

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: "Evaluación del manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo en el centro experimental San Francisco"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingenieros en Agropecuaria

AUTORES: Benavides Lascano Sharon Naomi
Guerrero Fweltala Fabián Aldair

TUTOR: Ing. Benavides Rosales Hernán Rigoberto. PhD.

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que los estudiantes Benavides Lascano Sharon Naomi y Guerrero Fueltala Fabián Aldair con el número de cédula 1104128564 y 0450074661 respectivamente han desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo en el centro experimental San Francisco"

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

PhD. Benavides Rosales Hernán Rigoberto

TUTOR

Tulcán, junio de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingenieros en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Nosotros, Benavides Lascano Sharon Naomi y Guerrero Fweltala Fabián Aldair con cédula de identidad número 1104128564 y 0450074661 respectivamente declaramos que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que hemos llegado son de nuestra absoluta responsabilidad.



Benavides Lascano Sharon Naomi

AUTORA



Guerrero Fweltala Fabián Aldair

AUTOR

Tulcán, junio de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Nosotros Benavides Lascano Sharon Naomi y Guerrero Fuentala Fabián Aldair declaramos ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo en el centro experimental San Francisco" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Benavides Lascano Sharon Naomi

AUTORA



Guerrero Fuentala Fabián Aldair

AUTOR

Tulcán, junio de 2025

AGRADECIMIENTO

A Dios, por mostrarme su amor infinito, por ser mi guía en los momentos de incertidumbre y por fortalecer mi espíritu en cada paso de este camino.

A mi padre, William, por ser mi pilar inquebrantable, mi compañero fiel en cada etapa de la vida. Gracias por secar mis lágrimas, por impulsarme a seguir adelante y por brindarme su apoyo incondicional.

A mi hermana, por recorrer este camino a mi lado, por su constante apoyo, comprensión y por ser mi aliada incondicional en esta travesía.

A mis abuelos, Carlos y Victoria, por convertir nuestro hogar en un refugio lleno de amor, sabiduría y ternura. Gracias por ser mi fuente de inspiración y por enseñarme que el verdadero amor siempre deja huellas imborrables.

A mi querida Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por abrirme las puertas, por brindarme no solo una formación académica, sino también experiencias que marcaron mi vida. Gracias por ser el lugar donde crecí, aprendí y descubrí mi pasión por la agropecuaria.

A todos mis profesores de la carrera de Agropecuaria, quienes con sus enseñanzas sembraron en mí el amor por esta profesión; en especial, al PhD. Hernán Benavides, mi tutor, por su apoyo constante, por motivarme y por formar a sus estudiantes con un corazón noble y dedicado.

Y, por supuesto, a todos mis amigos y familiares, quienes, con su compañía, palabras de aliento y cariño incondicional, fueron parte fundamental de este proceso. Gracias por estar siempre presentes, en los momentos buenos y en los difíciles.

Benavides Lascano Sharon Naomi

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con el alma llena de gratitud a Dios, por ser la luz que ha guiado mis pasos en los días de oscuridad, por sostenerme cuando flaqueé, y por mostrarme el sentido y la fuerza de cada esfuerzo.

A mis abuelos, Carlos y Victoria, por ser raíces firmes en mi vida, por enseñarme con amor silencioso y sabiduría serena que todo lo que se cultiva con el corazón florece tarde o temprano. Este peldaño, aunque pequeño frente a todo lo que aún deseo alcanzar, está lleno del amor y la admiración que siento por ustedes.

A mis hermanos, Paulet, Benjamín y Maximiliano, porque en ustedes encontré nuevas razones para seguir adelante. Cada uno, con su esencia única, ha sido inspiración, refugio y motor. En sus miradas veo el reflejo de mis sueños y la promesa de un futuro compartido que deseo construir con orgullo y dedicación.

Benavides Lascano Sharon Naomi

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, por haber sido mi guía constante, por darme la fortaleza en los momentos difíciles y por iluminar cada paso que di en esta inolvidable travesía universitaria.

A mi tutor PhD Hernán Benavides, gracias por su acompañamiento, por brindarme su tiempo, sus consejos y su paciencia. Su orientación fue fundamental para culminar este proceso con éxito, y valoro inmensamente su apoyo en cada etapa de esta aventura académica.

Extiendo mi agradecimiento a todos los docentes de la carrera de Agropecuaria, quienes no solo compartieron sus conocimientos con dedicación y vocación, sino también dejaron una huella en mi formación profesional y personal. Cada clase, práctica y consejo permanecerá en mi memoria como herramientas valiosas para el camino que hoy emprendo.

A mis amigos y compañeros de camino, gracias por cada risa compartida, por el hombro en los momentos difíciles, por las conversaciones interminables, los desvelos, y por hacer de esta etapa una experiencia única e irrepetible. Las anécdotas que vivimos juntos quedarán por siempre en mi corazón.

A todas las personas que, de una u otra forma, formaron parte de este proceso, mi más sincero agradecimiento. Cada palabra de aliento, cada gesto de ayuda, han sido piezas clave para llegar hasta aquí.

Guerrero Fweltala Fabián Aldair

DEDICATORIA

A mi papá, Jorge, gracias por tu apoyo incondicional, por enseñarme con el ejemplo, con tu silencio, con tu esfuerzo incansable. Aunque tu carácter parezca distante, aprendí que el amor no siempre se expresa con palabras suaves, sino con acciones firmes, con presencia constante, con sacrificios silenciosos. Hoy estoy aquí, porque tu fortaleza se convirtió en mi impulso, y tu temple, en mi guía.

A mi mamá, Nelly, gracias por ser abrigo en las tormentas, por entregarme tu amor en la forma más sencilla y poderosa: un plato de comida caliente, un abrazo a tiempo, una mirada llena de ternura. Cuando todo parecía derrumbarse, tú supiste cómo sostenerme sin que yo lo pidiera, cómo levantarme con palabras dulces y empujones llenos de amor. Eres ese refugio que siempre me espera.

A mis padres Silvia y Fabián, juntos, gracias por enseñarme que el amor verdadero no se rinde ante las dificultades. Por su fuerza infinita frente a la vida, por su entrega desmedida, por confiar en mí incluso en los momentos en que yo dudaba de mí mismo. Este logro es tan mío como de ustedes, y se los dedico con todo mi corazón.

A mi hermana, a quien amo con todo mi ser, deseo que este pequeño gran paso sea una inspiración, un motivo de orgullo, una prueba de que los sueños, con esfuerzo, se alcanzan. Que siempre sientas que, en mí, tienes un hermano que te admira profundamente y que siempre estará para ti.

A mi compañero más fiel, mi Scooby, gracias por tu silenciosa pero poderosa compañía. Estuviste en cada madrugada, noche fría y jornada bajo el sol o la lluvia. Tu lealtad me sostuvo cuando más lo necesitaba, y tu presencia dio calor a mis momentos más solitarios. Siempre serás un pedacito de alma que camina conmigo.

A mis amigos más cercanos, gracias por las conversaciones que curaron, que nos hicieron reír hasta el alma, llorar sin vergüenza y crecer juntos. En cada desvelo compartido, en cada palabra de aliento, hubo luz, amistad verdadera y humanidad profunda. Gracias por ser parte de mi historia.

Guerrero Fueltala Fabian Aldair

ÍNDICE

RESUMEN	n
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
I. EL PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. Objetivo General	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. Producción de leche en Ecuador.....	23
2.2.2. Producción de leche en la provincia del Carchi.	24
2.2.3. Fisiología de la vaca lechera.....	25
2.2.4. Nutrición y alimentación del ganado bovino lechero.....	25
2.2.5 Pastos y forrajes en sistemas de pastoreo	27
2.2.6 Manejo del pastoreo.....	29
2.2.7. Medición y evaluación de forraje.....	32
2.2.8. Fertilización y control de arvenses en pasturas.....	35
2.2.9. Calidad Composicional de la leche bovina.....	36
III. METODOLOGÍA	39
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	39
3.1.1. Enfoque	39

3.1.2. Tipo de Investigación	39
3.2. HIPÓTESIS	39
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	40
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	41
3.4.1 Ubicación del ensayo	41
3.4.2 Toma de muestras de leche	42
3.4.3 Cuantificación producción de leche.....	44
3.4.4 Cuantificación de la biomasa	44
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. RESULTADOS.....	48
4.1.2 Diagnosticar la situación actual de la plataforma de ordeño: producción y calidad composicional de la leche.....	48
4.1.3 Evaluar la calidad composicional de la leche bovina (grasa, proteína, lactosa y sólidos totales) bajo manejo de pasturas.	49
4.1.4 Evaluar la producción de la leche bovina bajo manejo de pasturas.	50
4.1.5 Diagnosticar la situación actual de la plataforma de ordeño: biomasa (kg MS*ha ⁻¹).	52
4.1.6 Determinar el efecto del manejo de pasturas sobre la biomasa (kg MS *ha ⁻¹) y la rotación de potreros.....	53
4.1.7 Determinar la asociación entre la producción de biomasa en materia seca de forraje, la producción y la calidad de leche.....	57
4.2. DISCUSIÓN	58
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1. CONCLUSIONES.....	61
5.2. RECOMENDACIONES.....	62
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
VII. ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables para el tema “Evaluación del manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo en el centro experimental “San Francisco”- UPEC”	40
Tabla 2. Rangos de referencia para la interpretación de equipo Ecomilk Scan.....	43
Tabla 3. Rangos de referencia para la interpretación de equipo Ecomilk Bond	43
Tabla 4. Resultados iniciales en producción láctea	48
Tabla 5. Calidad composicional de la leche bovina en el Centro Experimental San Francisco	48
Tabla 6. Prueba T – Student apareada para sólidos no grasos (%SNG)	49
Tabla 7. Prueba T – Student apareada en proteína (% PROT)	49
Tabla 8. Prueba T – Student apareada Conteo de Células Somáticas (CZ)	49
Tabla 9. Prueba T – Student apareada (% Grasa).....	50
Tabla 10. Prueba T – Student apareada primer trimestre de lactancia	50
Tabla 11. Prueba T – Student apareada en segundo trimestre de lactancia	51
Tabla 12. Prueba T – Student apareada tercer trimestre de lactancia	51
Tabla 13. Resultados de (kg MS*ha ⁻¹) en plataforma lechera del CESF	52
Tabla 14. Prueba t-Student apareada para la evaluación de materia seca	53
Tabla 15. Resultados de la rotación de potreros bajo manejo de pasturas.....	54
Tabla 16. Resultados de la carga animal en potreros bajo manejo de pasturas.....	55
Tabla 17. Resultados de la composición botánica sin manejo y con manejo de pasturas.	56
Tabla 18. Resultados finales bajo el manejo de pasturas	57
Tabla 19. Costos de producción por sistema de pastoreo.....	58
Tabla 20. Información General CESF.....	62
Tabla 21. Áreas de los potreros de la plataforma de ordeño CESF	63
Tabla 22. Plan de Fertilización de la plataforma de ordeño CESF	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista satelital CESF- UPEC.....	41
Figura 2 Crecimiento de (Kg MS*ha-1) en 5 potreros de la plataforma lechera CESF.	54
Figura 3. Asociación entre la producción de biomasa en materia seca de forraje y producción.	57
Figura 4. Levantamiento planimétrico de potreros en la plataforma de ordeño CESF	62
Figura 5. Ajuste de contador de clics.	64
Figura 6. Guía visual recorrido plato de aforo	64
Figura 7. Matriz de Excel para procesamiento de datos.....	65
Figura 8. Tablero de proyección en Software PASTOREO 3R	65
Figura 9. Matriz en Excel para elaboración de cronogramas de pastoreo.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	79
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	81

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, con el objetivo de evaluar el efecto del manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo. El ensayo tuvo una duración de siete meses: un mes sin manejo de pasturas y seis meses aplicando el manejo de pasturas, que incluyó cortes de igualación, fertilización con urea, rotación de potreros, conteo de hojas por macollo y estimación de biomasa con plato de aforo, además se midió la producción diaria de leche y su calidad (grasa, proteína, sólidos totales y células somáticas) mediante el equipo Ekomilk Bond. Al inicio del ensayo, la producción de biomasa fue de 1280 kg MS*ha⁻¹ y al finalizar la evaluación se alcanzó un promedio de 2000 kg MS*ha⁻¹. La rotación de potreros fue cada 29 días, donde se observó un aumento en la producción de leche de 8721.2 litros en el primer mes a 15144.5 litros de leche en el último mes evaluado. En cuanto a la calidad composicional de la leche, no se encontraron diferencias significativas. El análisis económico mostró que, a pesar de existir un alto costo inicial al implementar plan de manejo del sistema de producción lechera, este resultó más rentable, sostenible y eficiente para el productor.

Palabras Claves: manejo de pasturas, biomasa, leche bovina, rotación, calidad composicional.

ABSTRACT

This study was conducted at the San Francisco Experimental Center of the Carchi State Polytechnic University with the objective of evaluating the effect of pasture management on bovine milk production and compositional quality within an intensive grazing system. The trial spanned seven months: one month without pasture management and six months with pasture management practices, which included equalization cuts, urea fertilization, pasture rotation, leaf counting per tiller, and biomass estimation using a gauging plate. Daily milk production and quality parameters—fat, protein, total solids, and somatic cell count—were measured using Ekomilk Bond equipment. Initial biomass production was 1,280 kg DM·ha⁻¹, increasing to an average of 2,000 kg DM·ha⁻¹ by the end of the evaluation period. Pasture rotation was carried out every 29 days, and milk production increased from 8,721.2 liters in the first month to 15,144.5 liters in the final month of evaluation. No significant differences were observed in the compositional quality of the milk. The economic analysis indicated that, despite the high initial investment required to implement the pasture management plan, the system proved to be more profitable, sustainable, and efficient for the producer.

Keywords: pasture management, biomass, bovine milk, rotation, compositional quality.

INTRODUCCIÓN

La producción lechera en el Ecuador es una de las actividades agropecuarias más importantes, no solo por su aporte a la economía nacional, sino también por su rol en la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. Sin embargo, a pesar del potencial productivo que poseen muchas regiones del país, como la provincia del Carchi, los niveles actuales de producción por vaca aún se mantienen por debajo de los estándares óptimos debido a prácticas inadecuadas de manejo de pasturas (Contero *et al.*, 2021).

El uso continuo de potreros sin rotación, la nula fertilización y el desconocimiento técnico sobre el manejo de pasturas son factores que limitan la cantidad como la calidad de forraje disponible, afectando directamente el rendimiento del hato lechero (Landi *et al.*, 2021). Las investigaciones han demostrado que un manejo adecuado de pasturas, que incluya prácticas como: aforos, cortes de igualación y la fertilización con urea, puede mejorar de manera significativa la disponibilidad de materia seca y la eficiencia de conversión en leche (Pedemonte *et al.*, 2024).

Además de incrementar la producción de leche, también se han notado mejoras en la calidad del producto, sobre todo en lo que respecta a los niveles de grasa y proteína, que son esenciales para la industria agroalimentaria (Zanoniani *et al.*, 2023). Sin embargo, en el país persiste un desconocimiento que frena la adopción de estas técnicas, especialmente en sistemas de pastoreo continuo, donde se pierde el potencial forrajero disponible (de la Cueva *et al.*, 2021).

Este estudio se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), con el propósito de evaluar como el manejo de pasturas afecta la producción y la calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo. Se evaluaron variables como la materia seca, la frecuencia de rotación, la carga animal y la producción de leche, así como los parámetros composicionales como grasa, proteína y sólidos totales.

Esta investigación es importante no solo por el contexto económico actual, donde los precios de insumos como concentrados y fertilizantes han incrementado considerablemente (FAO, 2024), lo que afecta la rentabilidad de los productores. Optimizar el uso de recursos forrajeros a través de un manejo eficiente es una alternativa efectiva para mejorar la sostenibilidad de los sistemas lecheros, especialmente en regiones como el Carchi, donde las condiciones agroclimáticas son ideales para la producción de forraje de alta calidad (Ruiz, 2022).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Alrededor del mundo, los sistemas de producción lechera deben encontrar el mejor equilibrio entre el manejo de las pasturas y el rendimiento del ganado. Las variaciones en la calidad y disponibilidad del alimento son uno de los factores más significativos en la producción de lácteos en sistemas pastoriles (Caicedo *et al.*, 2021).

Las investigaciones realizadas por Bustamante (2022) han demostrado una asociación directa entre la composición nutricional de las pasturas y la producción y calidad de la leche; esta asociación es significativa y puede aumentar la producción de leche entre un 15 % y un 25 %. Además, un manejo adecuado de las pasturas puede generar un aumento significativo del contenido de proteína y grasa en la leche (Pedemonte *et al.*, 2024). Sin embargo, a pesar de estos hallazgos, aún existe una diferencia significativa en la aplicación de métodos efectivos de manejo de las pasturas, lo cual impacta negativamente en el potencial productivo de las empresas lecheras, especialmente en regiones donde predominan los sistemas pastoriles.

En Ecuador, la industria lechera es importante para la economía agrícola y abarca aproximadamente 5,3 millones de hectáreas de tierras dedicadas al pastoreo de animales (Andrade *et al.*, 2023). Sin embargo, la productividad promedio nacional de 5,8 litros/vaca/día está significativamente por debajo del potencial estimado de 15-18 litros/vaca/día que se puede lograr con un manejo óptimo de las pasturas (Contero *et al.*, 2021). En un estudio realizado por De la Cueva *et al.*, (2021) indican que solo el 25 % de las empresas lecheras del país utilizan técnicas adecuadas de monitoreo y pastoreo rotacional, mientras que la mayoría practica el pastoreo continuo, lo que conduce a la degradación del suelo y a una baja productividad del forraje, lo que se refleja en la variación estacional de la producción y calidad de la leche, que afecta los ingresos del sector y disminuye su capacidad para competir en los mercados nacionales e internacionales.

La provincia de Carchi está ubicada en la parte norte del Ecuador, se considera una de las principales provincias lecheras del país y produce aproximadamente el 14 % de la producción total de leche del país (MAG, 2023). El suelo y el clima de esta región favorecen el desarrollo de pasturas de alta calidad capaces de producir una nutrición rica. Sin embargo, en la investigación de Landi *et al.*, (2021) se identifica que

el 67 % de los productores lecheros de la zona desconocen los parámetros técnicos fundamentales para un manejo eficiente de las pasturas, incluyendo la determinación de la materia seca, la presión aplicada a los animales y el momento óptimo de cosecha. Estas deficiencias técnicas provocan un desuso del potencial de las pasturas regionales, lo que resulta en tasas de producción inferiores a las que serían posibles mediante un manejo optimizado (Sánchez *et al.*, 2025).

El centro experimental San Francisco es ideal para estudiar métodos innovadores de manejo de pasturas y su impacto en la producción lechera, gracias a sus condiciones controladas que permiten el análisis sistemático de las variables de producción. Ruiz, (2022) ha demostrado cambios significativos en el valor nutricional de la leche según los métodos de manejo de pasturas empleados; estas fluctuaciones fueron de hasta un 0,5 % en el contenido de proteína y un 0,8 % en la grasa láctea, dependiendo de la calidad del alimento consumido. Sin embargo, aún existe información limitada sobre la asociación específica entre los parámetros de manejo de pasturas y los indicadores de calidad de la leche, como el número de hojas por macollo, la materia seca disponible y la frecuencia de rotación (Cisneros, 2025).

La práctica del uso de pasturas representa una alternativa viable para optimizar la producción lechera en la región, pero requiere una comprensión integral de las interacciones entre el manejo de pasturas y la producción ganadera. Salguero *et al.* (2023) han demostrado que el pastoreo rotacional intensivo puede aumentar la materia seca producida por hectárea hasta en un 40 %, lo que se traduciría en una mayor capacidad para los animales y, en consecuencia, una mayor productividad por área. Sin embargo, adaptar estos sistemas a las condiciones específicas en Carchi requiere estudios locales que consideren las características específicas del suelo, el clima y la ganadería de la zona.

Dadas las circunstancias, es fundamental realizar investigaciones que establezcan los protocolos de manejo de pasturas más efectivos que maximicen tanto la producción como la calidad de la composición de la leche en sistemas de pastoreo de alta densidad. La identificación de asociaciones precisas entre variables como la disponibilidad de materia seca, el estado fenológico de la pastura, la presión de pastoreo y la composición de la leche permite generar recomendaciones técnicas específicas para las condiciones del centro experimental San Francisco-UPEC, que posteriormente pueden extrapolarse a las explotaciones lecheras de la región del Carchi y otras zonas con características demográficas similares.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El manejo inadecuado de pasturas en sistemas de pastoreo intensivo limita la producción y calidad composicional de la leche bovina, afectando la eficiencia y rentabilidad del sistema de producción en el Centro Experimental San Francisco-UPEC.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La optimización del manejo de pasturas en los sistemas de producción lechera se considera una prioridad estratégica para el sector agrícola ecuatoriano, ya que más del 85 % del ganado del país utiliza forraje como alimento principal (Grasa *et al.* 2022). Esta investigación se enfoca especialmente en que la demanda de productos lácteos ha aumentado anualmente un 2,1 %, mientras que el costo de producción se ha incrementado aproximadamente un 27,3 % en los últimos cinco años, debido principalmente al aumento del precio de componentes importados, como concentrados y fertilizantes (FAO, 2024).

La investigación de la conexión entre el manejo técnico de pasturas y la productividad lechera permite mejorar los sistemas de pasturas, convirtiéndolos en menos dependientes de recursos externos, lo que contribuiría significativamente a la sostenibilidad económica de las empresas lácteas; el margen de ganancia ha disminuido del 21 % al 14 % en los últimos cinco años (Viedma, 2021).

Villalobos *et al.*, (2023) en su estudio demuestran que la implementación de estrategias optimizadas de manejo de pasturas puede aumentar la productividad por hectárea hasta en un 35 %, lo que se traduciría en un aumento potencial de los ingresos anuales de estos productores de aproximadamente \$3200 por cada 10 hectáreas de producción lechera.

Además, el sector agroindustrial lácteo, que procesa el 76 % de la producción lechera de Carchi, contaría con un parámetro de composición beneficioso, como la proteína o la grasa, que afectaría directamente el rendimiento y la calidad de los productos. Esto aumentaría la eficiencia de los procesos industriales entre un 8 % y un 12 %, según estimaciones de la Cámara Ecuatoriana de Industrias Lácteas (Zanoniani *et al.*, 2023).

Los resultados de este estudio tendrán un impacto significativo en el conocimiento científico práctico sobre el manejo de pasturas y la producción lechera, este conocimiento ayudará a subsanar las deficiencias específicas de las condiciones ambientales del norte de Ecuador. El modelo de evaluación desarrollado en el centro

experimental San Francisco-UPEC servirá de guía para futuros estudios con una metodología similar.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo en el centro experimental "San Francisco"- UPEC.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la plataforma de ordeño: biomasa MS ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), producción (litros/día) y calidad composicional de la leche (grasa, proteína, sólidos totales y células somáticas).
- Evaluar la calidad composicional de la leche bovina (grasa, proteína, sólidos y células somáticas) bajo manejo de pasturas.
- Evaluar la producción de la leche bovina bajo manejo de pasturas.
- Determinar el efecto del manejo de pasturas sobre la biomasa ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) y el tiempo de rotación de potreros.
- Determinar la asociación entre la producción de biomasa ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) y la producción de leche bajo manejo de pasturas.
- Establecer los costos de producción asociados al manejo de pasturas.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo influye el manejo de pasturas en la calidad composicional de la leche bovina, específicamente en los niveles de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales en el Centro Experimental San Francisco-UPEC?
- ¿De qué manera el manejo de pasturas impacta en los volúmenes de producción láctea ($\text{L}\cdot\text{vaca}\cdot\text{día}^{-1}$) en el sistema de pastoreo intensivo implementado en el Centro Experimental San Francisco-UPEC?
- ¿Qué efecto tiene la implementación de técnicas de manejo de pasturas sobre la producción de biomasa forrajera ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) y cuál es el tiempo óptimo de rotación de potreros en las condiciones específicas del Centro Experimental San Francisco-UPEC?
- ¿Existe una correlación significativa entre la disponibilidad de biomasa forrajera ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) y los niveles de producción de leche en el sistema de pastoreo intensivo del Centro Experimental San Francisco-UPEC?

- ¿Cuáles son los costos de producción asociados a la implementación del manejo técnico de en el Centro Experimental San Francisco-UPEC?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Olarte *et al.*, (2021) en su estudio: "Efecto de la producción forrajera de pasturas nativas e introducidas sobre la producción de leche en la Amazonia Colombiana" tuvo como objetivo evaluar el efecto de la producción forrajera de pasturas nativas e introducidas sobre la producción de leche en nueve municipios del departamento del Caquetá. Se muestrearon 68 hatos con sistema doble propósito durante febrero de 2016 hasta junio de 2019, en los cuales se evaluaron el desempeño productivo de las pasturas y de las vacas en producción. Mensualmente, fueron aforadas las pasturas antes del ingreso de las vacas en producción, para estimar producción de biomasa. Dos días después del ingreso de las vacas a las pasturas se realizó pesaje individual de leche. Teniendo en cuenta la producción de leche se halló diferencias estadísticas significativa para las pasturas consumidas, el tipo racial, los meses de lactancia y la interacción entre las pasturas consumidas y el tipo racial pero no se halló diferencia estadística significativa en el número de partos, también en este estudio se identificó que entre los pastos evaluados el *Pennisetum purpureum* cv OM22 presento mayor cantidad de producción forrajera y mayor eficiencia en la producción de leche, asimismo se evidencia el efecto que tiene el tipo racial y lactancia en la producción.

Jones *et al.*, (2024) en su investigación, llevó a cabo un monitoreo de seis años sobre la producción de materia seca en pasturas utilizando el plato de aforo en la plataforma agrícola North Wyke en el suroeste de Inglaterra. Las mediciones se realizaron quincenalmente en verano y mensualmente en invierno, siguiendo un patrón en "W" para garantizar una representación adecuada del campo. Se evaluaron diferentes tipos de pasturas, incluyendo praderas permanentes, mezclas de *Lolium perenne* con *Trifolium repens* y monocultivos de *Lolium perenne*, todos bajo sistemas de pastoreo intensivo con ganado bovino y ovino. Los datos obtenidos permitieron estimar la biomasa disponible de manera eficiente, facilitando decisiones informadas sobre la gestión del pastoreo y la carga animal. Este estudio destaca la utilidad del plato de aforo como herramienta práctica para el monitoreo a largo

plazo de la producción de forraje en sistemas de pastoreo intensivo, sin necesidad de calibraciones complejas ni análisis de suelos.

En la investigación realizada por Grijalva *et al.*, (2025) "Evaluación de escenarios para la intensificación del manejo de pastos y pastoreo en microcuencas frágiles de alta montaña andina", se evaluaron dos escenarios de intensificación del manejo de pastizales mediante la implementación de periodos de descanso controlados, comparando estos con sistemas tradicionales. El estudio se llevó a cabo en la microcuenca del río Chimborazo, Ecuador, donde se evaluaron pastizales mejorados con *Lolium perenne* y *Trifolium repens* (ubicados entre 3.000 y 3.400 m s.n.m.) y pastizales naturales dominados por *Stipa ichu* (entre 3.500 y 3.700 m s.n.m.), implementando periodos de descanso de 45, 60 y 75 días. Se trabajó con cargas animales que incluyeron ovinos y bovinos, haciendo énfasis en las dinámicas de rotación y el uso eficiente del pastizal. La metodología permitió comparar la respuesta de los sistemas en términos de presión de pastoreo y productividad, evidenciando que los sistemas con descansos más cortos (45 días) incrementaron la eficiencia sin afectar la cobertura vegetal, permitiendo una mayor carga animal. Los autores concluyen que el manejo intensificado, mediante descansos rotacionales planificados en pasturas mejoradas, representa una alternativa sostenible para optimizar la producción ganadera en zonas de alta montaña.

Condo *et al.*, (2022). en su estudio "Producción y Productividad de las Vacas Holstein Mestizas en la Provincia de Chimborazo" analizó la producción de leche en el primer parto de vacas Holstein mestizas, dividiéndola en trimestres de lactancia. Los resultados mostraron que la mayor producción se registró en el primer tercio de lactancia promedio de 17.72 ± 2.06 Litros*vaca*día⁻¹, seguido por una disminución en el segundo 8.26 ± 2.20 Litros*vaca*día⁻¹ y tercer tercio 3.32 ± 1.80 Litros*vaca*día⁻¹. Los autores concluyeron que la producción sigue una tendencia cuadrática en el primer tercio y que el manejo nutricional es crucial para alcanzar un buen pico de producción y persistencia a lo largo de la lactancia.

Con respecto a calidad de leche en nuestro país, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN (2015), define los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca destinada al procesamiento. Entre estos requisitos se incluyen parámetros fisicoquímicos como un mínimo de 3.0 % de grasa, un mínimo de 8.2 % de sólidos no grasos, un mínimo de 2.9 % de proteína y un máximo de 7.0×10^5 células*cm⁻³. Estos parámetros son indicadores importantes de la calidad y composición de la leche cruda.

Campoverde *et al.*, (2018) en su estudio "Relación entre la disponibilidad primaria de los pastizales y la producción de leche en vacas al pastoreo, en los sistemas ganaderos en la zona occidental de la provincia del Azuay". Evaluaron la influencia de la composición botánica de los pastizales y la disponibilidad de materia seca (MS) sobre la producción lechera en vacas al pastoreo, mediante un estudio realizado en 464 fincas ganaderas ubicadas en tres zonas agroecológicas de la provincia del Azuay: costanera, estribación andina y altoandina. Se determinó la composición de especies forrajeras, la cantidad de MS por hectárea y la producción de leche por vaca y por hectárea. En la zona costanera predominó el pasto saboya con una alta disponibilidad de 8651.79 kg MS*ha⁻¹, pero baja producción lechera (2,8 y 3.8 Litros*vaca*día⁻¹) y sin presencia de leguminosas. En las zonas de estribación andina y altoandina, se destacó la presencia del kikuyo 62.53 % y 43.67 %, respectivamente y trébol blanco 53.04 % y 40.71%, lo que se tradujo en producciones de leche de hasta 6.4 Litros*vaca*día⁻¹ y entre 15.9 a 17 Litros*vaca*día⁻¹. El estudio concluyó que la inclusión de leguminosas en los pastizales, cuando superan el 5 % de la composición, tiene un efecto positivo significativo en la producción lechera, por lo que se recomienda el manejo técnico de praderas mixtas como estrategia para mejorar la eficiencia de los sistemas ganaderos a pastoreo en zonas altas

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Producción de leche en Ecuador

Con información del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) para el año 2023, Ecuador genera una producción diaria de aproximadamente 5.6 millones de litros de leche. Este número indica la importancia de la industria lechera para la economía de la nación, siendo una importante fuente de recursos y trabajo para muchos grupos familiares de la nación (INEC, 2024). La producción de leche se localiza primordialmente en la zona Sierra, la cual concentra el 54,8 % de la totalidad de la nación, en segundo lugar, está la Costa, con el 36,6 %, y en tercer lugar la Amazonía, con el 8,6 % (Medina *et al.*, 2024).

En referencia a las zonas con mayor producción, Pichincha lidera con el 14 % de la totalidad del país, seguido por Cotopaxi con 12 %, Chimborazo con 10 % y Tungurahua 9 %. Estas provincias se identifican por poseer características ambientales que favorecen la producción de leche, con condiciones como: la altura, temperatura y la disponibilidad de pastos de alta calidad (Marini y Masso, 2018).

El hato ganadero del país está compuesto por aproximadamente 3.4 millones de individuos, de los cuales el 39.5 % corresponde a vacas destinadas a la producción de leche. La mayor proporción del hato pertenece al grupo de ganado mestizo, que representa el 33.5 % del total, seguido por el ganado criollo con un 21.7%. Entre las razas presentes en el país también se destacan la Holstein, Friesian, Brahman y Cebú (Veiga *et al.*, 2019).

La producción media de leche por vaca es de 6.8 litros por día, aunque esta cantidad puede cambiar dependiendo de las características de la raza, el alimento, el cuidado y las condiciones del ambiente. Es fundamental mencionar que la calidad de la producción de leches está ligada a la utilización de prácticas pecuarias correctas y a la utilización de herramientas adecuadas (Cisneros, 2025).

La producción de leche a nivel mundial es una actividad que tiene un gran significado económico, y que se localiza de manera predominante en la región Sierra. El sector tiene dificultades con relación a la optimización de sus productividad y calidades de leche, además de la preservación del medio ambiente y el bienestar de los animales (Roca *et al.*, 2023).

2.2.2. Producción de leche en la provincia del Carchi.

La provincia del Carchi está compuesta por 142.458 cabezas de ganado, de las cuales una porción importante está dedicada a la producción de leche. Las circunstancias agroclimáticas del Carchi, a causa de su altitud, temperatura media y tierras cultivables, favorecen el desarrollo de pastizales de buena calidad y, por ende, una producción de leche eficaz (Ruiz, 2022).

La producción de leche en Carchi es de 285.074 litros/día, lo que posiciona a la localidad en el puesto 8 a nivel nacional. La producción de este volumen se deriva de métodos de cría que mezclan conocimientos ancestrales con la utilización de herramientas contemporáneas, esto ha generado una mejoría en la calidad y la eficiencia de la leche elaborada (Montenegro, 2020).

En los sistemas de producción tradicionales se presentan problemas relacionados con la sanidad animal, el mejoramiento genético en la especie y la optimización de los métodos de alimentación. Sin embargo, proyectos como el titulado "Carchi Lácteo" intentan revivir y aumentar la cadena de valor de la lactancia en la provincia,

incentivando la producción sustentable y la comercialización equitativa de los productos de la leche (Aizaga y Chuga, 2023).

2.2.3. Fisiología de la vaca lechera

Las vacas son animales mamíferos, poseen una glándula mamaria particularizada para la producción de lactancia. La ciencia de la lactancia en estos animales es una actividad complicada que requiere del desarrollo de la anatomía de la ubre, la administración de hormonas y el mecanismo de neurotróficos que posibilitan la producción y salida de leche (Leiva *et al.*, 2021).

El desarrollo de la glándula mamaria se inicia durante la etapa fetal y continúa durante la etapa de pubertad, influenciadas por las hormonas como la progesterona y los estrógenos. Sin embargo, es durante la gestación cuando se produce un aumento significativo del tejido secretor, esto prepara a la vaca para la lactancia. La producción de leche comienza hacia el final del período de gestación, estimulada principalmente por la hormona prolactina (Navarro, 2020).

La producción de leche se mantiene gracias a la acción de dos hormonas principales: la prolactina y la oxitocina. La prolactina estimula la síntesis de los componentes de la leche, mientras que la oxitocina es responsable de su expulsión, al contraer las células mioepiteliales que rodean los alvéolos mamarios. Este proceso es estimulado por factores externos como el ordeño o la presencia del ternero (Leiva *et al.*, 2021).

Durante la lactancia, las vacas presentan diversas adaptaciones fisiológicas para satisfacer las altas demandas energéticas asociadas a la producción de leche. Estas adaptaciones incluyen un aumento en la ingesta de alimento, la movilización de reservas corporales y cambios en el metabolismo de los nutrientes. Para mantener su salud y productividad, es fundamental proporcionar una nutrición adecuada y una correcta gestión del animal (Duque, 2011).

2.2.4. Nutrición y alimentación del ganado bovino lechero

La alimentación adecuada de los bovinos lecheros es fundamental para la producción de leche como también para mantener salud. Una vaca lechera consume diariamente entre el 2 % y 4 % de su peso corporal en materia seca (MS). Por ejemplo, una vaca con un peso corporal de 600 kg puede consumir entre 12 y

24 kg de MS diariamente, esto está sujeto a la etapa de su ciclo fisiológico y del nivel de producción que tenga (Villalobos *et al.*, 2023).

En materia verde, la ingesta diaria puede estar entre los 40 y los 70 kg, considerando que el porcentaje de agua en los pastos es alto. Es fundamental calcular la cantidad de alimento considerando el volumen de forraje de buena calidad disponible y las características específicas del ganado (González, 2019).

La alimentación de las vacas lecheras debe ser balanceada, y comprende una mezcla de pastos de buena calidad, concentrados, minerales y vitaminas. El propósito es satisfacer las necesidades alimenticias para que los animales conserven, produzcan y reproduzcan, evitando las carencias o sobrealimentación que puedan influir en la salud o en su rendimiento (Bustamante, 2022).

Asimismo, es fundamental garantizar la disponibilidad constante de agua limpia y fresca, ya que la producción de leche está directamente relacionada con el consumo de agua. Una vaca lechera puede consumir entre 40 y 120 litros de agua diarios, dependiendo de factores como las condiciones ambientales, la alimentación y la etapa de lactancia (Nieto, 2022).

2.2.4.1. Requerimientos nutricionales por etapa fisiológica

(Pando *et al.*, 2020) explican que, en el periodo de lactancia, los bovinos en crecimiento necesitan una alimentación que les proporcione la energía, proteínas, minerales y vitaminas básicas para mantener su peso y que su cuerpo funcione bien. En esta etapa, suelen tener apetito más tranquilo, y la dieta está compuesta principalmente por alimentos concentrados que son nutritivos.

Cuando empieza la lactancia, las necesidades alimenticias de las vacas aumentan en sobre manera, debido a que, durante esta etapa, necesitan una dieta con más energía y proteínas para poder seguir produciendo leche. Se recomienda que la alimentación contenga entre un 16 y un 18 % de proteína cruda, junto con una buena proporción de carbohidratos y grasas que cubran sus altas demandas energéticas (Pendini, 2020).

Durante la gestación, especialmente en el último trimestre, es fundamental ajustar la alimentación para apoyar el desarrollo del feto y preparar a la vaca para la próxima lactancia. En esta etapa, es necesario aumentar la energía por unidad de alimento y asegurar que la dieta aporte nutrientes importantes como calcio y fósforo, que son

clave para el crecimiento del hueso del feto y el buen funcionamiento de la glándula mamaria (Pando *et al.*, 2020)

2.2.4.2. Fibra Detergente Neutra

La Fibra Detergente Neutra (FDN) es una parte de la planta que incluye hemicelulosa, celulosa y lignina, que forman las paredes celulares, la cantidad de FDN en los alimentos está relacionada con cuánto material seco come el animal y también afecta la salud de su sistema digestivo (Ospina *et al.*, 2021).

Una alimentación con niveles adecuados de FDN favorece una buena digestión y previene problemas relacionados con la alimentación. Sin embargo, un exceso de fibra de un solo tipo puede limitar la ingesta, debido al llenado rápido del rumen. Por otro lado, una cantidad demasiado baja puede reducir la masticación y la producción de saliva, lo que afecta el pH del rumen y puede causar desequilibrios digestivos (Almeida *et al.*, 2025).

Se recomienda que la FDN represente entre el 28 % y el 34 % del total de la materia seca que consume el animal, considerando la etapa de su ciclo de vida y su nivel de producción (Huatia, 2024). Es importante también tener en cuenta la cantidad y calidad del tejido muscular, ya que una FDN con alta digestibilidad mejora la capacidad de alimentación y la producción de leche.

2.2.5 Pastos y forrajes en sistemas de pastoreo

Es importante elegir especies de plantas forrajeras que se adaptan a las circunstancias de la agroecología del sitio, con un alto grado de rebrote y una excelente calidad nutritiva. Además, es necesario instaurar procedimientos de procreación y control de plantas que preserven la capacidad y extensión del sistema (Leon *et al.*, 2021).

2.2.5.1. Mezclas forrajeras

Las mezclas forrajeras están formadas por la combinación de diferentes clases de pastos y leguminosas, una mezcla que normalmente se recomienda es un 60 % de gramíneas y un 22 % de plantas de leguminosas, esto incrementa la calidad proteica del alimento y la fijación de nitrógeno en el terreno (Osorio *et al.*, 2024).

Las plantas gramíneas proveen una buena producción de biomasa y además una estructura apta para el pastoreo, en tanto que las de leguminosas brindan una alta

producción de nutrientes y además mejoran la fertilidad del suelo (Cortez y Coba, 2024). Esta mezcla tiene el efecto de apoyar una alimentación con una buena proporción de nutrientes para los animales y de aumentar la sustentabilidad del ecosistema.

2.2.5.2 Composición Botánica

La composición botánica de un pastizal se refiere a la diversidad de especies de plantas que hay en él. Una mezcla con una proporción uniforme, donde predominan los pastos de calidad, es fundamental para proveer una correcta alimentación del ganado y así conservar la capacidad del sistema (Palacios *et al.*, 2019).

La existencia de arvenses puede influir de manera negativa en la calidad del alimento y en la salud del ganado (González *et al.*, 2012). Se debe controlar de manera regular la diversidad botánica y ejecutar métodos de administración que apoyen el desarrollo de especies escogidas.

La diversidad de especies en los pastizales también puede aumentar la tolerancia del ecosistema a condiciones meteorológicas adversas y tiene la posibilidad de colaborar con la viabilidad del ecosistema (Pardo *et al.*, 2021). Una mezcla de plantas adecuada es importante para el éxito de los sistemas de pastoreo.

2.2.5.3 Tipos de pastos usados en el Carchi.

En la provincia del Carchi se utilizan diversas variedades de pastos adaptadas a las condiciones agroecológicas de la región. Entre las gramíneas más difundidas se encuentran el raigrás (*Lolium spp.*), la festuca (*Festuca arundinacea*) y el kikuyo (*Cenchrus clandestinus*), especies que se destacan por su buena producción de biomasa y alto valor nutritiva (Cardona *et al.*, 2021).

Estas especies se identifican por su capacidad de resistencia al frío y por su grado de regeneración, esto las vuelven adecuadas para los sectores altos del territorio. También, la mezcla forrajera brinda la oportunidad de tomar provechos adicionales y aumentar la diversidad de forraje durante todo el año (Durán *et al.*, 2022).

El manejo responsable de los pastizales, mediante prácticas como el pastoreo racional, es fundamental para preservar su capacidad productiva y la calidad del forraje. La selección de especies forrajeras debe basarse en las condiciones agroecológicas específicas del lugar, así como en los objetivos del sistema de producción, ya sea orientado a leche, carne o doble propósito (González *et al.*, 2012).

2.2.5.4. Requerimientos nutricionales de los pastos.

El raigrás (*Lolium spp.*) es una gramínea forrajera de alto valor nutritivo, ampliamente utilizada en sistemas de pastoreo intensivo. En estado vegetativo, puede alcanzar un contenido de proteína cruda del 16 al 20 %, lo que la convierte en una excelente fuente de proteína para la alimentación del ganado lechero (González *et al.*, 2012).

Además, el raigrás presenta una alta digestibilidad y una buena concentración de energía metabolizable, lo que contribuye a una mayor producción de leche y a una mejor eficiencia alimenticia. Su perfil nutricional también incluye minerales esenciales como calcio, fósforo y magnesio, fundamentales para el bienestar del ganado y para el óptimo rendimiento en la producción láctea (Agustins *et al.*, 2021).

2.2.6 Manejo del pastoreo.

El manejo eficiente del pastoreo es una habilidad clave para la producción láctea, ya que influye directamente en la salud de los pastizales, la capacidad de carga animal y la sostenibilidad del sistema productivo (Domínguez *et al.*, 2021). Existen diversos métodos de pastoreo que se adaptan a las particularidades de cada región y tipo de explotación ganadera. A continuación, se describen algunos de los más comunes:

2.2.6.1 Pastoreo extensivo.

El pastoreo extensivo se desarrolla en grandes extensiones de terreno con baja carga animal. Este sistema aprovecha los recursos naturales disponibles y permite a los animales seleccionar su alimento de manera más libre. Es común en zonas con baja fertilidad del suelo o en áreas donde la infraestructura necesaria para un manejo más intensivo no resulta financieramente viable (Guerra.,*et al* 2021).

Una de las ventajas del pastoreo extensivo es la baja demanda de recursos y mano de obra. Además, si se maneja de manera sustentable, puede contribuir a la preservación de los ecosistemas naturales y a la conservación de la biodiversidad (Guerra *et al.*, 2021).

Sin embargo, este sistema suele generar una menor producción por hectárea y necesita grandes extensiones de tierra para ser rentable. Además, es más sensible a los cambios climáticos y a la disminución de pasto en la época de invierno.

2.2.6.2. Pastoreo Intensivo.

El pastoreo intensivo se define por utilizar elevadas cifras de animales en zonas limitadas por periodos de tiempo cortos, normalmente de uno a cuatro días. Este sistema busca hacer el mayor uso posible de los forrajes disponibles y fomentar una rápida recuperación de los pastizales y los periodos de reposo correctos, que acostumbran a ser de 20 a 35 días (Rovira y Clariget, 2021).

Este sistema requiere una planificación específica y el desarrollo de infraestructura adecuada, como líneas de agua y cercos móviles, que faciliten la rotación frecuente del ganado. Además, es fundamental monitorear el estado del pastizal y ajustar la carga animal en función de la disponibilidad de forraje y las condiciones climáticas. (Rovira y Clariget, 2021).

2.2.6.3. Pastoreo continuo.

El pastoreo continuo consiste en que los animales pastorean de forma constante en un área fija, sin periodos de descanso ni rotación. Este sistema es sencillo de implementar y requiere poca infraestructura, lo que lo hace atractivo para pequeños productores (Rovira y Clariget, 2021).

Sin embargo, el pastoreo continuo puede provocar el sobrepastoreo de ciertas especies forrajeras y la degradación del pastizal si no se maneja adecuadamente. La falta de períodos de descanso impide la regeneración de las plantas y, a largo plazo, reduce su capacidad productiva (Rovira y Clariget, 2021).

Para mitigar estos impactos, es fundamental monitorear la condición de los pastizales y ajustar la carga animal en función de la disponibilidad de forraje y las condiciones climáticas. Asimismo, se pueden implementar prácticas complementarias, como la fertilización y el control de plantas invasoras.

2.2.6.4. Pastoreo Rotativo.

El pastoreo rotativo se basa en dividir el terreno en varias potreros o cuadrantes y trasladar el ganado de un lado a otro sin orden, de manera que las zonas no utilizadas puedan regenerarse antes de ser nuevamente pastoreadas (Caicedo *et al.*, 2021). Este programa aumenta la eficiencia del alimento y la salud de la pradera al evitar la sobreexplotación y posibilitar la renovación de los potreros.

2.2.6.5. Frecuencia e intensidad de pastoreo.

La duración del pastoreo se refiere al intervalo de tiempo que transcurre entre dos eventos de pastoreo consecutivos en una misma parcela, mientras que la intensidad del pastoreo está relacionada con la cantidad de forraje que los animales consumen durante ese periodo. Mantener una duración e intensidad constantes es fundamental para preservar la capacidad productiva y la salud del pastizal (Grasa *et al.*, 2022).

Una presión de pastoreo demasiado alta puede impedir la recuperación de los pastizales, mientras que una intensidad excesiva puede dañar la cobertura del suelo y aumentar la erosión. Por el contrario, una frecuencia e intensidad adecuadas permiten un equilibrio entre el uso del forraje y la regeneración de la pradera (Vargas *et al.*, 2024).

2.2.6.6. Carga animal.

La cantidad de animales que pastorean se denomina el número de animales que habitan en un espacio geográfico concreto durante una franja de tiempo específica. Una cantidad de animales adecuada es fundamental para eludir el sobreabastecimiento y preservar la capacidad del prado (Guanoluisa, 2017)

Para calcular la carga animal, se consideran el número de días que los animales permanecen en el terreno y la disponibilidad de forraje en la zona. De esta manera, se puede planificar mejor el uso del pastizal y asegurar que los animales tengan suficiente alimento.

Es importante ajustar la carga animal según las condiciones específicas del sistema, como la especie forrajera, la época del año y las necesidades nutricionales del ganado. Un manejo adecuado de la carga animal contribuye a la sostenibilidad y rentabilidad del sistema ganadero (Guanoluisa, 2017)

2.2.6.7. Disponibilidad de forraje y relación con la producción.

La cantidad de pasto disponible juega un papel importante en el rendimiento de los animales. Cuando el pasto es de buena calidad y está en la cantidad adecuada, se pueden cubrir mejor las necesidades de alimentación del ganado y mantener una producción alta. (Prado *et al.*, 2021)

La relación entre la disponibilidad de forraje y la producción es clara: a mayor cantidad de forraje, mayor es la capacidad del sistema para alojar un número elevado de animales y obtener un mayor rendimiento. A pesar de ello, es

fundamental evitar el sobrepastoreo, que puede afectar la calidad del alimento y reducir la cantidad de forraje disponible (Sánchez *et al.*, 2025).

Mantener un monitoreo constante sobre la disponibilidad del forraje y su manejo, como la rotación de pastos y la fertilización, ayuda a mejorar la eficiencia del sistema y asegura que sea sostenible a largo plazo.

2.2.6.8. Número de hojas.

El número de hojas por macollo es un indicador práctico y visual que se utiliza para determinar el punto óptimo de pastoreo en muchas especies forrajeras, especialmente en gramíneas. Se ha observado que existe un número ideal de hojas en el cual el pasto alcanza su máximo crecimiento diario sin haber comenzado un proceso de senescencia o pérdida de hojas. En muchas especies tropicales, este punto óptimo ocurre cuando la planta tiene entre 2,5 y 3 hojas activas (Teuber *et al.*, 2007).

Pastar antes de este punto puede reducir el crecimiento del rebrote, ya que la planta no ha acumulado suficientes reservas en su base. Por otro lado, si se deja pasar este momento y se permite que la planta desarrolle más hojas, las más antiguas comienzan a envejecer y morir, reduciendo la calidad del forraje y provocando pérdidas (Montenegro, 2020). Por esta razón, el conteo del número de hojas por macollo es una herramienta simple pero eficaz para decidir el momento adecuado de ingreso y salida del ganado al potrero.

2.2.6.9. Calidad de la pradera.

La calidad de la pradera está relacionada con la diversidad de especies vegetales, la cantidad y la capacidad productiva del pastizal. Una pradera de buena calidad presenta una distribución adecuada de especies forrajeras que aportan nutrientes esenciales y son aptas para el consumo animal. Además, cuenta con una cobertura vegetal uniforme y densa (Prado *et al.*, 2021).

2.2.7. Medición y evaluación de forraje.

Hay diversas maneras y métodos para realizar un cálculo exacto del forraje, tanto en cantidad como en calidad. Estas herramientas son aplicables en sistemas de pastoreo intensivo y extensivo. El uso adecuado de estas estrategias aumenta la efectividad del sistema de producción y contribuye a una mejor preservación de los recursos de pastoreo (Prado *et al.*, 2021).

2.2.7.1. Materia verde.

La parte verde es el alimento fresco que se encuentra en el campo e incluye su contenido de agua. Es la sustancia que el animal consume directamente durante el pastoreo o que puede ser recolectada para su conservación (Teuber *et al.*, 2007). Su análisis permite determinar la cantidad de forraje disponible en un área específica

Recoger una muestra de pasto consiste en tomar una porción y pesarla directamente, sin necesidad de secarla previamente. Esta información es útil para estimar la cantidad aparente de forraje disponible, aunque no permite determinar con precisión su valor nutritivo, ya que el contenido de agua en las plantas varía considerablemente según las condiciones climáticas y la etapa del ciclo de vida de la planta (Teuber *et al.*, 2007)

Aunque la medición del forraje verde no es muy exacta para planificar dietas, sí resulta útil para hacer estimaciones en campo y para gestionar el uso del terreno. Además, sirve como base para calcular la cantidad de agua que consume el animal, aunque no refleja la cantidad real de nutrientes que ingiere.

2.2.7.2 Materia Seca

La materia seca es la porción del alimento que queda luego de quitarle el H₂O. Es la medida más popular usada para describir la ingesta de alimento por parte de los bovinos y para calcular la verdadera importancia nutritiva del pasto. La MS cuenta con los componentes nutritivos fundamentales como son las proteínas, los carbohidratos, los minerales y la fibra (Teuber *et al.*, 2007)

Para calcular la cantidad de materia seca presente en el forraje, se toma una muestra representativa de pasto y se seca en un horno a 65 °C hasta que alcance un peso constante. El resultado se expresa en porcentaje y permite entender cuánto contribuye el forraje con nutrientes al animal (Teuber *et al.*, 2007)

2.2.7.3. Método de aforo.

- Método directo (corte y pesado)

El método directo se basa en delimitar un espacio con una superficie equivalente al potrero, recolectar la totalidad de la biomasa de plantas en una altura específica (generalmente 5 centímetros por encima del piso), y pesar el vegetal para calcular su cantidad de materia verde. Luego, se toma una muestra y se secan para

determinar el porcentaje de materia seca. Es una técnica específica, no obstante, complicada, toma tiempo y recursos (Caicedo *et al.*, 2021).

Este procedimiento proporciona información muy valiosa, ya que mide de manera directa la cantidad de forraje que hay disponible. Sin embargo, debido su exigente labor para recolectar datos y la necesidad de equipamiento (cuadro y horno secador), no es adecuado para análisis en tiempo real o sobre grandes extensiones.

Es óptimo para equiparar distintos métodos de investigación y también para realizar evaluaciones constantes en proyectos de monitoreo de las praderas. También, es sugerido su empleo en áreas experimentales y en la validación de métodos de estimación (Gandica, 2019).

- Método indirecto con plato medidor de forraje

El procedimiento indirecto a través de un plato medidor se basa en la proporción entre el volumen de forraje y su peso. El plato medidor es un instrumento que está colocado al pie de la tierra y se hace una medición de la altura obtenida (Méndez *et al.*, 2023).

Este procedimiento es ágil, no dañino y puede ser usado en extensos terrenos. Sin embargo, requiere de una pendiente de compensación específica para cada tipo de pradera, la cual se relacione con la dosis de forraje en términos de cantidad de materia seca (Contero *et al.*, 2021).

A pesar de que sea menos exacto que el procedimiento directo, es ideal para realizar censos frecuentes, ya que posibilita tomar decisiones inmediato sobre la utilización del terreno y la rotación de los animales. Es muy popular en los sistemas de pastoreo en rotativo de alta intensidad.

2.2.7.4. Cálculo de disponibilidad de forraje.

El cálculo de la cantidad de forraje disponible es una herramienta fundamental para determinar la cantidad de animales que es posible que se alimenten de un espacio concreto durante un lapso concreto (Teuber *et al.*, 2007). La fórmula general es la siguiente:

$$\text{Forraje Disponible (kg MS*ha}^{-1}\text{): (materia verde *m}^2\text{*}\% \text{ secado) (10.000)}$$

Este cálculo posibilita conocer la totalidad de la materia seca disponible por hectárea, de esta manera, apoya la planeación de los tiempos de pastoreo y la

carga de animales caben óptimamente. Además, posibilita con anterioridad la estimación de carencias alimenticias y el planeamiento de suplementación con precisión (Grasa *et al.*, 2022).

Esta clase de evaluaciones se tiene que realizar regularmente, sobre todo en zonas con mucha diversidad climática o en sistemas de pastoreo de alta intensidad, en donde la capacidad de utilización del forraje tiene una importancia fundamental para la viabilidad del sistema de producción.

2.2.8. Fertilización y control de arvenses en pasturas.

La fertilización en praderas es un procedimiento fundamental para conservar la capacidad y calidad del pasto en ecosistemas de pastoreo de gran escala. Las plantas forrajeras, al igual que cualquier otro tipo de flora, requieren de nutrientes fundamentales como el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K) para desarrollarse de manera óptima. El nitrógeno, en particular, apoya el desarrollo de folios y aumenta la calidad de la hierba, a su vez, el fósforo es importante para el establecimiento de raíces y la floración (Oña y Villavicencio, 2021). La correcta utilización de los fertilizantes debe estar fundamentada en un análisis de suelo y en las particularidades propias de la especie de plantas que se cultivan para no sobrepasarse o faltar.

En los sistemas de pastoreo de alta intensidad, la necesidad de nutrientes por parte de las praderas es igual de constante debido a la elevada cantidad de depreda de biomasa que hace el ganado. Debido a eso, es necesario ejecutar un plan de fertilización por día. Hay que tomar en consideración no sólo los nutrientes que contienen los productos químicos, si no combinar con fertilización orgánica con estiércol o el compost, y también su efecto sobre el suelo.

El monitoreo de plantas invasoras es igualmente importante, ya que estas últimas compiten con los géneros forrajeros por agua, luz y nutrientes, por lo tanto, disminuyen la cantidad y calidad del alimento. El incremento de plantas invasoras es posible que se deba a la irresponsabilidad de los propietarios, a una fecundidad desmedida o a la compactación del terreno. Dentro de las técnicas más conocidas se hallan el control por medio de la máquina (corte o desbroce), el control por medio de la químicos (utilizando herbicidas que sean selectivos), y el control cultural, que comprende métodos preventivos como la rotación de cultivos y agricultura regenerativa (Guillén, 2025).

El equilibrio entre la cantidad de poda y el uso de herbicidas para el control de plantas invasoras asegura una cobertura vegetal densa, sana y productiva. Un manejo adecuado de estos factores no solo garantiza un buen desempeño, sino que además incrementa la carga animal y contribuye positivamente a la sustentabilidad del sistema (Marini y Masso, 2018). No considerar estos aspectos puede generar la degradación de los pastos, la reducción de la cantidad de animales y pérdidas económicas para el productor.

2.2.8.1. Fertilización de potreros con Urea.

La fertilización con urea está entre las más tradicionales dentro del manejo de praderas, en particular en las prácticas de pastoreo de alta intensidad donde es necesario poseer un alto volumen de forraje de gran tamaño. La urea constituye una fuente de nitrógeno (45% N), que es un elemento fundamental para el desarrollo de la flora, debido a que tiene una influencia directa en la elaboración de proteínas y en el crecimiento de la planta (Landi *et al.*, 2021).

Utilizar la dosis precisa y adecuada de urea dentro de un periodo específico incrementa la calidad del forraje mediante el aumento de la cantidad de proteína, incrementa la elaboración de nuevas hojas y aumenta la velocidad de regeneración de la pradera luego del pastoreo. A pesar de ello, es importante tener en consideración el tipo de tierra, la especie de animales forrajes y la existencia de agua para no perder por volatilización o lixiviación (Zanoniani *et al.*, 2023).

La correcta fertilización con urea apoya a continuar con la labor productiva del sistema y aumenta la calidad del forraje que le da al ganado lechero (Bustamante, 2022). Sin embargo, es necesario llevar a cabo un programa extenso de fertilización, complementado con distintos nutrientes fundamentales, como por ejemplo fósforo y potasio, y bajo control técnico para evitar la sobrealimentación de nutrientes y la deterioración del terreno.

2.2.9. Calidad Composicional de la leche bovina.

La diversidad de la composición de la leche de vaca es una característica fundamental para su venta y valor nutritivo. Esta característica está influenciada por varias causas, de las cuales hacen parte la genética del animal, el alimento, el tratamiento, salud y el sistema de producción utilizado (Teuber *et al.*, 2007). Los

parámetros más importantes de calidad composicional láctea son: el porcentaje de grasa, proteína, sólidos no grasos (SNG) y el número de células somáticas.

2.2.9.1. Grasa

La grasa es un componente esencial de la leche que contribuye a su sabor, valor nutricional y es fundamental en la elaboración de productos lácteos. Se sintetiza principalmente en las células secretoras de la glándula mamaria y su porcentaje en la leche suele oscilar entre 2.5 % y 6 %, con un promedio de 3.9 %. La grasa se presenta en pequeños glóbulos que están estabilizados por una membrana compuesta de fosfolípidos, proteínas, colesterol, carotenoides y vitamina A (Agudelo *et al.*, 2015)

El contenido de grasa en la leche puede variar significativamente debido a factores como la raza del ganado, la edad de la vaca y su estado nutricional (Barberis, 2002). La dieta es un factor crucial; una mayor concentración de fibra en la alimentación de la vaca se correlaciona con un mayor porcentaje de grasa en la leche, esto se debe a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen (Ortiz *et al.*, 2002). Además, otros factores como el ambiente ecológico, la época del año, el momento del ordeño y el período de lactancia también influyen en la calidad y cantidad de la grasa. Desde una perspectiva económica y nutricional, la cantidad de grasa es muy relevante. Por ejemplo, la leche de la raza Guernsey tiene un mayor contenido de grasa que la de la raza Holstein, lo que afecta directamente el contenido de los diferentes productos alimenticios.

2.2.9.2. Proteína.

La normativa técnica ecuatoriana (INEN 9, 2008) establece que el porcentaje ideal de proteína en la leche cruda es del 2.9 %. Las proteínas lácteas forman un sistema coloidal y se distribuyen en micelas de 100 milimicras de diámetro, siendo sensibles principalmente a cambios en el pH.

La variación en el contenido de proteína en la leche cruda depende de múltiples factores. La época del año es uno de ellos, observándose porcentajes más altos de proteínas durante el invierno y más bajos durante el verano. Estas variaciones se atribuyen a cambios en la disponibilidad y calidad de los alimentos, así como a las condiciones climáticas (Hernandez, 2010). La raza del ganado también es un factor determinante; estudios indican que las vacas Holstein, aunque tienen una mayor producción de leche (11.07 Litros*vaca*día⁻¹), presentan un menor contenido de

proteína (3.13 %). En contraste, las vacas Jersey y sus cruces producen menos leche (7.8 a 8.3 Litros*vaca*día-1) pero con un mayor contenido de proteína (3.5 a 3.63 %). Esto se debe a las características genéticas heredadas por cada raza, que les permiten producir leche con contenidos específicos de grasa, proteína y materia seca (Muñoz y Rodríguez, 2006).

2.2.9.3. Sólidos no grasos.

Los sólidos no grasos (SNG) están compuestos por proteínas, lactosa y sales minerales. Son una medida de la concentración y valor nutritivo de la lactancia. Su medida ideal es del 8.2 %. Una lactancia con poca SNG puede exhibir indicios de falsificación (enlazan con H₂O) o carencias en el sustento del animal. Debido a eso, este parámetro se encuentra constantemente valorado por la industria lechera (Navarro, 2020).

2.2.9.4. Células somáticas.

Las células somáticas en la leche son principalmente células inflamatorias (leucocitos), aunque también incluyen células epiteliales (Gigli, 2014). El recuento de células somáticas (RCS) es una prueba rutinaria y un indicador crucial de la calidad de la leche y la salud de las ubres (INIFAP, 2011).

Normalmente, la leche de una ubre sana contiene una baja cantidad de células somáticas (hasta 200,000 células*cm⁻³). Sin embargo, un incremento significativo en este recuento, superando las 500,000 células*cm⁻³, es un criterio clave para diferenciar las ubres con mastitis (inflamación) de las sanas (Alais, 2018). En Ecuador, la legislación establece un límite máximo de 5×10^5 células*cm⁻³ (INEN, 2015).

Un RCS elevado es perjudicial, ya que afecta la producción y la calidad de la leche, principalmente debido al daño que las bacterias de la mastitis causan en el tejido mamario (Hernandez y Bedolla, 2008).

2.2.9.5. Métodos de evaluación de calidad composicional de la leche.

Para examinar la calidad de la leche de manera ágil y precisa, se utilizan herramientas especializadas como el Ekomilk Bond y el Ekomilk Scan. Estos artefactos han transformado el procedimiento de análisis de leche en predios y plantas de tratamiento debido a su sencillez, portabilidad y fiabilidad de los principales parámetros de composición. (EKOMILK AMERICAS, 2024).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se obtuvo datos numéricos de producción mensual y calidad de leche (grasa, proteína, sólidos totales, conteo de células somáticas (células*cm⁻³); en los pastos se determinó la producción de biomasa y parámetros de: tiempo de rotación, carga animal, N° hojas, Materia seca (Kg*ha⁻¹), Oferta diaria (kg*vaca*día⁻¹) y composición botánica en el centro experimental "San Francisco"- UPEC, se analizaron los datos obtenidos para probar la hipótesis con base a la medición numérica y el análisis estadístico

3.1.2. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo experimental y explicativa porque se enfocó en explicar la influencia del manejo de pasturas intensivas sobre la biomasa (kg MS* ha⁻¹), producción y calidad de la leche del centro experimental "San Francisco"- UPEC. Se correlacionaron datos sobre biomasa (kg MS* ha⁻¹), producción y calidad de la leche (grasa, proteína, sólidos no grasos y conteo de células somáticas).

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula: El manejo de las pasturas sobre pastoreo intensivo en el Centro Experimental San Francisco NO tiene un efecto sobre la biomasa, producción y calidad de la leche

Hipótesis alternativa: El manejo de las pasturas sobre pastoreo intensivo en el Centro Experimental San Francisco SI tiene un efecto sobre la biomasa, producción y calidad de la leche.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de variables para el tema “Evaluación del manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo en el centro experimental “San Francisco”- UPEC”

	INDICADORES	DIMENSIÓN	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Independiente:	Sin Manejo de Pasturas			
	Manejo de Pasturas			
		Aforos (Kg MS*ha ⁻¹)		<ul style="list-style-type: none"> • Informes • Plato medidor de forraje • Libreta de mano
	Con Manejo de Pasturas	Cortes de igualación	Observación	
		Fertilización (Kg*ha ⁻¹)		
Dependiente:	Contenido de Grasa	Porcentaje (%)	Observación	<ul style="list-style-type: none"> • ECOMILK • Frascos para muestras • Cooler • Muestras de leche • Informes • Plato medidor de forraje • Libreta de mano
	• Calidad de la leche producida	Sólidos no grasos		
	Proteína	Porcentaje (%)		
	Células somáticas	Porcentaje (%)		
• Producción leche	Producción del hato lechero	L*vaca*día ⁻¹		
• Producción de Biomasa	Producción del hato lechero			
	Materia Seca	Kg* ha ⁻¹		
	Conteo N° hojas	N° hojas		

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Ubicación del ensayo

Esta investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). Este centro está ubicado en la provincia de Carchi, al norte del Valle Interandino, en el cantón San Pedro de Huaca, sector La Calera, a una altitud de 2834 metros sobre el nivel del mar y con coordenadas geográficas 00°38'29" latitud Norte, 77°43'35" longitud Oeste (Peña et al., 2019).



Figura 1. Vista satelital CESF- UPEC.
Fuente: Google Earth (2025)

El componente pecuario del Centro Experimental San Francisco cuenta con un sistema de producción de leche bovina que incluye animales de las razas Holstein y Jersey, así como sus cruces Jerhol. Estos bovinos se organizan en grupos según su estado: producción, secas, fierro y terneras.

El experimento se realizó con el grupo de vacas en producción, el cual se dividió posteriormente en tres subgrupos correspondientes al primer, segundo y tercer trimestre de lactancia. La investigación se llevó a cabo en un área de pastoreo de 13 hectáreas, donde se implementó un manejo de pasturas controladas semanalmente. La producción láctea se registró diariamente, la estimación de biomasa de manera

semanal y la calidad composicional de la leche se evaluó quincenalmente, el experimento tuvo una duración de siete meses (diciembre 2023-junio 2024),

3.4.2 Toma de muestras de leche

Por cada animal, se recolectó una muestra del ordeño inicial en recipientes estériles rotulados y refrigerados para su análisis en los laboratorios de la UPEC.

3.4.2.1 Análisis de calidad composicional de la leche

Se aplicaron dos análisis con equipos Ekomilk.

- Ekomilk Bond: Determinó grasa (%), proteína (%) y sólidos no grasos.
- Ekomilk Scan: Cuantificó el número de células somáticas (células*cm⁻³)

Procedimiento:

- Encender y calentar: Poner en funcionamiento el Ekomilk Bond y esperar a que alcance la temperatura operativa (35-45 °C).
- Verificar calibración: Comprobar en la pantalla del equipo que la calibración sea correcta y no haya mensajes de error.
- Asegurar limpieza: Inspeccionar que los tubos de succión estén limpios y el recipiente de residuos vacío.
- Homogeneizar la muestra: Agitar suavemente el recipiente de leche durante unos segundos para asegurar una mezcla uniforme.
- Cargar la muestra: Introducir cuidadosamente 20-30 ml de leche en la entrada del equipo, evitando la formación de burbujas de aire.
- Seleccionar análisis: Elegir la opción de "análisis estándar de leche cruda bovina" en el menú del dispositivo.
- Iniciar lectura: Pulsar el botón de inicio y esperar el resultado, que suele tardar entre 30 y 60 segundos.

3.4.2.1.2 Conteo de células somáticas en equipo Ekomilk Scan

El equipo Ekomilk Scan permitió realizar un conteo de células somáticas en leche cruda bovina (rango: 90.000 - 1.500.000 células*cm⁻³) en aproximadamente 4 minutos por muestra.

Procedimiento:

Preparación de la solución reactiva (Ekoprim):

- Disolver 3,5 g de Ekoprim en 100 mL de agua destilada precalentada a 36 °C, mezclando hasta homogeneizar.
- Conservar a temperatura ambiente y sin luz directa.

Preparación de la muestra de leche:

- Atemperar la muestra refrigerada a 20-22 °C.
- Homogeneizar suavemente.

Preparación del equipo:

- Encender el Ekomilk Scan (posterior).
- Ejecutar la limpieza inicial automática.
- Mezcla muestra-reactivo:
- En un tubo limpio, añadir 5 mL de Ekoprim.
- Incorporar 10 mL de leche.
- Homogeneizar suavemente.

Ejecución del análisis:

- Introducir la mezcla en el compartimiento.
- El conteo se inicia automáticamente y el resultado células*cm⁻³ sale por el capilar inferior.

Limpieza del equipo:

- Añadir 15 ml de agua destilada.
- El equipo enjuaga internamente y se sopla aire por el capilar.

3.4.2.1.3 Parámetros de evaluación de calidad de la leche

Para la interpretación de los resultados obtenidos mediante el equipo Ekomilk, Scan se consideraron los siguientes rangos de referencia según el fabricante.

Tabla 2. Rangos de referencia para la interpretación de equipo Ecomilk Scan

Característica	Detalle
Recuento de células somáticas	90 000 – 1 500 000 células*cm ⁻³
Exactitud	± 15%
Tiempo promedio por medición	4 minutos por muestra

Fuente: Ekomilk Americas (2024)

Por su parte para la interpretación de los resultados obtenidos mediante el equipo Ekomilk, Bond, se consideró los siguientes rangos de referencia según el fabricante.

Tabla 3. Rangos de referencia para la interpretación de equipo Ecomilk Bond

Parámetro	Rango de medición	Precisión
Grasa	0.5% – 12%	± 0.1%
Sólidos no grasos (SNF)	6% – 12%	± 0.2%
Densidad de la leche	1.0200 – 1.0400 g/cm ³	± 0.0005 g/cm ³
Proteína	2% – 6%	± 0.2%
Punto de congelación	0°C a -1.00°C	± 0.015°C
Agua añadida a la leche	0% – 60%	± 5%

Fuente: EKOMILK AMERICAS (2024)

3.4.3 Cuantificación producción de leche

La producción láctea se cuantificó utilizando medidores de leche, registrando los litros producidos por cada vaca diariamente.

3.4.4 Cuantificación de la biomasa

3.4.4.1 Aforo método indirecto

El aforo de la pradera se realizó de forma semanal mediante el método indirecto, utilizando un plato medidor de forraje. Este instrumento permite medir la altura comprimida del forraje, la cual está influenciada por la densidad y la altura del follaje, con el objetivo de estimar la cantidad de alimento disponible para el pastoreo. (Teuber et al, 2007)

Procedimiento:

1. Reinicio del contador 1 (parte superior del plato medidor de forraje) Antes de iniciar las mediciones, se reinició el contador asegurándose de que esté en cero ($n = 0000$).
2. Registro en contador 2 (parte inferior plato medidor de forraje): Se registró el valor inicial (X_1) al comenzar el aforo y el valor final (X_2) al concluirlo.
3. Muestreo en zigzag: Las mediciones se realizaron de forma aleatoria siguiendo un patrón en zigzag a lo largo del potrero, cubriendo toda el área destinada al pastoreo.
4. Número de mediciones: Se efectuaron entre 50 y 100 mediciones por potrero, ya que un mayor número de muestras mejora la precisión de la estimación.
5. Altura residual: Se dejó un remanente de forraje de 5 cm, equivalente a 10 "clicks" del medidor, para facilitar el rebrote del pasto.

Cálculo de materia seca (MS) en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$:

$$\text{MS: } (X_2 - X_1 / n) \cdot 10 \cdot 100$$

Donde:

- X_1 = valor inicial del contador
- X_2 = valor final del contador
- n = número de mediciones
- 10 = valor correspondiente a la altura residual de 5 cm
- 100 = factor de conversión a $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

3.4.4.2 Conteo de número de hojas

Se realizó el conteo del número de hojas en cada potrero semanalmente, identificando únicamente raigrás (*Lolium spp.*). La identificación del raigrás se efectuó mediante la observación de sus características morfológicas distintivas, como la coloración morada en la base del tallo, rasgo característico de esta especie. Para ello, se tomaron tres muestras representativas por potrero: una al inicio, otra a la mitad y otra al final del área de pastoreo. Posteriormente, se calculó el promedio del número de hojas por potrero.

Se consideró que un potrero estaba listo para el pastoreo cuando el número promedio de hojas alcanzaba 2,5.

Finalmente, se introdujo los resultados obtenidos con el plato medidor de forraje y el número de hojas en una plantilla de Excel e ingresaron los datos al software Pastoreo 3R. Este programa proporciona los resultados de materia seca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de cada potrero y el número de hojas, generando automáticamente un cronograma semanal de pastoreo para las vacas.

3.4.4.3 Cálculo de la oferta diaria por vaca

En vacas de 500 kg, la oferta diaria de materia seca correspondió al 3% de su peso vivo, es decir, 15 kg por animal.

3.4.4.4 Formulación de planes de fertilización

Se aplicó 50 kg/ha de urea en cada potrero. Para determinar la cantidad total de urea a utilizar en cada potrero, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Kg Urea: } 50\text{kg}\cdot\text{ha}^* \text{ área del potrero}$$

3.4.4.5 Evaluación de la composición botánica

El método de la punta del zapato es una técnica utilizada para estimar la composición botánica de una pradera. Consiste en caminar por el área de estudio, observando y registrando la especie vegetal que se encuentra directamente bajo la punta del zapato en cada paso. Al finalizar el recorrido, se calculó la frecuencia de cada especie registrada para determinar su proporción en la pradera. (Teuber *et al*, 2007)

3.4.4.6 Tiempo de Rotación

El tiempo de rotación se evaluó mediante registros de ingresos y salida del pastoreo de cada potrero.

3.4.4.7 Carga Animal

Se evaluamos la carga animal al inicio y al final del ensayo, con el fin de determinar posibles variaciones en la presión de pastoreo.

Carga animal: N^o animales totales/superficie(ha) destinadas al pastoreo

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se realizó el análisis descriptivo de las variables en estudio, a continuación, se evaluó como supuesto la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, que permitió definir si los datos obtenidos son paramétricos o no paramétricos, al tratarse de 2 grupos (tratamientos) se consideró para datos no paramétricos la prueba de Wilcoxon Mann Whitney, y para el caso de datos paramétricos la prueba de t-Student, en los dos casos se aplicó análisis apareados por tratarse de la misma unidad experimental en diferentes unidades de tiempo

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.2 Diagnosticar la situación actual de la plataforma de ordeño: producción y calidad composicional de la leche.

4.1.2.1 Diagnóstico inicial de producción láctea

El Centro Experimental San Francisco dispone de un hato lechero conformado por 28 animales en producción, en el cual predominan ejemplares de raza Holstein Mestiza y la raza Jersey Mestiza. En la tabla 4, podemos observar el promedio de la producción láctea inicial del primer, segundo y tercer trimestre de lactancia.

Tabla 4. Resultados iniciales en producción láctea

Producción Inicial CESF (L*vaca*día⁻¹)	Producción Promedio Nacional (L*vaca*día⁻¹)	Producción Promedio Provincial (L*vaca*día⁻¹)
9.52	6.6	10.04

En la tabla 4, se indica los resultados del diagnóstico de la situación inicial del centro experimental San Francisco, estos valores buenos comparados con el promedio provincial en Carchi y el promedio Nacional en Ecuador.

4.1.2.2 Diagnóstico inicial de la calidad composicional de la leche.

En la tabla 5 podemos evidenciar los resultados de las pruebas de calidad composicional láctea realizadas al inicio de la investigación.

Tabla 5. Calidad composicional de la leche bovina en el Centro Experimental San Francisco

Parámetro	Valor Promedio	Equipo utilizado
Grasa (%)	2,10	Ekomilk Bond
Sólidos no grasos (%)	8,80	Ekomilk Bond
Proteína (%)	3,27	Ekomilk Bond
Recuento de células somáticas (células*cm ⁻¹)	193,92 × 10 ³	Ekomilk Scan

Estos valores se comparan con los requisitos de calidad establecidos en la Norma NTE INEN 9, que especifica un mínimo de 3.0% de grasa, 8.2% de sólidos no grasos, 2.9% de proteína y un máximo de 7.0 x 10⁵ células*cm⁻¹.

4.1.3 Evaluar la calidad composicional de la leche bovina (grasa, proteína, lactosa y sólidos totales) bajo manejo de pasturas.

4.1.3.1 Resultados prueba T-Student apareada en Sólidos No Grasos (% SNG)

Tabla 6. Prueba T – Student apareada para solidos no grasos (%SNG)

Obs (1)	Obs (2)	Media (1)	Media (SNG%)	p-valor
SNG1	SNG2	8.78	8.84	0.6555 ns
SNG1	SNG3	8.78	8.62	0.2497 ns
SNG1	SNG4	8.78	8.58	0.3164 ns
SNG1	SNG5	8.78	8.25	0.0163 *
SNG1	SNG6	8.78	8.52	0.1393 ns
SNG1	SNG7	8.78	8.72	0.6615 ns

Como se evidencia en la tabla 6, no se observaron diferencias significativas en la mayoría de las comparaciones ($p > 0,05$), excepto en la SNG5, donde el valor p fue de 0,0163, indicando una disminución significativa en el porcentaje de sólidos no grasos en esta toma. Las medias oscilaron entre 8,25% y 8,84%, lo que sugiere que, en general, los niveles de SNG se mantuvieron estables durante el período evaluado.

4.1.3.2 Resultados prueba T- Student apareada en proteína (%PROT)

Tabla 7. Prueba T – Student apareada en proteína (% PROT)

Obs (1)	Obs (2)	Media (1)	Media (PROT%)	p-valor
PROT1	PROT2	3.26	3.27	0.8343 ns
PROT1	PROT3	3.26	3.18	0.1203 ns
PROT1	PROT4	3.26	3.18	0.2609 ns
PROT1	PROT5	3.26	3.06	0.0155 *
PROT1	PROT6	3.26	3.17	0.1633 ns
PROT1	PROT7	3.26	3.25	0.8739 ns

Como se evidencia en la tabla 7, no se observaron diferencias significativas en la mayoría de las comparaciones ($p > 0,05$), excepto en la muestra PROT5, donde el valor p fue de 0,0163. Las medias oscilaron entre 3,06% y 3,27%, lo que sugiere que, en general, los niveles de proteína se mantuvieron estables durante el período evaluado.

4.1.3.3 Resultados prueba T – Student apareada Conteo de Células Somáticas (CZ)

Tabla 8. Prueba T – Student apareada Conteo de Células Somáticas (CZ)

Obs (1)	Obs (2)	Media (1)	Media (CZ)	p-valor
CZ1	CZ2	313.62	209.24	0.2790 ns
CZ1	CZ3	313.62	270.51	0.6881 ns
CZ1	CZ4	313.62	333.51	0.8466 ns
CZ1	CZ5	313.62	189.78	0.1301 ns
CZ1	CZ6	313.62	161.65	0.0492 ns
CZ1	CZ7	313.62	267.16	0.6267 ns

Según lo indicado en la Tabla 8, no se observaron diferencias significativas en las comparaciones ($p > 0,05$). Las medias variaron entre 161,65 células*cm⁻³ y 333,51 células*cm⁻³, evidenciando que no existió un cambio durante el periodo evaluado.

4.1.3.4 Resultados prueba T – Student apareada en Grasa (% Grasa)

Tabla 9. Prueba T – Student apareada (% Grasa)

Obs (1)	Obs (2)	Media (1)	Media (Grasa%)	p-valor
grasa 1	grasa 2	2.31	2.12	0.5072 ns
grasa 1	grasa 3	2.31	2.28	0.8650 ns
grasa 1	grasa 4	2.31	2.52	0.4263 ns
grasa 1	grasa 5	2.31	2.79	0.1107 ns
grasa 1	grasa 6	2.31	2.71	0.0736 ns
grasa 1	grasa 7	2.31	3.85	<0.0001**

Según lo presentado en la Tabla 9, no se observaron diferencias significativas en la mayoría de las comparaciones ($p > 0.05$), excepto en la muestra de grasa 7, donde el valor de p fue inferior a 0.0001, indicando un incremento significativo en el porcentaje de grasa, con una media de 3.85%. Las medias variaron entre 2.12% y 3.85%, mostrando una tendencia al aumento hacia el final del período evaluado.

4.1.4 Evaluar la producción de la leche bovina bajo manejo de pasturas.

Para el análisis de la producción de leche durante el ensayo se tomó en cuenta la situación de lactancia del animal, es decir en que semestre de lactancia se encuentra. Dependiendo de esto se hizo el siguiente análisis: La prueba de normalidad de Shapiro-Wilks permitió definir que los datos de las variables en estudio son paramétricos al obtener un p-valor $> 0,05$, por lo que la prueba de hipótesis a aplicar fue t- Student para muestras apareadas, y como prueba de significancia se aplicó un análisis de medias.

4.1.4.1. Resultados Prueba T- Student apareada Primer trimestre de lactancia

Tabla 10. Prueba T – Student apareada primer trimestre de lactancia

TOMA (1)	TOMA (2)	Media (1)	Media(L*vaca*día-1)	p-valor
TOMA 1 (A)	TOMA 2 (A)	4.32	22.80	0.0003 **
TOMA 1 (A)	TOMA 3 (A)	4.32	25.34	0.0001 **
TOMA 1 (A)	TOMA 4 (A)	4.32	23.51	<0.0001 **
TOMA 1 (A)	TOMA 5 (A)	4.32	25.30	<0.0001 **
TOMA 1 (A)	TOMA 6 (A)	4.32	25.09	<0.0001 **
TOMA 1 (A)	TOMA 7 (A)	4.32	25.53	<0.0001 **
TOMA 1 (A)	TOMA 8 (A)	4.32	23.32	0.0007 **
TOMA 1 (A)	TOMA 9 (A)	4.32	23.40	0.0001 **
TOMA 1 (A)	TOMA 10 (A)	4.32	23.75	<0.0001 **
TOMA 1 (A)	TOMA 11 (A)	4.32	22.64	<0.0001 **
TOMA 1 (A)	TOMA 12 (A)	4.32	22.61	<0.0001 **

Entre la primera toma de datos (TOMA 1) y cada una de las tomas posteriores (TOMA 2 a TOMA 12). La media para TOMA 1 es 4.32 L, mientras que las medias de las demás tomas oscilan entre 22.61 y 25.53 L. Para cada comparación, el valor p resultante de la prueba T pareada es menor a 0.001, indicando diferencias estadísticamente significativas entre TOMA 1 y las otras tomas. Los valores p se presentan desde 0.0003 hasta menos de 0.0001, estas diferencias corresponden a un aumento en la media de producción de leche desde la TOMA 1 hacia las siguientes tomas durante el primer trimestre de lactancia.

4.1.4.2. Resultados Prueba T – Student apareada Segundo trimestre de lactancia

Tabla 11. Prueba T – Student apareada en segundo trimestre de lactancia

TOMA (1)	TOMA (2)	Media (1)	Media L*vaca*día-1)	p-valor
TOMA 1 (B)	TOMA 2 (B)	7.89	11.11	0.3495 ns
TOMA 1 (B)	TOMA 3 (B)	7.89	12.06	0.1556 ns
TOMA 1 (B)	TOMA 4 (B)	7.89	12.39	0.1419 ns
TOMA 1 (B)	TOMA 5 (B)	7.89	11.52	0.8590 ns
TOMA 1 (B)	TOMA 6 (B)	7.89	11.59	0.7958 ns
TOMA 1 (B)	TOMA 7 (B)	7.89	9.71	0.0007 **
TOMA 1 (B)	TOMA 8 (B)	7.89	10.58	0.1418 ns
TOMA 1 (B)	TOMA 9 (B)	7.89	11.59	0.7661 ns
TOMA 1 (B)	TOMA 10 (B)	7.89	9.92	0.0100 *
TOMA 1 (B)	TOMA 11 (B)	7.89	10.46	0.0678 ns
TOMA 1 (B)	TOMA 12 (B)	7.89	9.64	0.0018 **

Durante el segundo tercio de la curva de lactancia, se observa que la media para TOMA 1 se mantiene constante en 7.89 L, mientras que las medias de las otras tomas fluctúan entre 9.64 y 12.39 L. Los valores p asociados a las comparaciones varían desde 0.0007 hasta 0.8590. En particular, se observan diferencias significativas en las comparaciones entre TOMA 1 y TOMA 7 ($p = 0.0007$), TOMA 10 ($p = 0.0100$) y TOMA 12 ($p = 0.0018$), mientras que las demás comparaciones no alcanzan significancia estadística, como se muestra en la Tabla 11.

4.1.4.3. Resultados prueba T-Student apareada tercer trimestre de lactancia

Tabla 12. Prueba T – Student apareada tercer trimestre de lactancia

TOMA (1)	TOMA (2)	Media (1)	Media L*vaca*día-1)	p-valor
TOMA 1 (C)	TOMA 2 (C)	9.88	7.62	0.1228 ns
TOMA 1 (C)	TOMA 3 (C)	9.88	6.91	0.0051 **
TOMA 1 (C)	TOMA 4 (C)	9.88	7.20	0.0092 **
TOMA 1 (C)	TOMA 5 (C)	9.88	6.68	0.0002 **
TOMA 1 (C)	TOMA 6 (C)	9.88	6.20	0.0003 **
TOMA 1 (C)	TOMA 7 (C)	9.88	5.35	<0.0001 **
TOMA 1 (C)	TOMA 8 (C)	9.88	7.11	0.0086 **
TOMA 1 (C)	TOMA 9 (C)	9.88	5.87	0.0011 *

La tabla 12 indica la situación del tercer trimestre de lactancia evidencia una disminución progresiva en la producción media de leche respecto a la toma 1 (9.88

L*vaca*día⁻¹). Solo la comparación con la toma 2 (p = 0.1228) no presenta diferencia estadísticamente significativa, mientras que las restantes tomas muestran reducciones significativas (p < 0.05), siendo especialmente marcadas en la toma 5, 6 y 7 (p ≤ 0.0003). Esta tendencia sugiere un descenso sostenido en la producción, posiblemente asociado al avance fisiológico del ciclo lactante.

4.1.5 Diagnosticar la situación actual de la plataforma de ordeño: biomasa (kg MS*ha⁻¹).

El CESF con un área total de 13 hectáreas, distribuidas en 22 potreros de distintas dimensiones. En la tabla 13 encontramos el promedio de la producción inicial de materia seca (MS), obteniéndose un promedio de 1.280 kg* ha⁻¹.

Tabla 13. Resultados de (kg MS*ha⁻¹) en plataforma lechera del CESF

Nº Potrero	Área	MS 1
1	3235,1	1014,8
2	3382,53	701,7
3	3249,88	1068,4
4	3869,24	1758,3
5	3434,45	1180
6	3897,86	1245,5
7	4720,7	1275
8	4698,71	1016
9	5227,11	1878,9
10	6147,3	1353,2
11	9561,95	1508,8
12	4836,6	1105,6
13	2904,6	1596,9
14	3595,18	1219,4
15	3546,83	970
16	2683,37	1044
17	3577,23	1446,5
18	3831,52	1137,4
19	3809,6	1541,3
20	3943,09	1651,3
21	3734,08	1126
22	3872,68	1334,5
36	7904,6	1528
37	4366,1	1703,2
38	4341,45	1672,2
41	2720,56	687,4
42	2451,02	645,
44	4296,43	1002
45	4450	1730.9
TOTAL, PROMEDIO: 1280 Kg*ha ⁻¹		

Estos resultados evidencian que la producción de $\text{Kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$ en los potreros destinados al pastoreo en el Centro Experimental San Francisco son considerablemente bajos en comparación con los valores referenciales proporcionados por la casa comercial Sur Semillas S.A., que reporta rendimientos promedio de entre 3000 y 5000 $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

4.1.6 Determinar el efecto del manejo de pasturas sobre la biomasa ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) y la rotación de potreros.

4.1.6.1 Resultados t-Student apareada de la producción de ($\text{Kg MS}\cdot\text{Ha}^{-1}$) bajo manejo de pasturas

Tabla 14. Prueba t-Student apareada para la evaluación de materia seca

Obs (1)	Obs (2)	Media (1)	Media ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	p-valor
MS1	MS2	1280.61	1198.45	0.2227 ns
MS1	MS3	1269.75	11373.47	0.2716 ns
MS1	MS4	1269.75	1629.90	0.0001**
MS1	MS5	1276.94	1660.18	0.0009**
MS1	MS6	1276.94	1561.35	0.0304*
MS1	MS7	1219.15	1998.38	0.0022**

Los resultados de la tabla 14 indican que entre MS1, MS2 y MS3, no se encontraron diferencias significativas en la producción de materia seca ($p > 0.05$). Sin embargo, desde MS4 en adelante, se evidencian diferencias significativas ($p < 0.05$), indicando un aumento en la producción de materia seca.

4.1.6.2. Crecimiento de la biomasa ($\text{Kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) bajo manejo de pasturas

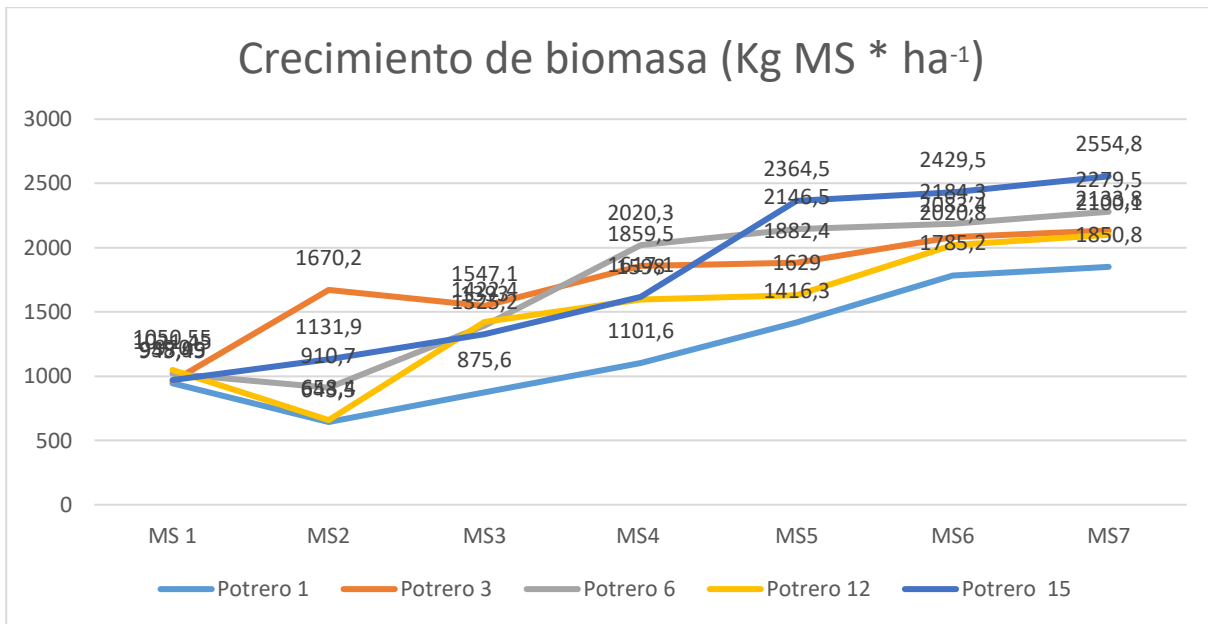


Figura 2 Crecimiento de (Kg MS*ha⁻¹) en 5 potreros de la plataforma lechera CESF.

La Figura 2 muestra los resultados de 5 potreros seleccionados al azar (Potrero 1, 3, 6, 12, 15). En la misma se observa el crecimiento de la materia seca en kg *ha⁻¹ a lo largo del tiempo que duró el experimento. Las diferentes muestras de crecimiento de la biomasa mostraron que, en la MS1, MS2 y MS3, el crecimiento de la biomasa es irregular y tiende a presentar aumentos y descensos. Sin embargo, al llegar a la MS4 se observa que el crecimiento de la biomasa es únicamente creciente, hasta estabilizarse en la MS7. Lo que demuestra que someter el sistema de pastoreo a un manejo de pasturas es favorable y con resultados positivos.

4.1.6.3 Tiempo de Rotación bajo manejo de pasturas

Tabla 15. Resultados de la rotación de potreros bajo manejo de pasturas

Condición	Tiempo de Rotación promedio (días)
Sin Manejo de Pasturas	30
Con Manejo de Pasturas	29

La tabla 15, nos indica que al implementar un manejo pasturas, el tiempo de rotación promedio disminuyó ligeramente de 30 días a 29 días. Esta reducción en el tiempo de rotación refleja una mejora en la eficiencia del pastoreo y un mejor aprovechamiento de las pasturas disponibles.

4.1.6.4 Carga animal bajo manejo de pasturas

Tabla 16. Resultados de la carga animal en potreros bajo manejo de pasturas

Condición	Carga Animal UBA
Sin Manejo de Pasturas	2,2 UBA*Ha ⁻¹
Con Manejo de Pasturas	2.7UBA*Ha ⁻¹

Leyenda: UBA: Unida Bovino Animal Ha: Hectárea

Los resultados de la Tabla 17, indican la diferencia en la carga animal según el manejo de pasturas. En sistemas sin manejo, se alcanza una carga de 2,2 UBA*ha⁻¹, mientras que, con un manejo adecuado, la carga se incrementa a 2,7 UBA*ha⁻¹, lo que refleja una mejora en nuestro sistema de pastoreo

4.1.6.5. Composición botánica

La tabla 16, nos muestra la comparación de la composición botánica entre un sistema sin manejo y con manejo de pasturas. Se observa que las especies dominantes a lo largo de todo el experimento fueron el: Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) y Ray Grass (*Lolium spp.*). Aunque se evidencian ligeras variaciones todas las especies existentes, la tendencia general indica hay una estabilidad en la composición botánica durante el período de evaluación. Esto sugiere que las prácticas de manejo no alteraron drásticamente la composición existente.

Tabla 17. Resultados de la composición botánica sin manejo y con manejo de pasturas.

Potrero	% Kikuyo		% Ray Grass		% Llantén		% Holco		% Trébol Blanco	
	Sin Manejo	Con Manejo	Sin Manejo	Con Manejo	Sin Manejo	Con Manejo	Sin Manejo	Con Manejo	Sin Manejo	Con Manejo
1	34.11	33.90	16.47	16.20	0	0.00	21.17	21.50	16.47	16.00
2	15.12	14.80	56.8	57.20	5.31	5.10	6.86	6.90	10.73	10.40
3	71.05	70.10	7.89	8.50	0	0.00	21.05	21.40	0	0.00
4	23.53	24.00	38.24	37.90	14.7	14.10	11.77	12.00	5.88	5.80
5	7.58	8.00	36.36	35.80	13.64	14.00	1.52	2.00	40.91	40.20
6	27.23	26.50	16.34	15.90	27.23	28.00	0.81	0.90	26.45	27.00
7	23.46	24.10	36.31	35.60	10.61	10.90	5.02	5.30	7.26	7.00
8	40.22	41.00	20.37	19.80	5.40	5.10	8.20	7.90	5.20	5.50
9	57.81	56.90	35.93	36.10	0	0.00	6.25	7.00	0	0.00
10	44.11	43.50	14.7	14.80	24.5	25.00	4.9	5.20	6.86	6.50
11	15.98	15.70	50.30	51.00	8.10	8.00	1.5	1.80	5.25	5.10
12	40.34	41.00	25.38	24.90	8.90	9.10	7.25	6.90	5.65	5.80
13	12.73	13.00	45.45	44.80	1.81	2.00	14.55	14.00	21.82	22.10
14	36.92	36.10	7.69	8.10	0	0.00	26.15	26.80	27.69	28.10
15	34.37	33.90	28.12	28.60	3.12	3.20	31.25	31.00	3.12	3.30
16	9.75	10.20	9.75	10.00	9.75	10.00	53.67	52.80	9.75	9.50
17	33.33	32.80	12.82	13.20	32.05	32.00	7.69	8.10	8.97	9.00
18	28.05	27.90	9.95	10.20	25.33	24.90	16.74	17.00	16.74	16.90
19	38.01	38.50	0.58	0.60	30.99	30.50	15.2	15.50	9.94	9.60
20	65.00	64.10	15.38	15.90	7.37	7.10	8.29	8.50	2.8	3.00
21	58.82	59.00	32.35	31.90	0	0.00	8.82	9.10	0	0.00
22	59.45	58.80	17.25	17.80	2.35	2.50	5.98	6.30	1.22	1.40
36	45.99	46.20	30.35	29.90	7.88	8.10	5.55	5.40	0	0.00
37	35.95	36.30	39.00	38.70	9.8	9.60	15.25	15.40	0	0.00
38	55.98	56.10	20.88	20.40	7.21	7.00	3.45	3.70	0	0.00
41	63.20	62.90	15.98	16.30	2.87	3.00	5.21	5.40	0	0.00
42	65.45	65.10	10.21	10.60	5.85	5.90	10.98	11.20	0	0.00
43	71.72	71.50	8.65	9.00	2.34	2.10	4.38	4.20	0	0.00
44	67.85	67.10	12.7	13.00	4.38	4.60	7.99	8.20	2.34	2.10
45	12.98	13.40	65.98	65.50	2.37	2.60	1.2	1.50	17.4	17.00

4.1.7 Determinar la asociación entre la producción de biomasa en materia seca de forraje, la producción y la calidad de leche.

4.1.7.1 Asociación entre la producción de biomasa, producción láctea y calidad composicional.

Tabla 18. Resultados finales bajo el manejo de pasturas

Variable	Sistema sin manejo	Sistema con manejo	Diferencia / Tendencia
Materia seca	1280	2000	↑ Incremento de 720Kg*ha ⁻¹
Producción de leche (L/mes)	8721.2	15144.5	↑ Aumento de 6423,39Litros
Grasa (%)	2.07	3.012	↑ no hay cambios significativos
Proteína (%)	3.30	3.16	↓ no hay cambios significativos
Sólidos no grasos (%)	8.91	8.49	↓ no hay cambios significativos
Células somáticas (células*cm ⁻³)	290.517	215.564	↓ no hay cambios significativos

En la Tabla 18 se presenta un resumen de los resultados obtenidos a lo largo del experimento, donde el manejo de pasturas tuvo un impacto positivo tanto en la producción de biomasa como en la producción láctea. La biomasa aumentó de 1280 a 2000 kg*ha⁻¹, mientras que la producción de leche pasó de 8721.2 litros al inicio del estudio a 15144.5 litros al finalizar. A pesar de estos resultados favorables, la calidad composicional de la leche no mostró diferencias significativas, manteniendo una tendencia constante a lo largo del período evaluado.

4.1.7.2 Producción de biomasa vs Producción láctea por trimestres de lactancia.

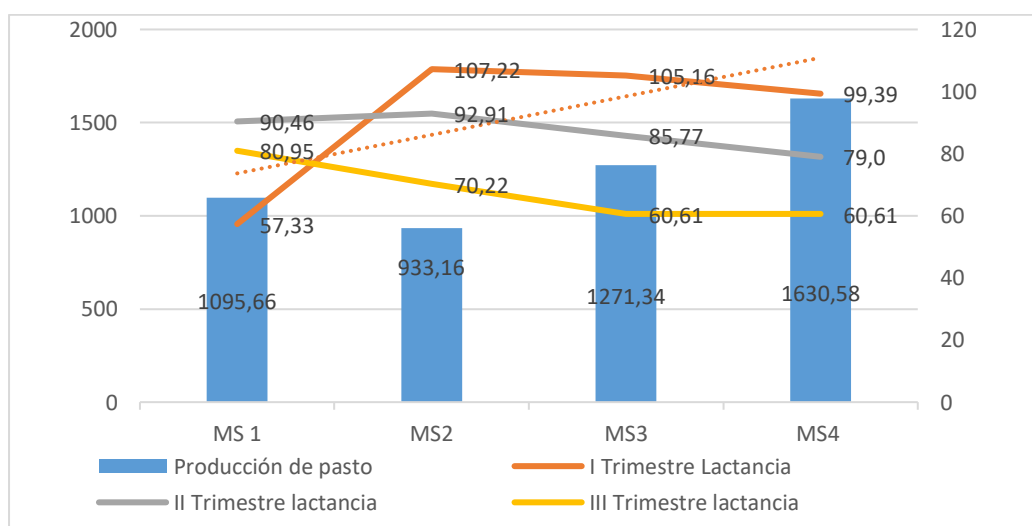


Figura 3. Asociación entre la producción de biomasa en materia seca de forraje y producción.

La figura 3, muestra la asociación entre el incremento en la producción de materia seca y la producción de leche en 3 trimestres de lactancia. La producción de biomasa alcanza un incremento en la MS4 con un promedio de 1 630.58 kg*ha⁻¹, a la par se observa un aumento notable en la producción de leche durante el primer trimestre, alcanzando un pico de 107.22 litros, y manteniendo una tendencia general positiva. Sin embargo, en el segundo y tercer trimestre de lactancia, la producción de leche muestra una disminución, lo que sugiere que, a pesar de contar con mayor disponibilidad de pasto, esta caída se debe a la condición fisiológica del animal, ya que, al encontrarse en el segundo y tercer trimestre de lactancia, la producción tiende a bajar de forma natural.

4.1.8 Análisis económico del manejo de pasturas en un sistema de pastoreo intensivo.

4.1.8.1 Costos de producción asociados al manejo de pasturas y la calidad composicional de la leche.

Tabla 19. Costos de producción por sistema de pastoreo.

Concepto	Sin manejo (USD)	Con manejo (USD)
Amortización de equipos*	0	403.68
Software Pastoreo 3R (licencia anual)	0	200
Mano de obra (aforo y manejo de pasturas)	0	560
Fertilización (78 sacos de 50 kg)	750	1 950
Costo total semestral	750	3113.68
Superficie evaluada (ha)	13	13
Producción total de materia seca (kg)	16 640	26 000
Costo por kg de MS (USD)	0,04	0,12
Producción mensual de leche (L)	8 721,2	15 144,5
Incremento de producción mensual (L)	—	+6 423,3

La Tabla 19 presenta una comparación de los costos de producción en dos sistemas de pastoreo intensivo en el CESF durante un periodo de 6 meses. El sistema sin manejo registra costos significativamente bajos, con un total de 750 USD. Por otra parte, el sistema con manejo implica mayores gastos debido a la amortización de equipos, licencias de software, fertilización, mano de obra para el aforo y manejo de pasturas. A pesar del incremento en los costos, el sistema con manejo produce considerablemente más materia seca y logra un aumento en la producción de leche de 6.423.3 litros o un 73.3 % más que la producción inicial.

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el Centro Experimental San Francisco (CESF) reflejan una respuesta favorable a la implementación del manejo de pasturas dentro de un

sistema de pastoreo intensivo, tanto en términos de producción forrajera como en el rendimiento lechero. El aumento de la materia seca de 1280 a 2000 kg*ha⁻¹ evidencia una mejora sustancial en la disponibilidad de forraje, en concordancia con lo reportado por Jones *et al.*, (2024), quienes señalaron que el uso del plato de aforo permite monitorear eficientemente la biomasa en sistemas intensivos, facilitando decisiones estratégicas en la gestión del pastoreo.

Este incremento en la producción forrajera se tradujo directamente en un aumento significativo de la producción láctea, la cual pasó de 8721,2 a 15.144,5 litros por mes. Esta relación positiva entre la disponibilidad de forraje y la producción de leche también fue demostrada por Olarte *et al.*, (2021) en la Amazonía colombiana, quienes identificaron una correlación significativa entre el tipo de pastura, el tipo racial y el rendimiento lechero. Respaldado también por Campoverde *et al.*, (2018), quienes destacaron la importancia de las leguminosas en pasturas mixtas para incrementar la producción de leche.

Al aplicar estrategias de manejo forrajero, se logró un incremento notorio, con picos productivos superiores a los 25 L*vaca*día⁻¹, como lo indica la prueba T-Student. Este comportamiento coincide con Condo., (2022), quienes describen un pico de producción en el primer tercio de lactancia, seguido por una disminución fisiológica natural en los trimestres siguientes. Esta tendencia también se observó en el presente estudio, donde la producción del segundo y tercer trimestre presentó una disminución significativa, atribuible al estado fisiológico de las vacas y no necesariamente a la disponibilidad de pasto.

Respecto a la calidad composicional de la leche, los resultados obtenidos estuvieron por debajo de los parámetros establecidos por la Norma Técnica NTE INEN 9 (2015), particularmente en el contenido de grasa (2,10 % inicial), aunque dentro del rango para proteína y sólidos no grasos. A pesar de la mejora en la biomasa, no se observaron cambios estadísticamente significativos en los valores de grasa, proteína ni sólidos no grasos durante el ensayo. Esto indica que, si bien el manejo de pasturas incide en el volumen de producción, su impacto sobre la composición láctea es limitado, posiblemente debido a factores intrínsecos como la genética del animal y el estado de lactancia.

Finalmente, el estudio de Grijalva *et al.*, (2025) respalda la importancia de la planificación del pastoreo y los descansos rotacionales para mejorar la productividad y sostenibilidad en sistemas de montaña. En el CESF, el tiempo de rotación se mantuvo estable (29 días promedio), pero con un aumento en la carga animal (de 2,2 a 2,7

UBA*ha⁻¹), lo cual refleja un mejor aprovechamiento de la pradera sin comprometer su cobertura ni composición, gracias a un manejo racional del pastoreo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El manejo de pasturas incrementó la producción de biomasa forrajera de 1280 a 2000 kg MS* ha⁻¹, mejorando significativamente la disponibilidad de alimento para el ganado a partir del MS4
- La producción de leche mensual aumentó en un 73,6 % bajo manejo de pasturas, pasando de 8721,2 L a 15.144,5 L.
- Durante el primer trimestre de lactancia se alcanzaron los valores más altos de producción lechera, con incrementos estadísticamente significativos ($p < 0.001$), alcanzando medias superiores a 25 L*vaca*día⁻¹.
- En el segundo y tercer trimestre de lactancia, la producción mostró una tendencia descendente, atribuida al estado fisiológico natural del animal.
- La calidad composicional de la leche no presentó cambios significativos, manteniéndose dentro de rangos aceptables en proteína (3,27 %), sólidos no grasos (8,80 %) y células somáticas (< 200.000 células*cm⁻³).
- El porcentaje de grasa aumentó significativamente solo en la última toma evaluada (3,85 %), lo que podría estar relacionado con el final del ciclo de lactancia.
- La carga animal aumentó de 2,2 a 2,7 UBA*ha⁻¹, reflejando una mayor eficiencia del sistema bajo manejo planificado de potreros.
- La rotación de potreros se optimizó, reduciendo el tiempo promedio de 30 a 29 días, lo que favorece la recuperación del pasto sin comprometer la carga animal.
- La composición botánica de los potreros se mantuvo estable, con predominancia de Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) y Raigrás (*Lolium spp.*), evidenciando que el manejo no alteró la diversidad forrajera.
- El sistema con manejo, aunque más costoso, resultó más productivo, justificando la inversión por el notable incremento en materia seca y volumen de leche generado, además de ser más sostenible a largo plazo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer el uso de el Plan de Manejo de Pasturas propuesto para realizar este ensayo, el cual se detalla a continuación.

Plan de Manejo de Pasturas Centro Experimental San Francisco

Objetivo:

El presente documento tiene como objetivo detallar las prácticas y estrategias necesarias para el manejo eficiente de las pasturas en el Centro Experimental "San Francisco", permitiendo la optimización de la productividad, la mejora en la calidad del forraje y la sostenibilidad ambiental del sistema de pastoreo intensivo. Este plan también es una herramienta clave para la planificación y toma de decisiones, estableciendo las acciones correctivas y preventivas necesarias para un adecuado manejo de las pasturas.

1. Información General del Centro Experimental San Francisco

Tabla 20. Información General CESF

Aspecto	Descripción
Ubicación geográfica	00°38'29" latitud norte, 77°43'35" longitud oeste
Superficie total	13 hectáreas
Características del terreno	Suelos francos arcillo-arenoso y franco arenoso

2. Infraestructura del Sistema de Pastoreo

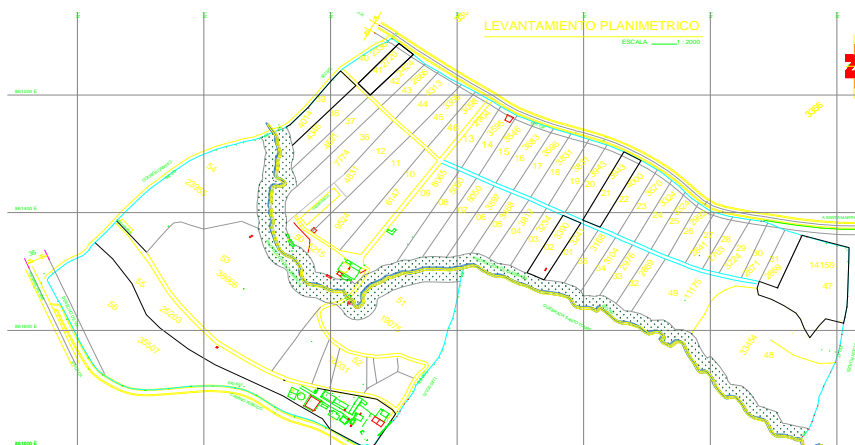


Figura 4. Levantamiento planimétrico de protereros en la plataforma de ordeño CESF

Fuente: Peña *et al.*, (2019)

Tabla 21. Áreas de los potreros de la plataforma de ordeño CESF

Potrero	Área (m ²)
1	3235,1
2	3382,53
3	3249,88
4	3869,24
5	3434,45
6	3897,86
7	4720,7
8	4698,71
9	5227,11
10	6147,3
11	9561,95
12	4836,6
13	2904,6
14	3595,18
15	3546,83
16	2683,37
17	3577,23
18	3831,52
19	3809,6
20	3943,09
21	3734,08
22	3872,68
36	7904,6
37	4366,1
38	4341,45
39	4375,17
40	2352,28
41	2720,56
42	2451,02
43	2350
44	4296,43
45	3356,5

La plataforma de ordeño del Centro Experimental San Francisco cuenta con un total de 29 potreros.

3. Especies forrajeras

En el CESF se cultivan mezclas forrajeras que incluyen las siguientes especies:

- Pastos perennes: Ohau, Kingston, One-50
- Leguminosas: Trébol blanco
- Otras especies: Llantén Tonic

La combinación de especies anuales y perennes permite garantizar una oferta forrajera constante durante todo el año.

4. Prácticas de Manejo de Pasturas

4.1. Aforo con Método Indirecto

Herramientas necesarias:

- Plato medidor de forraje

- Libreta de campo o plantilla digital
- Bolígrafo o dispositivo electrónico

Procedimiento:

1. Preparación inicial: Reiniciar el contador del plato medidor asegurándose de que esté en cero ($n = 0000$).



Figura 5. Ajuste de contador de clics.
Fuente: Elaboración propia

2. Mediciones: Realizar entre 50 y 100 mediciones por potrero para garantizar precisión. Las lecturas se toman dejando caer el plato libremente sobre el pasto.
3. Recorrido: Las mediciones deben ejecutarse siguiendo un patrón en zigzag a lo largo del potrero, abarcando toda el área útil.



Figura 6. Guía visual recorrido plato de aforo
Fuente: Elaboración propia

4. Observación técnica: Es recomendable que la misma persona realice todas las mediciones y siga la misma ruta durante cada evaluación, a fin de mantener la homogeneidad del procedimiento.

4.2. Conteo del Número de Hojas

Esta práctica permite evaluar la madurez del forraje. Criterio de pastoreo: El potrero se considera listo para pastoreo cuando el pasto presenta un promedio de 2,5 a 3 hojas por macollo, lo que asegura un alto valor nutritivo y buena capacidad de rebrote.

4.3 Procesamiento de Datos

Los datos obtenidos son procesados con el software PASTOREO 3R, el cual calcula el tablero de proyección de consumo del pasto, es decir, el orden en que debe pastorear el ganado. El software señala la fecha mínima y máxima de pastoreo.

FECHA MONITOREO	POTRERO	PORCENTAJE DE MALEZAS	NUMERO DE HOJAS	CLICKS INICIAL	CLICKS FINAL	# BAJADAS	# CLICKS PREPASTOREO	kgMS/CLICK	PRODUCCION Actual (kgMS/h)
6/3/2024	POTRERO 1	67,04	1,8	15427	16475	58	18,1	100	1806,9
6/3/2024	POTRERO 2	60,00	2,5	16527	18511	72	27,6	100	2755,6
6/3/2024	POTRERO 3	92,10	1,8	18535	20171	65	25,2	100	2516,9
6/3/2024	POTRERO 4	41,18	2,3	20250	22316	69	29,9	100	2994,2
6/3/2024	POTRERO 5	9,10	0	0	10	1	10,0	100	1000,0
6/3/2024	POTRERO 6	29,98	0,5	22367	24191	84	21,7	100	2171,4
6/3/2024	POTRERO 7	45,79	2	24225	26007	79	22,6	100	2255,7
6/3/2024	POTRERO 8	40,00	2,4	26071	28886	105	26,8	100	2681,0
6/3/2024	POTRERO 9	64,06	0	0	10	1	10,0	100	1000,0
6/3/2024	POTRERO 10	51,00	2	29221	31181	70	28,0	100	2800,0
6/3/2024	POTRERO 12	50,00	0	0	10	1	10,0	100	1000,0
6/3/2024	POTRERO 13	30,92	2	92612	95472	123	23,3	100	2325,2
6/3/2024	POTRERO 14	64,61	2	95524	97942	107	22,6	100	2259,8
6/3/2024	POTRERO 15	65,62	0,5	97983	99981	93	21,5	100	2148,4
6/3/2024	POTRERO 16	70,75	2,7	1119	4130	117	25,7	100	2573,5
6/3/2024	POTRERO 17	46,15	0	0	10	1	10,0	100	1000,0
6/3/2024	POTRERO 18	47,98	2,6	4261	6538	82	27,8	100	2776,8
6/3/2024	POTRERO 19	58,45	2,3	6601	8762	81	26,7	100	2667,9
6/3/2024	POTRERO 20	50,00	2,3	8824	11067	81	27,7	100	2769,1
6/3/2024	POTRERO 21	67,64	2,1	11088	13318	99	22,5	100	2252,5
6/3/2024	POTRERO 22	67,64	1,7	13341	15359	70	28,8	100	2882,8

RESIDUAL OBJETIVO 1000KG NUMERO DE HOJAS CLICKS INICIAL CLICKS FINAL # BAJADAS PARA POTREROS HASTA 8 DIAS POSTPASTOREO INGRESAR ESTOS DATOS EN LA TABLA SUPERIOR PARA

Figura 7. Matriz de Excel para procesamiento de datos
Fuente: SEMAGRO (2023)

Nombre del Potrero	hojas	Tasa de expansión de hoja (días/hoja)	Días de rotación mínimo (a 2.50 hojas)	Días de rotación máximo (a 3.00 hojas)	Fecha próximo pastoreo Mínimo	Fecha próximo pastoreo Máximo
POTRERO 22	2,50	0	0	0	26/03/2025	26/03/2025
POTRERO 12	1,50	5	13	15	31/03/2025	02/04/2025
POTRERO 8	1,20	6	15	18	02/04/2025	05/04/2025
POTRERO 18	1,90	23	58	69	08/04/2025	20/04/2025
POTRERO 20	1,90	23	58	69	08/04/2025	20/04/2025
POTRERO 38	1,50	14	35	42	09/04/2025	16/04/2025
POTRERO 19	1,80	23	58	69	11/04/2025	22/04/2025
POTRERO 36	1,30	18	45	54	16/04/2025	25/04/2025
POTRERO 17	1,90	35	88	105	16/04/2025	03/05/2025

Figura 8. Tablero de proyección en Software PASTOREO 3R
Fuente: SEMAGRO (2023)

4.3.1 Alternativa sin Software ganadero

- Los datos obtenidos se ingresan en una plantilla de Excel, donde se calculan la materia seca (MS) y el número promedio de hojas.

- Posteriormente, se cargan al software Pastoreo 3R, que genera un cronograma de pastoreo indicando la fecha mínima y máxima de utilización para cada potrero.

Alternativa sin Software ganadero.

Si no se dispone de Pastoreo 3R, puede utilizarse una hoja de cálculo con la fórmula:

$$MS \text{ (kg*ha}^{-1}\text{)} = [(X_2 - X_1)/n - 10] \times 100$$

Donde:

- X_1 = valor inicial del contador
- X_2 = valor final del contador
- n = número de mediciones
- 10 = altura residual de 5 cm (en clics)
- 100 = factor de conversión a kg/ha

N° Potrero	Area	Fecha	L. Inicial	L. Final	Click	M. S (Kg)	N° Hoj
1	3235,1	6/12/2024	50171	51263	45	461,5	2,5
2	3382,53	6/12/2024	51296	52139	46	281,6	1,2
3	3249,88	6/12/2024	52222	54259	65	693,5	0
4	3869,24	6/12/2024	0	10	1	0,0	0
5	3434,45	6/12/2024	54290	55669	57	487,5	0,7
6	3897,86	6/12/2024	55736	57095	55	573,3	2
8	4698,71	6/12/2024	57119	58142	54	420,3	0,8
9	5227,11	6/12/2024	58174	61049	128	651,3	1,9
10	6147,3	6/12/2024	29242	31850	122	699,4	2,1
11	9561,95	6/12/2024	42329	44290	124	556,0	1
12	4836,6	6/12/2024	40136	42266	104	506,9	1
13	2904,6	6/12/2024	44400	45613	51	400,4	2
14	3595,18	6/12/2024	45646	46788	45	552,9	2
15	3546,83	6/12/2024	46838	48517	57	690,1	2,4
16	2683,37	6/12/2024	0	10	1	0,0	0
17	3577,23	6/12/2024	0	10	1	0,0	0
18	3831,52	6/12/2024	0	10	1	0,0	0
19	3809,6	6/12/2024	0	10	1	0,0	0
20	3943,09	6/12/2024	0	10	1	0,0	0
22	3872,68	6/12/2024	0	10	1	0,0	0
36	7904,6	6/12/2024	38259	40048	85	873,2	2
37	4366,1	6/12/2024	0	10	1	0,0	0
38	4341,45	6/12/2024	36372	38238	63	851,8	1,9
41	2720,56	6/12/2024	35165	36307	43	450,5	1,6
42	2451,02	6/12/2024	33910	35149	47	401,0	1,7
44	4296,43	6/12/2024	32943	33861	51	343,7	1,5
45	3356,5	6/12/2024	31944	32923	42	446,7	2,3

Figura 9. Matriz en Excel para elaboración de cronogramas de pastoreo

Fuente: Elaboración propia

4.4. Post-Pastoreo

Después del pastoreo, se utiliza una igualadora de pastos para uniformizar el rebrote. Este procedimiento no debe realizarse bajo condiciones climáticas adversas (por ejemplo, déficit hídrico), ya que podría dañar el sustrato y limitar la recuperación del forraje.

5. Fertilización de Pasturas

5.1. Urea

La urea es utilizada para aportar nitrógeno, un elemento esencial para el crecimiento vegetativo del forraje.

Aplicación:

- Dosis: 50 kg/ha
- Tiempo de aplicación: 5 días antes del ingreso del ganado al potrero.

Maquinaria utilizada:

- Voleadora de fertilizantes, que permite distribuir el producto uniformemente.

Pasos del proceso:

- Carga: Colocar la urea en la tolva según el área a cubrir.
- Regulación: Ajustar la velocidad y dosis de aplicación.
- Distribución: Dispersar de forma uniforme en el terreno.
- Cobertura: Recorrer todo el potrero controladamente.

Tabla 22. Plan de Fertilización de la plataforma de ordeño CESF

Potrero	Área m ²	Urea (Kg)
1	3235,1	16,2
2	3382,5	16,9
3	3249,9	16,2
4	3869,2	19,3
5	3434,5	17,2
6	3897,9	19,5
7	4720,7	23,6
8	4698,7	23,5
9	5227,1	26,1
10	6147,3	30,7
11	9562,0	47,8
12	4836,6	24,2
13	2904,6	14,5
14	3595,2	18,0
15	3546,8	17,7
16	2683,4	13,4
17	3577,2	17,9
18	3831,5	19,2
19	3809,6	19,0
20	3943,1	19,7
21	3734,1	18,7
22	3872,7	19,4
36	7904,6	39,5
37	4366,1	21,8
38	4341,5	21,7
39	4375,2	21,9
40	2352,3	11,8
41	2720,6	13,6

42	2451,0	12,3
43	2350,0	11,8
44	4296,4	21,5
45	4450,0	22,3

Fuente: SEMAGRO (2023)

6. Cuantificación producción

6.1 Producción láctea

Para una gestión eficiente del hato lechero, se recomienda el uso de equipos de destinados a cuantificar de manera confiable la producción individual de leche. Esta medición debe realizarse con una frecuencia diaria, y los datos deben ser registrados y tabulados de forma continua durante todo el año, idealmente mediante un sistema digital o cuadernos técnicos específicos para cada animal.

El uso de medidores de leche individuales manuales que cuantifican los litros por animal, como los usados de la marca Waycato que están directamente funcionando con el ordeño mecánico que permiten identificar con precisión los animales con mayor rendimiento productivo, facilitando así la selección genética, la planificación del periodo de secado y la toma de decisiones respecto al descarte de vacas de bajo rendimiento.

Además, pueden aplicarse los siguientes métodos técnicos y tradicionales de medición:

- Método volumétrico manual con cilindros graduados, recomendado para fincas con limitaciones tecnológicas.
- Sistema de cubetas calibradas durante el ordeño mecánico, con lectura diaria.
- Uso de software de gestión lechera vinculado a balanzas digitales o medidores automáticos, que integran automáticamente los datos por animal.
- Control lechero oficial, en coordinación con asociaciones ganaderas, con visitas periódicas para el pesaje estandarizado.

6.2 Análisis de calidad de leche

Para asegurar la calidad del producto final y monitorear el impacto del manejo de pasturas sobre la composición de la leche, es fundamental realizar análisis periódicos.

En caso de que el centro de acopio o la industria no proporcione reportes confiables o regulares sobre la calidad de la leche, se recomienda al productor realizar al menos una prueba de calidad composicional mensual.

6.3. Equipos Utilizados

6.3.1. Ekomilk Bond

Equipo destinado a la determinación rápida de parámetros físico-químicos en leche cruda bovina.

Parámetros analizados: Grasa (%), Proteína (%), Sólidos no grasos (SNG).

6.3.2 Ekomilk Scan

Equipo especializado para el conteo automático de células somáticas en leche cruda.

Rango de medición: 90.000 a 1.500.000 células*cm⁻³.

Tiempo estimado por muestra: 4 minutos.

6.3.3 Procedimiento Operativo – Ekomilk Bond

6.3.3.1 Encendido y calentamiento del equipo

- Conectar el equipo Ekomilk Bond a la fuente de alimentación.
- Encender el dispositivo y permitir que alcance la temperatura operativa (entre 35 °C y 45 °C).

6.3.3.2 Verificación de calibración y estado

- Comprobar en la pantalla del equipo que la calibración esté activa y correcta.
- Asegurarse de que no existan mensajes de error.

6.3.3.3 Revisión del sistema de succión

- Confirmar que los tubos de succión estén limpios.
- Verificar que el recipiente colector de residuos esté vacío.

6.3.3.4 Preparación de la muestra

- Homogeneizar la leche mediante agitación suave durante varios segundos.
- Evitar la formación de espuma o burbujas de aire.

6.3.3.5 Carga de muestra y análisis

- Cargar entre 20 y 30 mL de leche en la entrada del equipo mediante succión.
- Seleccionar en el menú del equipo la opción "Análisis estándar de leche cruda bovina".
- Iniciar el análisis.
- Esperar de 30 a 60 segundos para obtener los resultados.

6.3.4 Procedimiento Operativo – Ekomilk Scan (Conteo de células somáticas)

6.3.4.1 Preparación de la solución reactiva (Ekoprim)

- Disolver 3,5 g de Ekoprim en 100 mL de agua destilada precalentada a 36 °C.
- Agitar la mezcla hasta lograr una solución homogénea.
- Conservar la solución a temperatura ambiente y en un lugar protegido de la luz directa.

6.3.4.2 Preparación de la muestra de leche

- Sacar la muestra del refrigerador y atemperarla hasta 20–22 °C.
- Agitar suavemente para asegurar homogeneidad.

6.3.4.3 Preparación del equipo

- Encender el Ekomilk Scan.
- Esperar a que el sistema se inicialice correctamente.
- Ejecutar la función de limpieza automática inicial, según lo indique el equipo.

6.3.4.4 Mezcla muestra-reactivo

- En un tubo limpio, añadir 5 mL de solución Ekoprim.
- Incorporar 10 mL de leche atemperada.
- Homogeneizar la mezcla con movimientos suaves (evitar agitación brusca).

6.3.4.5 Ejecución del análisis

- Introducir la mezcla en el compartimento correspondiente del equipo.
- El análisis se inicia automáticamente.

- El resultado, expresado en células $\cdot\text{cm}^{-3}$, se muestra en pantalla y es expulsado por el capilar inferior.

6.3.4.6 Limpieza posterior al análisis

- Verter 15 mL de agua destilada en el compartimento de entrada.
- El equipo realizará un ciclo automático de enjuague interno.
- Finaliza con la expulsión de aire para secado del capilar.

7. Transferencia y aplicabilidad del plan.

Este plan de manejo técnico de pasturas ha sido diseñado y ejecutado en el Centro Experimental San Francisco – UPEC, demostrando efectos positivos sobre la disponibilidad de materia seca y la eficiencia productiva en un sistema de pastoreo intensivo.

Se recomienda que productores ganaderos de la región consideren adoptar un plan de manejo similar, adaptándolo a las condiciones particulares de sus fincas. Para ello, pueden tomar este modelo como referencia e incorporar prácticas como:

- Evaluación de la oferta forrajera (biomasa en $\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$),
- Rotación de potreros con base técnica,
- Fertilización
- Registro de producción de leche y calidad composicional.

La implementación progresiva de estas técnicas permitirá mejorar la sostenibilidad del sistema, optimizar el aprovechamiento del pasto y aumentar la rentabilidad del sistema lechero.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, M. & Bedoya, D. (2015). Análisis de las características fisicoquímicas de la leche cruda producida en el municipio de San Vicente Ferrer (Antioquia). *Análisis de las características fisicoquímicas de la leche cruda producida en el municipio de San Vicente Ferrer (Antioquia)*. Antioquia, Colombia: UNC.
- Aizaga, M., & Chuga, Á. (2023). *Plan de negocios para la creación de un centro de acopio de leche en la Parroquia La Libertad de la provincia del Carchi*. Universidad Tecnológica Israel.
- Alais, C. (2018). *Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera*. . Reverté.
- Almeida, M., Bonilla, S., Rivera, R., Ayala, W., Martínez, C., Guzmán, J., & Martínez, K. (2025). Promedio de producción lechera bovina basado en su alimentación, parroquia Santa María del Toachi. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 904-914. doi:10.37811/cl_rcm.v9i1.15818
- Barberis, S. (2002). *Calidad de leche y mastitis*. Interamericana.
- Bustamante, M. (2022). Sistemas de producción lechera, composición e importancia de la leche caprina implementada en Colombia. *Cultura Científica*, 1(20). doi:10.38017/1657463X.799
- Caicedo, D., Rosales, H., Carvajal, L., & Revelo, G. (2021). Análisis de las poblaciones edáficas en suelos con sistemas silvopastoriles dedicados a la producción lechera, en la finca San Vicente, El Carmelo, Ecuador. *Revista Criterios*, 28(2), 185-194.
- Campoverde, C & Sarmiento, M;. (2018). *Relación entre la disponibilidad primaria de los pastizales y la producción de leche en vacas al pastoreo, en los sistemas ganaderos en la zona occidental de laprovincia del Azuay*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

- Cisneros, C. (2025). *Calidad composicional higiénica y sanitaria de leche bovina en unidades productivas de pequeños y medianos productores de leche*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Condo, L; Andino, P; López,S; Moscoso,M;. (2022). Milk Production and Persistence of Crossbred Holstein Cows in the Province of Chimborazo. *Espoch: The Ecuadorian Journal*, 186.195.
- Contero, R., Requelme, N., Cachipundo, C., & Acurio, D. (2021). CALIDAD DE LA LECHE CRUDA Y SISTEMA DE PAGO POR CALIDAD EN EL ECUADOR. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 33(1). doi:10.17163/lgr.n33.2021.03
- Cortez, J., & Coba, M. (2024). MEZCLAS FORRAJERAS EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO BOVINO. En M. Toro, M. Coba, J. Cortés, N. Moya, M. González, M. Albán, . . . J. Rojas, *El agro en tus manos: Guía práctica para el manejo rentable de cultivos, animales y comercialización de sus productos* (págs. 99-109). Ecuador: Editorial BINARIO. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/119005193/Guia_El_Agro_en_tus_manos-libre.pdf?1729345624=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEl_agro_en_tus_manos_Guia_practica_para.pdf&Expires=1749323180&Signature=eDJOr6UfruOfssc8LfFDMk4C5W7tpacStxnO
- de la Cueva, F., Naranjo, A., Torres, B., & Aragón, E. (2021). PRESENCIA DE METALES PESADOS EN LECHE CRUDA BOVINA DE MACHACHI, ECUADOR. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 33(1). doi:10.17163/lgr.n33.2021.02
- Domínguez, J., Iglesias, M., Olivera, Y., & Caridad, M. (2021). Caracterización del pastizal y su manejo en un sistema de pastoreo racional Voisin, en Panamá. *Pastos y Forrajes*, 44. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942021000100019&script=sci_arttext
- Duque, Q. M. (2011). Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida.
- Durán, M., Guido, M., & Boggiano, P. (2022). *Efecto del nivel de intervención en campo natural sobre la producción de forraje y la composición botánica en el período invierno-primaveral*. AGRIS - International System for Agricultural Science and Technology. Obtenido de <https://agris.fao.org/search/en/providers/124543/records/67053602b1dfe472e1461065>
- Ekomilk Americas. (2024). Obtenido de Ekomilk Americas: <https://ekomilk.us/p/analizador-de-leche/ekomilk-scan/>

- EKOMILK AMERICAS. (2024). *Ekomilk Americas: El distribuidor número 1 en México y América*. Obtenido de <https://ekomilk.us/p/analizador-de-leche/ekomilk-bond/>
- FAO. (2024). *Portal lácteo*. Obtenido de <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es>
- Gandica, O. H. (2019). *Acumulación de materia seca y balance de nutrientes en tomate (Solanum lycopersicum L.) cultivado en ambiente protegido*. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612015000200007
- Gigli, O. (2014). *Manual de diagnóstico de mastitis bovina y calidad de leche*. La Plata: Universidad Nacional de la Plata.
- González, A. D. (2019). *Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí - sorgo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000200011
- González, A; Díaz, S; López, T; Aizpuru, G; Garza, C; Sánchez, R. (2012). Consumo, calidad nutritiva y composición botánica de una pradera de alfalfa y gramíneas perennes con diferentes niveles de asignación de forraje. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 42(1). Obtenido de <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1259>
- Grijalva, J; Palate, M; Vera, R; Ramos, R; Tourrand, J; Portilla, A;. (2025). Evaluación de escenarios para la intensificación del manejo de pastos y pastoreo en microcuencas frágiles de alta montaña Andina. *Andina Siembra*.
- Guanoluisa, K. (2017). *Evaluación de la composición química de la leche cruda producida en el sector El Paraíso de la parroquia El Triunfo, Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi*. Universidad Estatal Amazónica.
- Guerra, Cándido; Ley, Alejandro; Reyes, José; Aveldaño, Carlos; Pérez, Rocardo; Montañez, Oziel. (2021). Crecimiento de Pennisetum purpureum cv. Taiwán con diferentes fuentes de fertilización en pastoreo con bovinos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(1). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8392246>
- Guillén, V. J. (2025). *Proteínas*. Obtenido de <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/proteinas.html>
- Hernandez, D., & Bedolla, J. (2008). *Manual de calidad de la leche*. Universidad Autónoma de Querétaro.

- Hernandez, E. (2010). *Factores que afectan la composición de la leche*. Universidad de los Llanos.
- Huatia, A. (2024). *Degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutra y ácida del pisonay (Erythrina sp), Abancay, Apurímac*. Repositorio Institucional UNAMBA. Obtenido de <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1467>
- INEC. (2024). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). 6-15. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Boletin_tecnico_ESPAC_2023.pdf
- INEN. (2015). *Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9:2015. Leche cruda. Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN 9. (2008). *Leche Cruda.Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INIFAP. (2011). *Control de la mastitis bovina en sistemas de producción de leche*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Jones, A; Sepulveda, M; Powe, C; Grice, P; Irisarri, G; Harris, P;. (2024). Long-term monitoring of pasture dry matter production across fields with different pasture types, as assessed by rising plate mete. *Rothamsted Research*.
- Landi, A., Escobar, S., & Andueza, F. (2021). Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha. Tungurahua. Ecuador. *Siembra*, 8(2), 31-76. doi:10.29166/siembra.v8i2.3176
- Leon, R. (2021). *Pastos y forrajes del Ecuador*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021.pdf>
- Leon, Ramiro; Bonifaz, Nancy; Gutiérrez, Francisco;. (2021). *Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas*. Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021.pdf>
- Marini, P., & Di Masso, R. (2019). EDAD AL PRIMER PARTO E INDICADORES DE EFICIENCIA EN VACAS LECHERAS CON DIFERENTE POTENCIALIDAD PRODUCTIVIDAD EN SISTEMAS A PASTOREO. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 29(1), 07-15. doi:10.17163/lgr.n29.2019.07
- Marini, P., & Masso, R. (2018). EVALUACIÓN HISTORICA DE INDICADORES PRODUCTIVOS EN VACAS LECHERAS EN SISTEMAS A PASTOREO. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 28(2), 08. doi:10.17163/lgr.n28.2018.08

- Montenegro, F. (2020). AGRONEGOCIOS DE PRODUCCIÓN LECHERA EN EL CARCHI: FACTORES CLIMÁTICOS. *Visión Empresarial*(10), 7-15. doi:10.32645/13906852.1004
- Muñoz, E. & Rodríguez, L. (2006). Variación genética de la composición de la leche en razas lecheras. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 175-182.
- Navarro, M. (2020). *Bases de la producción animal. Volumen II: Anatomía y fisiología digestiva*. Universidad Miguel Hernández de Elche. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21086/1/UPS-CT009268.pdf>
- Nieto, D. B. (2022). Manual de Buenas Prácticas de Ganadería Bovina para la Agricultura Familiar. 17- 153.
- Olarte, I., Martínez, R., Motta, P., Herrera, W., Medina, E., & Toledo, V. (2021). Efecto de la producción forrajera de pasturas nativas e introducidas sobre la producción de leche en la Amazonia Colombiana. *Revista Facultad De Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*, 14(1), 25-41. doi:10.47847/fagropec.v14n1a2
- Oña, A., & Villavicencio, E. (2021). *Estudio de factibilidad técnica y económica para la producción de pastoreo*.
- Ortiz, S., Rincón, A., & Pérez, S. (2002). Efecto de la relación forraje/concentrado en la dieta sobre la composición de la leche en vacas lecheras. *Revista Agronomía Tropical*, 183-195.
- Osorio, J., Calderón, V., López, O., & Restrepo, D. (2024). IMPORTANCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA ALIMENTACIÓN DE GANADO BOVINO. *Revista Politécnica*, 20(39), 18-30. doi:10.33571/rpolitec.v20n39a2
- Ospina, D. (2022). *Evaluación de calidad nutricional de la leche en fincas del Piedemonte Llanero*. Universidad de los Llanos.
- Ospina, O., Anzola, H., Ayala, O., Baracaldo, A., Cobra, J., & Lozada, P. (2021). Comparación de la fibra detergente neutra en gramíneas, calculada mediante algoritmo de análisis de imágenes rojo, verde y azul Vs espectroscopia del infrarrojo cercano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(1). doi:10.15381/rivep.v32i1.17498
- Palacios, D., Rodríguez, L., Clavijo, F., & Godoy, A. (2019). *Determinación de la calidad nutritiva de mezclas forrajeras y frecuencias de aprovechamiento en microsilos*. Quito: Estación Experimental Santa Catalina. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1013>

- Pando, G., & Peruano, D. (2020). *Manejo y Alimentación del Ganado Bovino de Leche*. Ministerio de Agricultura de Perú. Obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/66a6b553-2a74-4429-8bdb-7781facfd0fd/content>
- Pardo, Ó., Rincón, Á., & Pérez, O. (2021). *Metodología para la evaluación de disponibilidad de forraje y composición botánica*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA.
- Pedemonte, A., García, F., Artagaveytia, J., Giudice, G., & Chilbroste, P. (2024). Evaluación del desempeño de los sistemas de producción lechera uruguayos. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*, 28(1), e1209.
- Pendini, C. (2020). *Alimentación de la Vaca Lechera*. Facultad de Ciencias Agropecuarias UNC. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/162-alimentacion.pdf
- Peña, J; Campos, M & Garcia, J;. (2019). Planificación de la zonificación de la Finca Experimental San Francisco situada en la provincia del Carchi Ecuador. *Tierra Infinita*, 41-61.
- Prado,Rincón,Pérez. (2021). Manual de la leche y los productos lácteos: Aspectos físico-químicos y tecnológicos para el desarrollo de la cadena. En N. Cárdenas, *Metodología para la evaluación de disponibilidad de forraje y composición botánica* (págs. 25-32). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/la-medicion-de-la-productividad.html>
- Rosero, S; Bravo, L; Bravo , A;. (2020). *Curvas de lactancia en ganado Holstein puro y cruces Kiwi Cross x Holstein en el trópico alto del departamento de Nariño, Colombia*". Nariño, Colombia: Ciencia y Tecnología.AGROSAVIA.
- Rovira, P., & Clariget, J. (2021). CAPÍTULO II. Avances tecnológicos en la suplementación de bovinos de carne en pastoreo. En M. Canozzi, & J. Clariget, *RECRÍA Y ENGORDE DE BOVINOS: AVANCES TECNOLÓGICOS EN ALIMENTACIÓN Y MANEJO* (págs. 51-62).
- Ruiz, J. (2022). *Diagnóstico del impacto económico en la ganadería lechera del Ecuador durante la pandemia del SARS-cov-2*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Salguero, A., de la Torre, D., & Torres, B. (2023). Calidad de leche cruda de pequeños productores de los cantones Cayambe y Pedro Moncayo, Ecuador, mediante análisis fisicoquímicos y ensayos cualitativos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(1), e24611. doi:10.15381/rivep.v34i1.24611

- Sánchez, A. (2023). *¿Cómo se mide la productividad en una empresa?* Obtenido de <https://www.datacrm.com/blog/como-se-mide-la-productividad-en-una-empresa/>
- Sánchez, E., Alvaracin, E., Simbaña, G., & Troya, M. (2025). Implicaciones del desperdicio del suero de leche en la región sierra del Ecuador. *REVISTA DE CIENCIAS Y ARTES*, 2(4), 144-170. Obtenido de <https://revistasucal.com/index.php/rca/article/view/108>
- SEMAGRO. (Dicimebre de 2023). SEMAGRO. Obtenido de <https://www.semagro.com/>
- Teuber, N; Balocchi O & Parga, J;. (2007). *Manejo del pastoreo*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Remehue. Obtenido de <http://academiaveterinariamexicana.com.mx/wp-content/uploads/2021/11/01-MEM-AVM-CASI-DEF.pdf#page=68>
- Valle, J. (2021). *Análisis del Sistema de Pastoreo Bovino en el Trópico Ecuatoriano*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Veiga, M., Resch, C., Crespo, S., Dagnac, T., Díaz, N., & Flores, G. (2019). Comparación de una mezcla de tréboles anuales con raigrás inglés en un sistema de pastoreo con vacas de leche. *Innovación sostenible en pastos*, 6, 235-240.
- Viedma, F. (2021). Carga parasitaria en bovino en distintos sistemas de manejo de pastura. *Revista Sobre Estudios E Investigaciones Del Saber académico* (14), 07-10. doi:10.70833/rseisa14item263
- Villalobos, A., Guerrero, B., Hassán, J., & Herrera, D. (2023). Efectos fijos sobre la producción diaria de leche en un sistema doble propósito. *Ciencia Agropecuaria*(21), 136-145.
- Zanoniani, R., García, J., Cadenazzi, M., & Boggiano, P. (2023). Principales factores biológicos y de manejo que afectan la productividad primaria y secundaria de pasturas sembradas en un clima sub-tropical húmedo. *Agro Sur*, 51(2), 7-20. doi:10.4206/agrosur.2023.v51n2-02

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Benavides Lascano Sharon Naomi		CÉDULA DE IDENTIDAD:	1104128564
PERIODO ACADÉMICO:	2023B			
PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO		DOCENTE TUTOR:	PHD. HERNÁN RIGOBERTO BENAVIDES ROSALES
DOCENTE:	MSC. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO			
TEMA DEL TIC:	"Evaluación del manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo en el centro experimental San Francisco"			
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,00	El problema debe exponerse con el uso de las diapositivas	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,00	La fundamentación teórica debe ser en función a las variables en estudio	
3	METODOLOGÍA	7,00	Especificar mejor la metodología	
4	RESULTADOS	7,00	Los resultados deben ser acorde a los objetivos	
5	DISCUSIÓN	7,00	Organizar mejor la discusión	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	Las conclusiones deben ser acorde a los objetivos	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00		
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00	Mejorar citación, ortografía y signos de puntuación	

Obteniendo una nota de: 7,00 Por lo tanto, **APRUEBA**; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el martes, 17 de junio de 2025

MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO
PRESIDENTE TRIBUNAL

PHD. HERNÁN RIGOBERTO BENAVIDES ROSALES
DOCENTE TUTOR

MSC. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO
DOCENTE



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Guerrero Fuellala Fabián Aldair	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0450074661
PERIODO ACADÉMICO:	2023B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO	DOCENTE TUTOR:	PHD. HERNÁN RIGOBERTO BENAVIDES ROSALES
DOCENTE:	MSC. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación del manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo en el centro experimental San Francisco"		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,00	El problema debe exponerse con el uso de las diapositivas
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,00	La fundamentación teórica debe ser en función a las variables en estudio
3	METODOLOGÍA	7,00	Especificar mejor la metodología
4	RESULTADOS	7,00	Los resultados deben ser acorde a los objetivos
5	DISCUSIÓN	7,00	Organizar mejor la discusión
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	Las conclusiones deben ser acorde a los objetivos
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00	Mejorar citación, ortografía y signos de puntuación

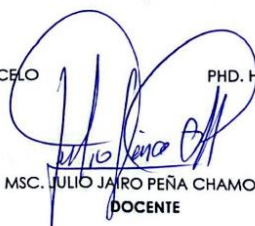
Obteniendo una nota de: 7,00 Por lo tanto, **APRUEBA**; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el martes, 17 de junio de 2025


MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO
PRESIDENTE TRIBUNAL


PHD. HERNÁN RIGOBERTO BENAVIDES ROSALES
DOCENTE TUTOR


MSC. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN
AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Benavides Lascano Sharon Naomi y Guerrero Fuelta Fabián Aldair				
DATE: Miércoles, 25 de junio de 2025				
Topic: "Evaluación del manejo de pasturas sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina en un sistema de pastoreo intensivo en el centro experimental San Francisco"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: Benavides Lascano Sharon Naomi y Guerrero Fuentala Fabián Aldair
Fecha de recepción del abstract: Miércoles, 25 de junio de 2025
Fecha de entrega del informe: Miércoles, 25 de junio de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Docente responsable del
CIDEN