % de grasa, es decir entre 6 - 7 % más que el agroecosistema pasto (P); que comparten el mismo rango de significación, por último, la producción el agroecosistema control pasto (P) con 3,73 % de grasa; considerado bajo en relación a los otros.

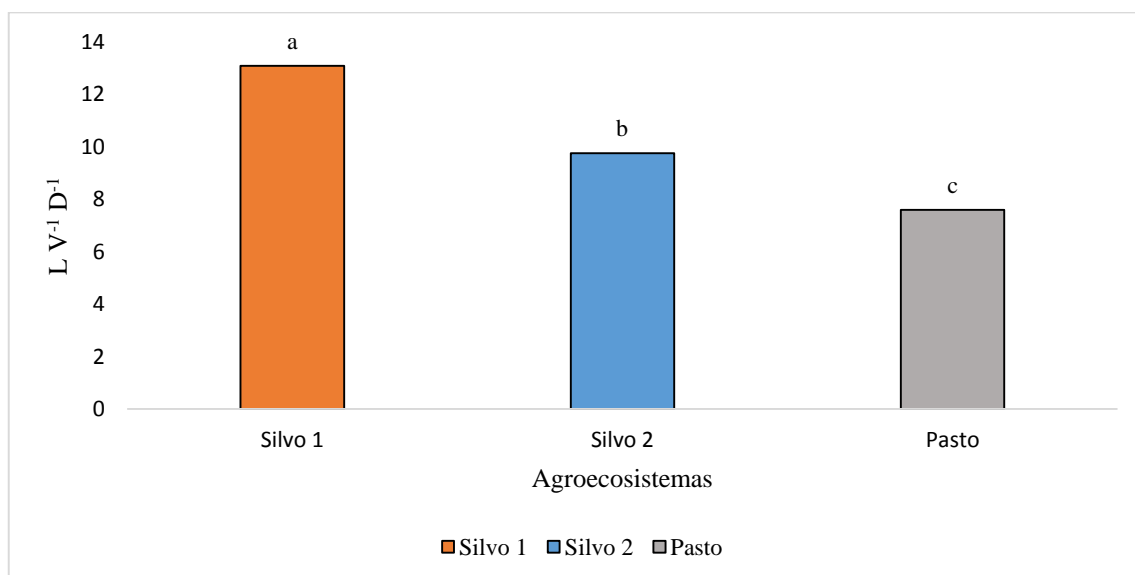


Figura 7 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística de la interacción meses x agroecosistemas (M x E) para la variable grasa (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

4.1.2.2 Densidad y sólidos no grasos (SNF)

En la **tabla 7** se puede observar que los Meses (M) presentan diferencias significativas, Agroecosistemas (E) resultó altamente significativas. La Densidad (D) resultó altamente significativa, lo que indica que la densidad como covariable fue altamente significativa para el modelo de ANCOVA, además el coeficiente angular de regresión (CRA) fue de 0,2095 (20,95 %), lo que significa que la covariable, aparte de ser altamente significativa, incide en un 20,95 % sobre la variable SNF, lo que representa que por cada unidad de aumento de la densidad (g mL^{-1}) la cantidad de SNF incrementa en un 20,95 %; destacando su importancia en el análisis. La media general de la covariable densidad (X) fue de $30,17 \text{ g mL}^{-1}$ y la media general de la variable (Y) SFN fue de 8,58 %, el coeficiente de variación (CV %) fue de 0,66; que es muy aceptable para este tipo de investigación.

Tabla 7 ANCOVA de la investigación de la variable sólidos no grasos – SNF (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoral 1 (Silvo 1), Silvopastoral 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.		F tab.			CAR
						0,05	0,01	p-valor	
T	82	1,65							
M	6	0,05	0,01	2,77	*	.	2,24	3,09	0,0628
E	2	0,08	0,04	12,31	*	*	3,14	4,95	0,0012
D	1	0,73	0,73	226,39	*	*	3,99	7,04	0,0000 0,2095
M x E	12	0,07	0,01	1,78	NS	.	1,85	2,37	0,1654
EE	61	0,20	0,00						
n:	83		xx-:	30,17	xy-:	8,58			CV%: 0,66

F de V: Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **p-valor:** valor de probabilidad, **CAR:** coeficiente angular de regresión, **n:** número total de datos, **xx:** Media general de la covariable (Densidad – g mL^{-1}), **xy:** Media general de la variable grasa (%) **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **M:** Meses o bloques, **E:** Agroecosistemas o Tratamientos, **D:** Densidad, **EE:** Error experimental.

Elaborado por: (Autor)

En la **figura 8**, se destaca el agroecosistema Silvo 1 con 8,62 % de SNF, es decir 1,06 % más que el agroecosistema pasto (P), seguido del agroecosistema Silvo 2 con 8,59 % de SNF, es decir 0,70 % más que el agroecosistema pasto (P); que comparten el mismo rango de significación, por último, la producción el agroecosistema control pasto (P) con 8,53 % de SNF; considerado bajo en relación a los otros.

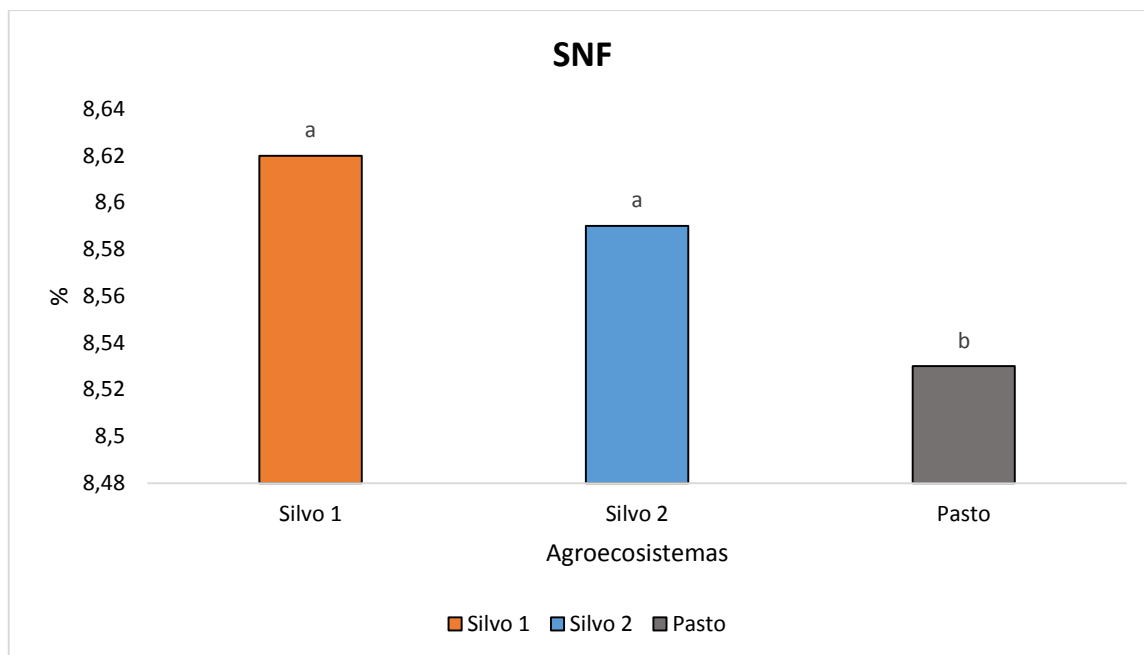


Figura 8 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística de la interacción meses x agroecosistemas (M x E) para la variable sólidos no grasos SNF (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

4.1.2.3 Densidad y total de sólidos (TDS)

En la **tabla 8**, se puede observar que los meses (M) fue significativa, agroecosistemas (E), resultó altamente significativa. La Densidad (D) resultó no significativa al 0,05 de significancia estadística, lo que representa que la densidad como covariable no fue significativa para el modelo de ANCOVA, ya que no incidió altamente sobre su variable cantidad de TDS (Y), debido a que comparte similitudes en su composición química; con la covariable densidad, además el coeficiente angular de regresión (CRA) fue de 0,0306 (3,06 %), lo que representa que la covariable, incide en un 3,06 % sobre la variable TDS, constituyendo que por cada unidad de aumento de la densidad (g mL^{-1}) el valor de TDS incrementa en un 3,06 %; destacando su importancia en el análisis. La media general de la covariable densidad (X) fue de $30,17 \text{ g mL}^{-1}$ y la media general de la variable (Y) TDS fue de 12,53 %, el coeficiente de variación (CV %) fue de 2,49 siendo aceptable para este tipo de investigación.

Tabla 8. ANCOVA de la investigación de la variable total de sólidos – TDS (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018

F de V	GL	SC	CM	F cal.		F tab.			CAR	
						0,05	0,01	p-valor		
T	82	12,388								
M	6	1,618	0,270	2,7613	*	.	2,24	3,09	0,0634	
E	2	2,4057	1,203	12,317	*	*	3,14	4,95	0,0012	
D	1	0,0155	0,016	0,1585	NS	.	3,99	7,04	0,6975	
M x E	12	2,0747	0,173	1,7704	NS	.	1,85	2,37	0,1679	
EE	61	5,9572	0,098							
n:	83		x_x:	30,17	x_y:	12,53			CV%:	2,49

F de V: Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **p-valor:** valor de probabilidad, **CAR:** coeficiente angular de regresión, **n:** número total de datos, **x_x:** Media general de la covariable (Densidad – g mL⁻¹), **x_y:** Media general de la variable grasa (%) **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **M:** Meses o bloques, **E:** Agroecosistemas o Tratamientos, **D:** Densidad, **EE:** Error experimental.

Elaborado por: (Autor)

En la **figura 9**, destacándose el agroecosistema Silvo 1 con 12,72 % de TDS, es decir entre 3-4 % más que el agroecosistema pasto (P), seguido del agroecosistema Silvo 2 con 12,58 % de TDS, es decir entre 2-3 % más que el agroecosistema pasto (P); que comparten el mismo rango de significación, por último, el agroecosistema control pasto (P) con 12,27 % de TDS; considerado bajo en relación a otros agroecosistemas investigados.

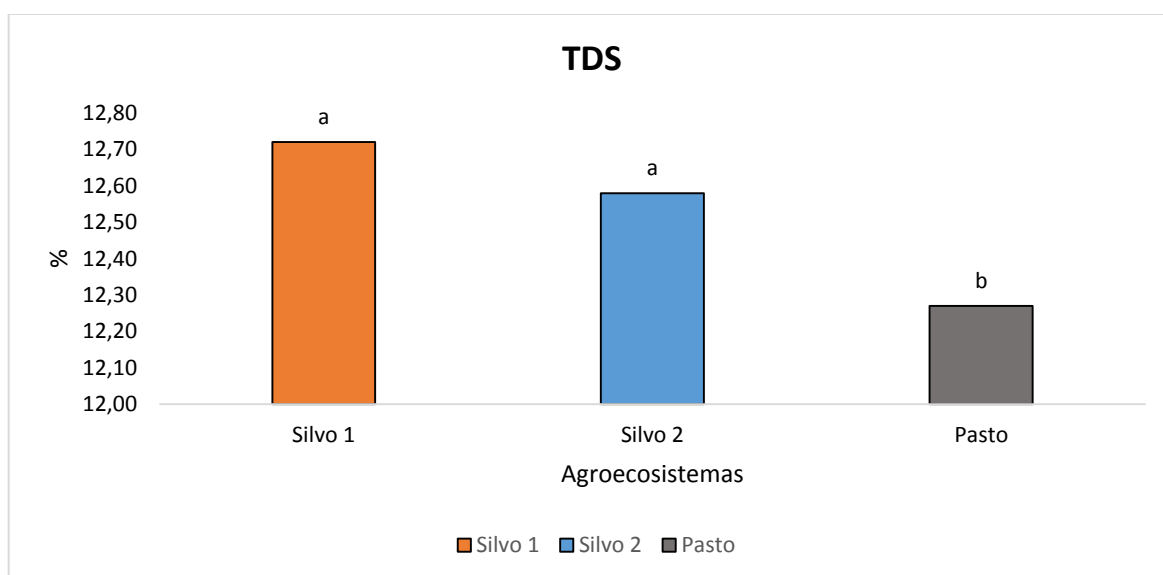


Figura 9 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística de la interacción meses x agroecosistemas (M x E) para la variable sólidos totales TDS (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018

Elaborado por: (Autor)

4.1.2.4 Densidad y proteína

En la **tabla 9**, se puede observar que los Meses (M) fue significativa, Agroecosistemas (E), resultó altamente significativa, lo que quiere decir, que existen diferencias entre los niveles de cada factor. La Densidad (D) resultó no significativa, sin embargo el coeficiente angular de regresión (CAR) fue de 0,0754 (7,54 %), lo que significa que la covariable, incide en un 7,54 % sobre la variable proteína, representando que por cada unidad de aumento de la densidad (g mL^{-1}) el valor de proteína incrementa en un 7,54 %; destacando su importancia en el análisis. La media general de la covariable densidad (X) fue de $30,17 \text{ g mL}^{-1}$ y la media general de la variable (Y) proteína fue de 3,26 %, el coeficiente de variación (CV %) fue de 0,72; que es aceptable para este tipo de investigación.

Tabla 9 ANCOVA de la investigación de la variable proteína (%) de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.		F tab.			CAR	
						0,05	0,01	p-valor		
T	82	12,388								
M	6	1,618	0,270	2,7613	*	.	2,24	3,09	0,0634	
E	2	2,4057	1,203	12,317	*	*	3,14	4,95	0,0012	
D	1	0,0155	0,016	0,1585	NS	.	3,99	7,04	0,6975	
M x E	12	2,0747	0,173	1,7704	NS	.	1,85	2,37	0,1679	
EE	61	5,9572	0,098							
n:	83		x_x:	30,17	x_y:	3,26			CV%:	0,72

F de V: Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **p-valor:** valor de probabilidad, **CAR:** coeficiente angular de regresión, **n:** número total de datos, **x_x:** Media general de la covariable (Densidad – g mL^{-1}), **x_y:** Media general de la variable grasa (%) **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **M:** Meses o bloques, **E:** Agroecosistemas o Tratamientos, **D:** Densidad, **EE:** Error experimental.

Elaborado por: (Autor)

En la **figura 10**, se destaca el agroecosistema Silvo 1 con 3,28 % de proteína, es decir entre 1,24 % más que el agroecosistema pasto (P), seguido del agroecosistema Silvo 2 con 3,27 % de proteína, es decir entre 0,93 % más que el agroecosistema (P); que comparten el mismo rango de significación, por último, el agroecosistema control pasto (P) con 3,24 % de proteína; considerado bajo en relación a los otros.

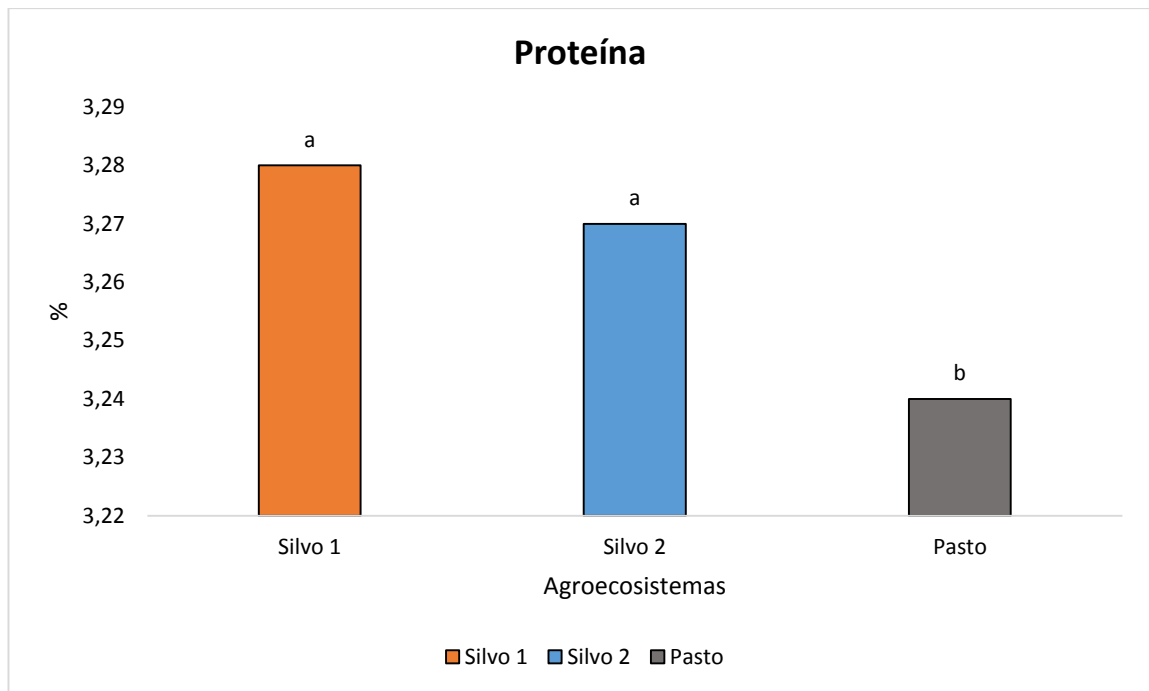


Figura 10 Prueba de significación Tukey al 0,05 de significancia estadística de la interacción meses x agroecosistemas (M x E) para la variable proteína (%) de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

4.1.2.5 Densidad y punto de congelación de la leche (FP)

En la **tabla 10** se puede observar que los Meses (M) fue significativa, Agroecosistemas (E), resultó altamente significativa, lo que quiere decir, que existen diferencias entre los niveles del factor, la Densidad (D) resultó altamente significativa, lo que significa que la densidad como covariable fue importante considerarla para el modelo de ANCOVA, presentando un coeficiente de regresión angular (CAR) de 0,0754 (7,54 %) lo que significa que por cada unidad de la densidad (gmL^{-1}) de incremento incide de igual manera sobre el punto de congelación de la leche FP en 7,54 %. La media general de la covariable densidad (X) fue de $30,17 \text{ gmL}^{-1}$ y la media general de la variable (Y) FP fue de $-0,583 \text{ }^\circ\text{C}$, el coeficiente de variación (CV %) fue de 0,51; que es muy aceptable para este tipo de investigación.

Tabla 10 ANCOVA de la investigación del variable punto de congelación de la leche (FP ° C) de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.			F tab.			CAR
							0,05	0,01	p-valor	
Total	82	6,19E-03								
M	6	1,35E-04	2,25E-05	2,84	*	.	2,24	3,09	0,0587	
E	2	1,97E-04	9,83E-05	12,42	*	*	3,14	4,95	0,0012	
D	1	2,96E-03	2,96E-03	374,47	*	*	3,99	7,04	0,0000	0,0754
M x E	12	1,59E-04	1,32E-05	1,67	NS	.	1,85	2,37	0,1935	
EE	61	4,83E-04	7,90E-06							
n:	83		x_{x̄}:	30,17	x_{ȳ}:	-0,583			CV%:	0,48

F de V: Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **p-valor:** valor de probabilidad, **CAR:** coeficiente angular de regresión, **n:** número total de datos, **x_{x̄}:** Media general de la covariable (Densidad – g mL⁻¹), **x_{ȳ}:** Media general de la variable grasa (%) **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **M:** Meses o bloques, **E:** Agroecosistemas o Tratamientos, **D:** Densidad, **EE:** Error experimental

Elaborado por: (Autor)

En la **figura 11**, el agroecosistema pasto (P) en el FP resulto con -0,5804 °C, seguido del agroecosistema Silvo 2 con un FP de -0,5833 °C y el agroecosistema Silvo 1 con un FP de -0,5844 °C; que comparten el mismo rango de significación. A pesar que se observa diferencias entre los FP en cada agroecosistema, todos se encuentran sobre el límite máximo aceptado de -0,5650 °C, lo que quiere decir, que no existe adulteración en la leche.

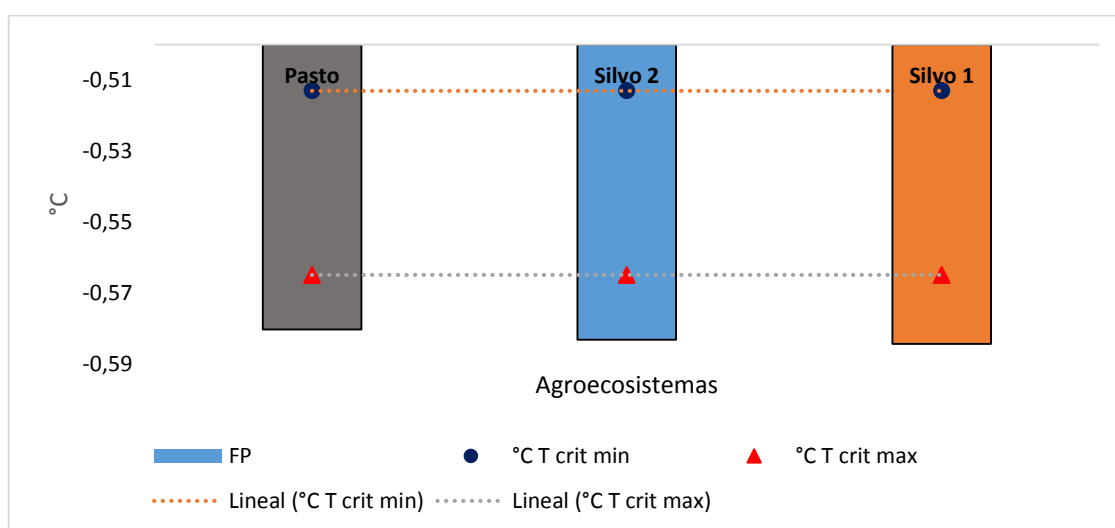


Figura 11 Prueba de significación Tukey al 0.05 de significancia estadística para la variable punto de congelación de la leche (FP ° C) de tres agroecosistemas; Silvopastoril 1 (Silvo 1), Silvopastoril 2 (Silvo 2) y pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Elaborado por: (Autor)

En la **tabla 11**, se puede observar, en forma resumida, los rangos de significación de las medias de las variables en la investigación tres tipos de agroecosistemas; Silvopastoril 1, Silvopastoril 2 y Pasto (P), para tener una visión general de la investigación y del efecto de los agroecosistemas sobre estas variables; que se detallaron y discutieron en este capítulo.

Tabla 11 Rangos de significación estadística de las medias de las variables en la investigación de tres Agroecosistemas; Silvopastoril 1, Silvopastoril 2 y Pasto (P); en vacas Holstein. El Carmelo – Tulcán, 2018.

Tr	LV ⁻¹ D ⁻¹	G (%)	SNF (%)	TDS (%)	Pr (%)	FP (°C)	CCS mL ⁻¹
Silvo 1	13.09 ^a	4.10 ^a	8.62 ^a	12.72 ^a	3.28 ^a	-0.5844 ^b	171.15 ^b
Silvo 2	9.75 ^b	3.99 ^a	8.59 ^a	12.58 ^a	3.27 ^a	-0.5833 ^b	122.00 ^b
Pasto	7.60 ^c	3.73 ^b	8.53 ^b	12.27 ^b	3.24 ^b	-0.5804 ^a	380.66 ^a

Tr: Tratamientos, **LV⁻¹D⁻¹:** Litros/vaca/día, **G:** Grasa, **SNF:** Sólidos no grasos, **TDS:** Total de sólidos, **Pr:** Proteína, **FP:** Punto de congelación, **CCS mL⁻¹:** Cantidad de células somáticas por mililitro de sangre.

Elaborado por: (Autor)

4.2. DISCUSIÓN

En referente a LV⁻¹D⁻¹ se destacó el agroecosistema Silvo 1 con el 72,26 % más que P, seguido del agroecosistema Silvo2 con el 28,29 % más que P, por último la producción el agroecosistema control pasto (P) con 7,6 LV⁻¹D⁻¹; considerado bajo en relación a los otros, determinando que los agroecosistemas silvopastoriles incrementan la producción láctea, calidad de las pasturas y generan un habitat favorable para las UBA, similar investigación menciona que los silvopastoriles han demostrado ofrecer una mejor oferta de calidad y variedad de forraje basada en la oferta y aprovechamiento de nutrientes de la biomasa vegetal que permita incrementar la producción lechera en un 32,72 % (Rivera, *et al.*, 2011). Así mismo, Ríos (2014) determina que el manejo de las prácticas silvopastoriles, se ven reflejadas en el mejoramiento de la calidad del suelo, de pasto y en el incremento de leche en un 50 % en relación a un sistema convencional.

Con base de los resultados estadísticos se puede observar que los meses, agroecosistemas y días de lactancia, resultaron altamente significativas, determinando para la variable producción con 10,14 LV⁻¹D⁻¹. Comparando con los resultados que se encontraron en la investigación de Barragán, Mahecha, & Cajas (2016) donde se presentó efecto significativo de la producción de leche por ha, indicando que el tratamiento silvopastoril que incluye especies arbustivas, registró la mayor producción de leche con un valor de 12,8 LV⁻¹D⁻¹. Se

determinó que el mejor agroecosistema en relación a la productividad es el agroecosistema S1, compuesto por Aliso + Kikuyo con un promedio de 13,09 litros diarios. De igual forma Ríos (2014) comparo dos sistemas silvopastoriles con árboles de aliso (*Alnus acuminata*), y yagual (*Polylepis incana*) determinando que el aliso mejora la calidad del suelo, de pasto e incremento de leche a un promedio de 9,45 litros/día/vaca.

Mediante el modelo de Wood (1967) se procedió a realizar el ajuste de las curvas de lactancia estableciendo en esta investigación que dicho modelo proporciona una buena correlación entre sus variables determinado 193 días para su lactancia y 10,14 para la media general en relación a producción, así lo afirma Cañas, Cerón, & Corrales, (2013) quienes encontraron al modelo de Wood óptimo para el cálculo de las lactancias obteniendo un valor promedio $16,64 \pm 6,34 \text{ LV}^{-1}\text{D}^{-1}$, 27,39 días y $6,5 \text{ LV}^{-1}\text{D}^{-1}$ 150 días.

En lo que se refiere a componentes químicos de la leche la investigación proyecta que los agroecosistemas silvopastoriles son más beneficiosos en mejoramiento de sus componentes químicos tales como grasa el S1 obtuvo 4,10 %, el S2 obtuvo 3,99 %, en cuanto a la variable sólidos no grasos (SNF) el S1 obtuvo 8,62 %, el S2 8,59 %, en la variable TDS el S1 obtuvo 12,72 %, el S2 con 12,58 %, en la variable proteína (Pr), el S1 obtuvo 3,28 %, el S2 con 3,27%. Similares estudios se realizaron en la investigación de (Quevedo, 2014) en donde menciona que los agroecosistema silvopastoril se obtuvo los mejores valores de grasa con un valor de 3,75 % y proteína de la leche con el 3,17 %, lo que simboliza una mejor calidad de la misma, comparada con un sistema de producción convencional donde sus valores son menores a los de los silvopastoriles.

En relación a la variable punto de congelación de la leche (FP) se obtuvo los siguientes resultados a pesar que se encontraron diferencias entre los agroecosistemas S1, S2 y P, todas las muestras analizadas, sobrepasaron la temperatura crítica máxima de permisibilidad de $-0,5650^{\circ}\text{C}$, que puede corresponder a problemas de manejo y sanidad de las UBA. Donde se respalda, por lo expuesto por Zagorska & Ciprovica, (2013), el punto de congelación de la leche está entre los $-0,513$ y $-0,565^{\circ}\text{C}$, su punto de ebullición es de $100,17^{\circ}\text{C}$, esta propiedad permite detectar la adición de agua ya que esta, al congelarse a 0°C , influye para que el valor del punto de congelación de la leche se aproxime al del agua y por tanto no debe ser menor que $-0,513$ (Temperatura $^{\circ}\text{C}$ crítica mínima), así mismo, entre las causas que pueden variar el punto de solidificación estarán sólo circunstancias que pueden modificar la concentración

de las sustancias disueltas y que son ante todo enfermedades de las ubres o tuberculosis del ganado lechero, que por su mayor producción de cloruro de sodio en la leche hacen que el descenso crioscópico se haga mayor, obteniéndose cifras superiores a $-0.565\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Temperatura $^{\circ}\text{C}$ crítica máxima).

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La producción lechera de las unidades bovinas en esta investigación fue notable, destacándose los agroecosistemas silvopastoriles, determinando para el Silvo 1 con el 13,09 de producción litros/ vaca/día ($LV^{-1}D^{-1}$), seguidamente el Silvo 2 con el 9,75 de producción litros/ vaca/día ($LV^{-1}D^{-1}$) en relación al testigo.
- Las curvas de lactancia analizadas de los datos reales, en los tres ecosistemas, se ajustaron inferencialmente al modelo matemático de Wood (1967) con los coeficientes de bondad de ajuste de 0,752 para Silvo 1, 0,5969 para Silvo 2 y para el testigo 0,9186.
- En el análisis de las curvas contrapuestas de la lactancia real, ajustada y potencial en los ecosistemas estudiados, se observó la mayor productividad de $LV^{-1}D^{-1}$, en los ecosistemas Silvo 1 y Silvo 2; frente a sus curvas potenciales.
- Se ha determinado que las curvas de los agroecosistemas silvopastoriles se mantiene durante toda la lactación en comparación a las del testigo o control pasto donde inicia con una alta producción y decae conforme va transcurriendo el tiempo de lactación.
- En lo referente a la composición química de la leche se obtiene para las variables de grasa, proteína, SNF y TDS tuvo mayor significancia en los agroecosistemas silvopastoriles en relación al control – pasto.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios silvopastoriles en otras zonas de la provincia o a nivel nacional, con especies nativas arbóreas, arbustivas, pastos y forrajes de la zona para la creación de nuevos sistemas de manejo bovino.
- Utilizar el modelo matemático de Wood (1967), para el ajuste de curvas de lactancia en ganado lechero, ya que tiene buena correlación, entre los días de lactancia y la producción ($LV^{-1}D^{-1}$), manejando los efectos fijos de las tasas de incremento de la producción, así como, las tasa de descenso después del pico de producción; mejorando el sondeo de los datos que se quiere analizar.
- Obtener los datos de las curvas reales y potenciales, gráficamente para poder utilizarla como herramienta técnica para calificar la eficiencia del sistema productivo a evaluar, y mejora de los procesos productivos.
- Continuar con la evaluación de estos parámetros fomentando investigaciones que ayuden a determinar el cuadro referencial de ajuste de curvas de lactancia para la zona, sirviendo como herramienta de evaluación de eficiencia de los sistemas lecheros.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGSO. (2015). Realidad Agropecuaria del Ecuador. *Sector Gadero* .
- Alquinga, B., & Guamán, N. (2012). *Análisis de las curvas de lactancia de las vacas del centro académico docente experimental La Tola, calculadas mediante la utilización de la Ecuación de Wood*. Quito .
- Alvarado, A., & Raigosa, J. (2012). *Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales*. San José - Costa Rica: ACCS - UC - CIA - Universidad de Costa Rica.
- Alvarado, Y. (2012). *Evaluación de los análisis físico- químico de la leche de los diferentes hatos Bovinos del cantón Daule* . Guayaquil.
- Ángeles, J., Castelán, O., Albarrán, B., Montaldo, H., & González, M. (2014). Application of the Wood model to analyse lactation curves of organic dairy sheep farming. *Animal Production Science*, p.1609 - 1614.
- Avila, J., Morales, A., Pérez, F., & Yañez, J. (2011). Propiedades Físicas de la leche. *Ciencia de la Leche*, p.1 - 6.
- Barragán, W., Mahecha, L., & Cajas, Y. (2016). Efecto de sistemas silvopastoriles en la producción y composición de la leche bajo condiciones del valle medio del río Sinú, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* , p.187.
- Bavera, G. (2005). Etapas de la lactancia y servicio de destete definitivo. *Servicio de Control Lechero de Argentina-Sitio Argentino*. Obtenido de <http://www.produccion-animal.com.ar>.
- Boscán, M. (2004). *Guía práctica-Departamento de producción e industria animal* . Obtenido de Guía práctica-Departamento de producción e industria animal : <http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/catedras/leche/solidos%20y%20grasa.pdf>
- Bretschneider, G., & et al. (2015). Lactancia: Pico y Persistencia. *INTA*.
- Buxadé, (1995); citado por Alquinga & Guamán, (2012). *Análisis de las curvas de lactancia de las vacas del centro académico docente experimental La Tola, calculadas mediante la utilización de la Ecuación de Wood*. Quito . p.13

- Cañas, J., & et al. (2009). Estimación de las curvas de lactancia en ganado Holstein y BON x Holstein en trópico alto colombiano. *Revista La Sallista*.
- Cañas, J., Cerón, M., & Corrales, J. (2013). Modelación y parámetros genéticos de curvas de lactancia en bovinos Holstein en Colombia. *Rev.MVZ Córdoba* , 2998-3002. Obtenido de Modelación y parámetros genéticos de curvas de lactancia en bovinos Holstein en Colombia.
- Cañas, J., Cerón-Muñoz, M., & Corrales, J. (2012). Modelación y parámetros genéticos de curvas de. *Medicina Veterinaria y Zootecnia Córdoba lactancia en bovinos Holstein en Colombia*, 2998 - 3003.
- Cartier & Cartier (2004); citado por Alquina & Guamán, (2012). *Análisis de las curvas de lactancia de las vacas del centro académico docente experimental La Tola, calculadas mediante la utilización de la Ecuación de Wood*. Quito.
- Cerino, L., & Rapalo, J. P. (2014). Estimación de curvas de lactancia en rodeos lecheros para épocas frías y calurosas basado en modelos no lineales. *Metodos cuantitativos para la investigación agropecuaria* , p.23.
- Colpos, M (2012). Agroecosistemas sustentables. *Línea prioritaria de investigación- Plan estratégico2*. Obtenido de https://www.colpos.mx/wb_pdf/Investigacion/LPI/lpi-2/PE%20LPI%202.pdf
- Cuasapaz, P., Villota, C., Mafla, T., Unigarro, L., Ponce, M., & López, D. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia "El Carmelo"* . Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0460021480001_DIAGNOSTICO_30-10-2015_20-15-41.pdf
- Èejna y Chládek, (2005); citado por García, Montiel, & Borderas, (2014).
- Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Rev.Zootecnia vol. 63*, p 91
- FAO. (2005). Obtenido de FAO: ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/agroeco_biod_es.pdf
- FAO. (2013). Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/news/story/es/item/198166/icode/>

- FAO. (2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* .
Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la
Agricultura : [http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-
de-la-leche/es/](http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/)
- Fernández, L., Guerra, W., Suárez, M., & Menéndez, A. (2001). Estimación de curvas de
lactancias estándar de la raza Siboney para su utilización en extensiones de lactancia.
Revista Cubana de Ciencia Agrícola, p. 99 - 104.
- Ferreira, A., Henrique, D., Vieira, R., Maeda, E., & Valotto, A. (2014). Fitting mathematical
models to lactation curves from holstein cows in the southwestern region of the state
of Parana, Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, p. 503 - 517.
- García, C., Montiel, R., & Borderas, T. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca:
componentes, síntesis y modificación. *Zootecnia vol. 63*, p.87.
- Giraldo, L., & Bolívar, D. (2010). Evaluación de un sistema de Acacia decurrens Asociada
con pasto Kikuyo (pennisetum clandestinum), en clima frío de Colombia.
CONISILVO, p. 1 - 14.
- Gómez, K., & Gómez, A. (2005). *STATISTICAL PROCEDURES FOR AGRICULTURAL
RESEARCH*. New York - USA: A Wiley-interscience Publication. 690p.
- Guevara, A., Lemus, V., & García, J. (2008). Curva de lactancia y cambio en el peso corporal
de vacas Holstein–Friesian en pastoreo. *Agrociencia* .
- Guille, J. (2008). *Manual de practicas aseguramiento de la calidad sanitaria de la leche y
los productos lacteos*. Obtenido de manual de practicas aseguramiento de la calidad
sanitaria de la leche y los productos lacteos:
<http://www.uaa.mx/centros/cca/MVZ/M/9/Manualdepracticasc4.pdf>
- Hernandez, J., & Bedoya, J. (2008). *REDVET*. Obtenido de REDVET:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090908/090904.pdf>
- Hernández, R., & Ponce, P. (2004). Efecto del silvopastoreo como sistema sostenible de
explotación bovina sobre la composición de la leche. *CENSA*.

- Hernández, T. (2010). El potrero del futuro: hiervas, arbustos y árboles. *Desde el Surco*, p.54 - 57.
- Holmes. (1984);citado por Alquina & Guamán, 2012. *Análisis de las curvas de lactancia de las vacas del centro académico docente experimental La Tola, calculadas mediante la utilización de la Ecuación de Wood*. Quito, p.16
- INEC. (2016). Obtenido de INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-economicas-3/>
- Insuasty, E., Apráez, J., & Navia, J. (2011). Efecto del arreglo silvopastoril aliso (*AlnusAcuminata K.*) y kikuyo (*PennisetumClandestinumH.*) sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño. *Agroforestería Neotropical*, p.1 - 8.
- Jimenez, W. (2005). *Evaluación de la calidad físico-química y microbiológica de la leche bovina de tres principales pequeños productores de Santa Ana Mixtan del Parcelamiento Nueva Concepción , Escuintla, Guatemala*. Guatemala .
- Martínez, (2000); citado por Vásquez, 2017. "*Curvas de lactación en ganado bovino lechero con modelos no lineales en un establo del Valle del Huara*". Lima-Perú.
- Montero, A. S. (2011). Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche. *ECAG*, p.73.
- Monteros, A., & Salvador, S. (2015). *PANORAMA AGROECONÓMICO DEL ECUADOR UNA VISION DEL 2015*. Quito . Obtenido de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/panorama_agroeconomico_ecuador2015.pdf.
- Ossa, G., Torregro, L., & Alvarado, L. (2000). Determinación de la curva de lactancia en vacas mestizas de un hato de doble propósito en la región Caribe de Colombia. *Nota Técnica*, 54 - 57.
- Palacios, A., González, D., Guerra, D., Espinoza, J., Ortega, R., Guillén, A., & Ávila, N. (2016). Curvas de lactancia individuales en vacas Siboney de Cuba. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, p.15 - 28.

- Pantoja, M. (2014). *Efecto de un sistema silvopastoril sobre la calidad de la leche, comparado con un sistema de producción convencional*. Palmira - Colombia. 103p.: Universidad Nacional de Colombia - UNC.
- Pilco, A. (2014). *Densidad de la leche*. Química de alimentos. <http://alimentos6173.blogspot.com/2014/07/i-tema-obtencion-de-la-densidad-de-la.html>
- Pineda, J. (2017). *La acacia negra (Acacia decurrens) como alternativa forrajera en el trópico alto andino colombiano*. Obtenido de Alternativas forrajera en el trópico alto andino colombiano: <http://repository.unad.edu.co:8080/bitstream/10596/12275/1/3192543.pdf>
- Portilla, D. (2012). *Propagación vegetativa del aliso (Alnus acuminata H.B.K.) utilizando dos tipos desustrato en la parroquia La Esperanza*. 6-7. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2119/1/03FOR003TESIS.pdf>
- Quesada, J. (2013). *Control de calidad de productos pecuarios*. Obtenido de Control de calidad de productos pecuarios : <https://www.slideshare.net/jotarqv/factores-que-influyen-en-la-calidad-del-leche>.
- Quevedo, M. (2014). *Efecto de un sistema silvopastoril sobre la calidad de la leche, comparado con un sistema de producción convencional*. Palmira- Colombia .
- Quintero, J., Serna, J., Hurtado, N., Rosero, R., & Cerón, M. (2007). Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 149 - 156.
- Rawlings, J. (2000). *Applied regression analysis - a research toll*. North Carolina - USA. 553p.: Wadsworth & Brooks / Cole Advanced Books & Software.
- Ríos, R. (2014). *Evaluación de sistemas silvopastoriles con especies forestales nativas y pastos mejorados en la producción de leche en la parroquia de Papallacta provincia de napo*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7559/1/tesis->

021%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente
%20-%20CD%20244.pdf

- Rivera, I. (2006). Determinación de Curvas de Lactancia del Hato Bovino Criollo Saavedreño en Santa Cruz – Bolivia. Bolivia .
- Rivera, J., Arenas, F., Cuartas, C., Naranjo, J. F., Arango, O. T., Hurtado, E., Restrepo, E. M. (2011). Production and quality of bovine milk in a monoculture grazing system and intensive silvopastoral system (ISPS) with *Tithonia diversifolia* under direct grazing of *Brachiaria* spp. and timber trees in the Amazon piedmont. *Revista Scielo*, 7.
- Rivera, J., Naranjo, J., Cuartas, C., Tafur, Ó., Arenas, F., Uribe, F., Murgueitio, E. (2012). Calidad y cantidad de leche bovina producida bajo sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI) en Colombia. *Centro para la Investigación de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria - CIPAV*, 1 - 12.
- Ruiz, P. (2006). *La importancia de la producción de leche en el Ecuador* . Obtenido de la importancia de la producción de leche en el Ecuador: <http://www.flacsoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=23385>
- Sánchez Otero, J. (2006). *Introducción al Diseño Experimental*. Quito - Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE. 232p.
- Sanchez, J. (2014). *Arboles ornamentales* . Obtenido de Arboles ornamentales : <http://www.arbolesornamentales.es/Acacia%20decurrens.pdf>
- Silva, A., Garay, S., & Gómez, A. (2018). Impacto de *Alnus acuminata* Kunth en los flujos de N₂O y calidad del pasto *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. *Colombia Forestal*, 47 - 57.
- Spiegel, M. (1991). *Estadística*. Washington - USA. 556p.: McGraw - Hill.
- Swaisgood, (2003); citado por García, Montiel, & Borderas, (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Zootecnia vol. 63*, p 92
- Toca, J., Reveles, P. G., Pinzón, E., & Saucedo, J. (2016). Caracterización de la curva de lactancia en vacas holstein en el noreste de México. *ENGORMIX*.

- Torrent, (1980); citado por Alquina & Guamán, 2012. *Análisis de las curvas de lactancia de las vacas del centro académico docente experimental La Tola, calculadas mediante la utilización de la Ecuación de Wood*. Quito, p.30
- Trujillo, G., & Pérez, M. (2010). Método práctico para el cálculo de la curva de lactancia potencial en rebaños lecheros. *ACPA*, 38 - 43.
- Universidad Autónoma de México (1983); citado por Alquina & Guamán, 2012. *Análisis de las curvas de lactancia de las vacas del centro académico docente experimental La Tola, calculadas mediante la utilización de la Ecuación de Wood*. Quito .p.15
- Vásquez, A. (2017). "Curvas de lactación en ganado bovino lechero con modelos no lineales en un establo del Valle del Huara" . Lima-Perú.
- Velez, E. (2013). Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi- intensivo . *Sitio Argentino de Producción Animal* .
- Villalobos, A., Guerrero, B., Hassan, J., & Herrera, D. (2016). *Ciencia Agropecuaria* .
 Obtenido de Ciencia Agropecuaria :
https://www.researchgate.net/publication/304714600_CURVAS_DE_LACTACION_DE_BOVINOS_MESTIZOS_PARDO_SUIZO_EN_LA_REGION_DE_AZUERO.
- Zagorska, J., & Ciprovica, I. (2013). Evaluation of Factors Affecting Freezing Point of Milk. *World Academy of Science, Engineering and Technology - International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 106 - 111.
- Zimin *et al.*, (2009); citado por Vásquez, (2017). *Curvas de lactación en ganado bovino lechero con modelos no lineales en un establo del Valle del Huara* . Lima-Perú.

VII. ANEXOS



Anexo 1. Agroecosistema silvopastoril Aliso

Fuente: (Autor)



Anexo 2. Agroecosistema silvopastoril Acacia

Fuente: (Autor)



Anexo 3. Agroecosistema silvopastoril Control/ pasto

Fuente: (Autor)

Ecosis tema	Arete	Nombre	Fecha de parto				Fecha de gestación		
			FPdd	FPmm	Fpaa	dd_año	FGdd	FGmm	Fga
1	4511	Bati Chica	28	2	17	59	2	12	17
1	4509	Ardilla	17	3	17	75	2	9	17
1	401	Victoria	27	10	16	300	2	5	17
1	4532	Gina	13	10	16	286	3	1	17
1	402	Angela	4	11	16	308	2	2	17
1	403	Lulu	30	10	16	303	28	1	17
1	4559	Lola	27	10	16	300	27	3	17
1	4529	Sandy	17	11	16	321	15	2	17
1	4523	Jessy	11	5	16	131	9	8	17
1	4557	Evelin	13	8	16	225	12	10	16
2	4562	IRENE	1	12	16	335	30	7	16
2	4530	Cris	14	9	16	257	11	2	17
2	90	Rosalia	4	12	16	338	18	3	17
2	4997	Aleja	25	2	17	56	7	7	17
2	4561	Concienci	20	3	17	79	11	11	17
2	4565	Osa	21	11	16	325	21	12	16
2	Dorita	Dorita	24	3	17	83	8	8	17
2	4516	Leonela	27	12	16	361	18	3	17
2	404	Luisa	11	11	16	315	11	12	16
2	4998	Bella	15	11	16	319	13	5	17
3	4518	Blanca	30	11	16	334	31	3	17
3	4496	Paty	29	1	17	28	6	4	17
3	4800	Cachona	30	8	16	242	27	1	17
3		Linda	17	6	16	168	16	8	16
3	5027	Sulema	1	5	16	125	30	7	16
3	4531	Dura	11	2	17	42	12	4	17
3	4539	Negra	23	6	16	167	21	9	16
3	94	Princesa	23	7	16	182	21	9	16
3	4999	Amelia	5	5	16	182	2	9	16
3	3435	Jazmin	23	7	16	204	21	10	16

Anexos 4. Registro de UBA (Silvo1- Aliso; Silvo2- Acacia; Control/3- pasto)

Elaborado por: (Autor)

Mes	Semana	Fecha	Silvo1		Silvo2		Pasto	
			\bar{X} DL	\bar{Y} LV ⁻¹ D ⁻¹	\bar{X} DL	\bar{Y} LV ⁻¹ D ⁻¹	\bar{X} DL	\bar{Y} LV ⁻¹ D ⁻¹
1	1	07/04/2017	124	14,50	159	13,20	268	6,00
1	2	14/04/2017	131	14,25	166	13,00	287	6,75
1	3	21/04/2017	138	14,50	176	11,30	294	7,50
1	4	28/04/2017	145	14,25	180	11,00	301	7,00
2	5	05/05/2017	152	14,25	204	9,08	308	6,00
2	6	12/05/2017	159	14,25	197	8,75	315	6,00
2	7	19/05/2017	166	14,50	201	8,42	322	4,00
2	8	26/05/2017	173	13,50	208	8,42	0	0,00
3	9	02/06/2017	180	13,00	218	7,42	0	0,00
3	10	09/06/2017	187	13,50	225	7,67	0	0,00
3	11	16/06/2017	141	12,75	241	8,83	0	0,00
3	12	23/06/2017	118	13,25	236	7,67	401	6,00
4	13	07/07/2017	132	13,50	253	9,42	6	16,00
4	14	14/07/2017	222	12,50	260	9,38	13	15,25
4	15	21/07/2017	146	13,00	267	9,38	20	14,00
4	16	28/07/2017	153	13,00	274	8,88	27	13,75
5	17	04/08/2017	243	13,50	281	8,63	34	13,00
5	18	11/08/2017	167	12,50	288	7,63	41	11,00
5	19	18/08/2017	257	13,25	295	8,63	48	11,00
5	20	25/08/2017	181	13,50	302	7,63	55	11,75
6	21	01/09/2017	271	13,00	309	7,67	62	10,50
6	22	08/09/2017	278	11,75	316	7,67	69	10,25
6	23	15/09/2017	285	11,50	323	7,67	76	11,25
6	24	22/09/2017	209	11,50	330	8,00	83	9,50
7	25	02/10/2017	93	11,00	340	8,67	93	10,75
7	26	13/10/2017	313	11,75	351	7,00	104	10,75
7	27	20/10/2017	320	12,50	358	8,50	111	10,50
7	28	27/10/2017	327	12,00	365	8,33	118	9,50

X: Covariable días de Lactancia, Y: Variable litros vaca día (LV-1D-1), LV-1D-1: Litros /vaca/día.

Anexo 5: Registro de datos obtenido de los tres Agroecosistemas

Elaborado por: (Autor)