



Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Rendimiento quesero de la leche del ganado de la raza Reyna de las frecuencias genotípicas del gen kappa caseína (AA, AB), en la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria, año 2021

Autoras

Br. María Fernanda Agurcia Martínez
Br. Cindy Vanessa Gómez Gutiérrez

Asesores

M.Sc. Julio Omar López Flores
M.Sc. Claudio Benito Pichardo Hernández

Managua, Nicaragua
Octubre, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Rendimiento quesero de la leche del ganado de la raza Reyna de las frecuencias genotípicas del gen kappa caseína (AA, AB), en la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria, año 2021

Autoras

Br. María Fernanda Agurcia Martínez
Br. Cindy Vanessa Gómez Gutiérrez

Asesores

M.Sc. Julio Omar López Flores
M.Sc. Claudio Benito Pichardo Hernández

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

Managua, Nicaragua
Octubre, 2022

Hoja de aprobación del comité evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniería en Agroindustria de los alimentos

Miembros del comité evaluador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

A Dios padre por permitirme llegar a esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Marilena Gutiérrez, por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por tus cuidados en todo este tiempo que hemos vivido juntas y por ser mi mayor ejemplo de perseverancia, amor, humildad y sencillez porque me has enseñado que en la vida no hay sueño que no se pueda cumplir con esfuerzo y dedicación.

A mi hermano Stalin Gómez, por estar siempre presente y ser una fuente de inspiración, gracias por confiar en mí siempre y darme tu apoyo incondicional a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mi abuelita Encarnación Rivas, por cuidarme y por estar siempre en los momentos importantes de mi vida. Gracias por llevarme en tus oraciones porque estoy segura de que siempre lo haces.

A mi mejor amiga y compañera de tesis María Fernanda, por ser tan incondicional y un ser de luz en mi vida gracias por esta increíble amistad que nos une y por ser parte de este proceso.

Br. Cindy Gómez Gutiérrez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios, quien me ha permitido concluir esta etapa de mi vida satisfactoriamente.

A la memoria de mi mamita, María Esperanza y mi papito, Fernando Agurcia quienes fueron, son y serán mis ejemplos a seguir por siempre, sus valores y sus enseñanzas inculcadas vivirán siempre en mí.

A mi mamá, Margarita Agurcia quien con su amor, paciencia y enorme esfuerzo me impulsó y apoyó en todo momento para llegar a cumplir esta meta de vida, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, valentía, trabajo y superación, por tomar el lugar de padre y madre y ser un pilar fundamental en mi vida, gracias por confiar en mí.

A mi hermano, William Agurcia y a su familia quienes durante estos años facilitaron mis estudios académicos apoyándome de manera incondicional y compartiendo su hogar conmigo cuando lo necesité, gracias por todo el cariño y los consejos que me brindaron.

A la hermanita que me regaló el destino, mi amiga y compañera de tesis, **Cindy Gómez** por su amistad sincera, por su cariño, por las risas, las lágrimas, los aprendizajes y todas las experiencias que vivimos juntas.

Br. María Fernanda Agurcia Martínez

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me da la sabiduría de brindar día a día lo mejor de mí, con la firme convicción de que uno solo es el dueño de su propio destino.

A mis asesores M.Sc Claudio Pichardo Hernández y M.Sc Julio López Flores por depositar su confianza en mí, sin dudar de mis capacidades, gracias por su ayuda, paciencia y dedicación a su profesión.

A Ing. Marilena Gutiérrez e Ing. Rudy Cáceres gracias por su apoyo incondicional y por compartir sus conocimientos conmigo.

A Ing. Tomasa Hernández, M.Sc Isaías Sánchez y Ing. María Nelly Salazar por su disposición, apoyo y enseñanza, su labor a lo largo de estos años ha sido muy valiosa para mi formación académica, gracias a todo el cuerpo de docente que formo parte de este proceso.

A José Rubí por ser un compañero siempre dispuesto a ayudar y a compartir todos sus conocimientos, gracias por todos los momentos compartidos.

A todas las personas que me apoyaron e hicieron que esta carrera la culminara con éxito gracias por creer en mí y ser parte de esta etapa, los llevo siempre en mi corazón.

Por ultimo y no menos importante quiero agradecerme por hacer todo este trabajo, quiero agradecerme por nunca renunciar, quiero agradecerme por simplemente ser yo en todo momento.

Br. Cindy Gómez Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios y a la vida por darme la salud, el conocimiento y las capacidades para poder culminar mis estudios.

A mis asesores M.Sc Claudio Pichardo Hernández y M.Sc Julio López Flores quienes brindaron su apoyo en el desarrollo de este trabajo de graduación.

A la Ing. Tomasa Hernández, Ing. Nelly Salazar, M.Sc Isaías Sánchez y Ing. Rudy Cáceres por estar a disposición siempre y compartir de sus conocimientos, a **Ing. Marilena Gutiérrez**, por apoyarnos en todo cuanto necesitamos, por su paciencia, consejos y regaños, por compartir sus conocimientos y llevar a cabo su labor con tanta pasión.

A Jose Rubí, por todo el apoyo brindado y las experiencias vividas en estos últimos años, gracias por compartirnos tus conocimientos.

A familiares, amigos y seres queridos que nunca dudaron de mis capacidades y aportaron a mi vida para hacer más llevadera esta etapa universitaria.

Finalmente, me agradezco por seguir adelante, por ser valiente, por no rendirme ni desistir, por permitirme soñar a pesar de las circunstancias, me agradezco, valoro y felicito.

Br. María Fernanda Agurcia Martínez

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Marco de antecedentes	4
3.2 Origen y generalidades del ganado Reyna	5
3.2.1 Características del ganado Reyna	5
3.3. Leche	5
3.3.1 Definición	5
3.3.2 Leche cruda	6
3.3.3 Calidad de la leche	6
3.3.4 Características generales de la leche	6
3.3.5 Variabilidad de las características de la leche	6
3.3.6 Características organolépticas de la leche	6

3.3.7 Composición fisicoquímica de la leche	7
3.4 Microorganismos de la leche	8
3.4.1 Recuento de coliformes fecales	8
3.4.2. Prueba de tiempo de reducción de azul de metileno	8
3.5 Caseína	9
3.5.1 Kappa Caseína	9
3.5.2 Importancia de los genes de la caseína	9
3.6 Queso fresco	9
3.6.1 Características organolépticas del queso fresco	10
3.6.2 Pruebas de análisis organoléptico	10
3.7 Rendimiento quesero	11
3.7.1 Factores directos e indirectos	11
IV MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1. Ubicación del estudio	13
4.2. Tipo de investigación	14
4.3. Diseño estadístico	14
4.3.1. Variables y operacionalización	14
4.4. Manejo productivo y reproductivo del ganado Reyna	15
4.5. Diseño Metodológico	15
4.5.1. Obtención de las muestras	15
4.5.2. Caracterización primaria de la leche	16
4.6. Análisis de laboratorio	16
4.6.1. Análisis físicos de la leche fresca	17
4.6.2. Análisis químicos de la leche fresca	20

4.6.3. Análisis microbiológicos de la leche fresca	22
4.7. Descripción de las etapas de elaboración de queso fresco	26
4.7.1. Materiales utilizados	27
4.8. Rendimiento quesero	27
4.9. Evaluación sensorial	27
4.10. Recolección de datos	28
4.11. Análisis de datos	28
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1. Características físicas, químicas y microbiológicas de la leche fresca de los dos genotipos	30
5.2. Rendimiento quesero	33
5.3. Análisis de asociación de las variables	34
5.4. Análisis de evaluación sensorial del queso	36
VI CONCLUSIONES	38
VII RECOMENDACIONES	39
VIII LITERATURA CITADA	40
IX ANEXOS	44

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Composición química de la leche fresca	7
2	Características físicas de la leche fresca	8
3	Diseño estadístico	14
4	Operacionalización de las variables	14
5	Manejo productivo y reproductivo ganado Reyna	15
6	Análisis físicos de la leche fresca	18
7	Materiales de análisis físicos	18
8	Análisis químicos de la leche fresca	21
9	Materiales de análisis químicos	21
10	Análisis microbiológicos de la leche fresca	22
11	Materiales de análisis microbiológicos	23
12	Materiales de elaboración de queso fresco	26
13	Resultados de las características físicas de la leche fresca	29
14	Resultados de las características químicas de la leche cruda	30
15	Resultados de las características microbiológicas de la leche cruda	31
16	Resultados de la elaboración del queso fresco	32
17	Rendimiento quesero	33
18	Asociación de las variables	34
19	Puntaje promedio del rendimiento quesero	34
20	Tabla ANDEVA	35
21	Análisis estadístico de la evaluación sensorial	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Vista satelital de la Universidad Nacional Agraria	13
2	Diagrama de bloque de elaboración de queso fresco	25
3	Rendimiento quesero	34
4	Puntuación de los evaluadores del análisis sensorial del queso fresco en los genotipos AA, AB1 y AB2, Universidad Nacional Agraria	37

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Formato de escala hedónica	44
2	Base de datos de características primarias de la leche fresca genotipo AA	45
3	Base de datos de características primarias de la leche fresca genotipo AB ₁	45
4	Base de datos de características primarias de la leche fresca genotipo AB ₂	45
5	Base de datos de elaboración de queso fresco genotipo AA	46
6	Base de datos de elaboración de queso fresco genotipo AB ₁	46
7	Base de datos de elaboración de queso fresco genotipo AB ₂	46
8	Base de datos de cuajo y conservante utilizado	47
9	Base de datos de rendimiento en queso fresco	48
10	Análisis de la varianza del sabor	49
11	Análisis de la varianza del color	49
12	Análisis de la varianza del aroma	49
13	Análisis de la varianza de la textura	49
14	Análisis físicos en la leche fresca	50
15	Análisis microbiológicos en la leche fresca	51
16	Elaboración del queso fresco	52
17	Realización de la evaluación sensorial	53

RESUMEN

Este estudio se realizó durante los meses de octubre a noviembre del año 2021 en la Facultad de Ciencia Animal, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. En esta área se maneja el hato ganadero de la raza “Reyna” el cual cuenta con un estudio previo realizado el año 2020 donde se determinaron sus frecuencias genotípicas y alélicas del gen de kappa caseína, partiendo de los resultados obtenidos, se realizó este estudio, con el objetivo de determinar el rendimiento quesero que se podría obtener utilizando la leche de dos vacas con el genotipo heterocigoto (AB_1) , (AB_2) del gen de k-caseína y una vaca testigo con el genotipo homocigoto(AA), ya que se conoce que el gen de la kappa caseína posee capacidades superiores de coagulación y por lo tanto mejor rendimiento quesero. Los resultados de rendimientos queseros obtenidos fueron para (AB_1)20.02%, (AB_2) 17.45% y AA 19.49%. Se realizó un diseño estadístico descriptivo con tres vacas y nueve repeticiones de cada una de ellas. Las variables fueron sujetas a un análisis de varianza (ANDEVA) a través del programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) donde se determinó que los rendimientos queseros obtenidos son similares y el tipo de gen utilizado no influye en los resultados finales obtenidos. Se llevó a cabo una evaluación sensorial con un panel de 30evaluadores no entrenados, a través de una prueba de grado de satisfacción de escala hedónica donde se determinó preferencia por la muestra del genotipo (AB_2) en las características de sabor y color, (AB_1) en la textura y (AA) en el olor.

Palabras clave: kappa caseína, coagulación, genotipos, homocigoto, heterocigoto.

ABSTRACT

This study was carried out during the months of October to November of the year 2021 at the Faculty of Animal Science, owned by the National Agrarian University, Managua Nicaragua. In this area, the “Reyna” breed cattle herd is managed, which has a previous study carried out in 2020 where its genotypic and allelic frequencies of the kappa casein gene were determined, based on the results obtained, this study was carried out, with the objective of determining the cheese yield that could be obtained using the milk of two cows with the heterozygous genotype (AB₁), (AB₂) of the k-casein gene and a control cow with the homozygous genotype (AA), since it is known that the kappa casein gene has superior coagulation capabilities and therefore better cheese yield. The results of cheese yields obtained were for (AB₁) 20.02%, (AB₂) 17.45% and AA 19.49%. A descriptive statistical design was carried out with three cows and nine repetitions of each of them. The variables were subjected to an analysis of variance (ANDEVA) through the statistical program SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) where it was determined that the cheese yields obtained are similar and the type of gene used does not influence the final results obtained. A sensory evaluation was carried out with a panel of 30 untrained evaluators, through a hedonic scale satisfaction test where preference was determined for the genotype sample (AB₂) in the characteristics of flavor and color, (AB₁) in texture and (AA) in smell.

Keywords: kappa casein, coagulation, genotypes, homozygous, heterozygous.

I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional Agraria en la Facultad de Ciencia Animal cuenta con un hato ganadero criollo de la raza “Reyna” en el cual se realizó un estudio que tuvo como objetivo determinar las frecuencias genotípicas y alélicas del gen kappa caseína ya que se conoce que “la leche derivada de animales con genotipo CAS κ AA tiene menor porcentaje de κ -caseína, por el contrario, la leche de animales CAS κ BB presenta mayor proporción de κ -caseína” lo que se traduce en un mayor rendimiento quesero (Suarez *et al.*, (2020).

El origen de la investigación nace a partir del estudio mencionado anteriormente, de la necesidad por parte de la Universidad Nacional Agraria de industrializar el producto lácteo y de saber si el hato ganadero criollo de la raza “Reyna” presenta diferencia entre los rendimientos queseros al utilizar leche proveniente de vacas con diferentes proporciones de κ -caseína. El objetivo es conocer el potencial del hato ganadero ya que se conoce que “se obtiene máximo beneficio cuando se emplea como materia prima producciones de leche con valores de proteína incrementados, lo que demuestra que el componente de la leche más valioso es la proteína” (Requena *et al.*, 2007).

Una investigación realizada por (Asociación Montbéliarde) menciona que “la leche de la raza “Montbéliardes” presenta buenas propiedades coagulantes en la elaboración de queso, gracias a tasas de síntesis de κ -caseína B más elevadas”. El artículo pone en evidencia una ganancia de rendimiento de 2.2% con leches “Montbéliardes” en comparación a leches de “Holstein” las cuales tienen una menor tasa de síntesis de kappa caseínas B.

Para la Facultad de Ciencia Animales importante conocer el potencial del ganado “Reyna” en la elaboración de queso, ya que actualmente comercializan la leche, la idea de la Facultad es industrializar este producto teniendo en cuenta el rendimiento quesero obtenido en el estudio, Este también es un precedente a tomar en cuenta para los ganaderos que cuenten con ganado raza “Reyna”.

Con el estudio investigativo se logra conocer el rendimiento quesero de la leche fresca de los genotipos (AB, BB) obtenida del hato ganadero “Reyna” de la Facultad de Ciencia Animal en la Universidad Nacional Agraria, para ello se caracterizó la leche obtenida del ganado con las variantes genóticas en estudio por medio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos para determinar las propiedades iniciales de la materia prima utilizando el programa informático Excel para analizar los resultados obtenidos, posteriormente se elaboró queso fresco a partir de cada una de las muestras de la leche con el fin de obtener los rendimientos queseros, para analizar los resultados de rendimiento obtenidos se utilizó el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 2019 , y finalmente con el producto obtenido se realizó un análisis sensorial con el objetivo de conocer la aceptabilidad organoléptica del mismo, para el análisis de estos datos obtenidos se utilizó el software estadístico Infostat por medio del cual se utilizó el método estadístico de análisis de varianza (ANOVA).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el rendimiento quesero de la leche del ganado de la raza “Reyna” de las frecuencias genotípicas del gen de kappa caseína AA, AB.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la leche de los dos genotipos AA y AB del ganado “Reyna” a través de la realización de pruebas fisicoquímicas y microbiológicas.
- Desarrollar distintas repeticiones de queso fresco a partir de la leche de los dos genotipos en estudio que permita obtener su rendimiento productivo.
- Determinar a través de pruebas sensoriales las semejanzas y diferencias del queso fresco de los dos genotipos en estudio.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Marco de antecedentes

La influencia que tienen los genotipos en el rendimiento quesero se reconoce en diferentes estudios e investigaciones, la frecuencia genética portada por el ganado vacuno es importante. Estas investigaciones se han hecho con el propósito de potenciar un hato ganadero, de mejorar la calidad de materia prima para su industrialización o de evaluar el efecto de la kappa caseína en el rendimiento de diferentes tipos de quesos.

López *et al.*, (1999) en su investigación sobre la kappa caseína y las características de producción láctea en bovinos concluye:

Los estudios genéticos de las variantes de la k-CN han demostrado la influencia que estas tienen sobre el porcentaje de proteína y caseína. El haplotipo BB de la k-CN ha demostrado ser un indicador que puede anticipar el rendimiento quesero de la leche. (p.19)

De igual modo, Requena, *et al.*, (2007) menciona la diferencia que existe entre la leche proveniente de ganado con diferentes genotipos:

La leche de animales genotipo CASκBB tiene excelentes propiedades para la producción de queso con menor tiempo de renina, cuajo sólido, alto contenido de proteínas y sólidos totales. La leche de animales CASκAA tiene una baja proporción de κ-caseína (κ-CN) lo que resulta en micelas grandes y para la leche de animales CASκBB tiene una alta proporción k-caseína y pequeñas micelas. Esta propiedad de retención de mayor presión forzó este comportamiento a mayores rendimientos en la producción de queso en comparación con la leche producida por animales del genotipo CASκAA. (p.7)

También se han reportado influencia en la coagulación y un aumento en el rendimiento del queso por la κ-CN), principalmente por el alelo bb de la κ-CN. “La caseína es el componente de la leche que presenta mayor influencia positiva en el rendimiento quesero y a su vez, se obtiene una influencia positiva de la κ-caseína en el rendimiento quesero” (Escobar, 2014, p. 2).

Curifuta, et al., (s.f) refiere la misma característica genética: La variante B de κ -caseína produce leche con una cuajada más firme y menor tiempo de coagulación, reflejándose en quesos de mayor contenido proteico y mejor calidad que los producidos con leche de vacas que poseen la variante A. (p. 3)

Al evaluar el efecto del gen de kappa-caseína sobre el rendimiento quesero Ortega, M. (2011) menciona que “los genotipos AB y BB presentaron una mayor eficiencia en la producción de queso, 21.3 y 29.2%, con relación al AA” Y concluye señalando los efectos positivos del alelo B para kappa-caseína sobre la concentración de proteína y caseína de la leche y para el mayor rendimiento quesero.

Por su parte Vera, (2017) demostró en su investigación que “La leche con genotipo BB en kappa caseína presenta menor tiempo de endurecimiento del gel que el genotipo AA y un 24% menos de tiempo de coagulación”

3.2 Origen y generalidades del ganado Reyna

Müller-Haye y Gelman, citado por Rubio (2008) refieren que “El ganado Reina, es una raza adaptada a las condiciones tropicales de Nicaragua seleccionada por Joaquín Reina, desde 1920”. (p.1).

3.2.1 Características del ganado Reyna

Doble propósito. Es una selección de caracteres deseados producto de cruces de razas especializadas en carnes y leches, en donde la raza de carne le da la resistencia a fin de que estas vacas sobrevivan, produzcan y se reproduzcan en condiciones adversas. (Rubio, 2008)

En la Revista La Calera Hernández (2014) menciona que “El ganado Reyna tiene algunas ventajas cuando se maneja en hatos puros y en cruces con otros tipos de razas señalando las siguientes: leche de calidad, resistente a manejos deficientes y altas temperaturas, etc.”.

3.3 Leche

3.3.1 Definición

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03 027 – 17 (2017) “es la secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante ordeño sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche” (p.2).

3.3.2 Leche cruda

Según la NTON 03 027 – 17 (2017). “Leche entera que no ha sido sometida a pasteurización o no se le ha añadido ningún ingrediente” (p.2)

3.3.3 Calidad de la leche

“La calidad de la leche es influenciada por condiciones entre las que se destacan factores zootécnicos, asociados al manejo, alimentación, potencial genético de los animales, así como factores relacionados a la obtención y almacenamiento de la leche recién ordeñada”. (Ortiz *et al.*, 2002).

3.3.4 Características generales de la leche

“La leche fresca de vaca deberá de presentar aspecto normal, estará limpia y libre de calostro, preservantes, antibióticos, colorantes, materias extrañas, y sabores u olores objetables o extraños” (Carrillo, 2006, p.5)

3.3.5 Variabilidad de las características de la leche

Los factores que influyen en la variabilidad son: ambiental, fisiológico y genético, (González *et al.*, 2010) reconoce que uno de estos es “La alimentación, época del año, temperatura ambiente, ciclo de lactancia, enfermedades como la mastitis, los hábitos de ordeño, la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética (p.3).

3.3.6 Características organolépticas de la leche

Son todas aquellas que se aprecian en forma simple y rápida con ayuda de los sentidos, como: color, olor, sabor y textura.

Color. “La leche posee comúnmente un color blanco amarillento, pero cuando se le ha adicionado agua o se ha descremado, el color es blanco azulado”.

Olor. “Olor característico”. Este olor se aprecia en la leche recién ordeñada, puesto que el olor y el sabor se pierden con el aire y el lapso del tiempo”. (Servicio Nacional de Aprendizaje, 1987, p.11).

Sabor. “Suave, agradable y, debido al contenido de lactosa, el sabor de la leche es ligeramente dulce”. Amiot (1991).

Textura. “La leche debe ser de consistencia líquida y ligeramente viscosa. Esto se debe al contenido de azúcares, sales disueltas en ella y caseína”. (SENA, 1987, p.12)

3.3.7 Composición fisicoquímica de la leche

“El interés por conocer los constituyentes de la leche se basa en que es un alimento de primera necesidad y para conocer su valor alimenticio se necesita identificarlos nutrientes y las porciones en la que estos se encuentran”. (Enamorado, 2003).

Cuadro 1. Composición química de la leche fresca

Promedio de los componentes de la leche

Componente	Límites de variación	Promedio (%)
Agua	85%– 89%	87%
Grasa	$\geq 3\%$	3%
Proteínas	$\geq 3.1\%$	3.1%
Cenizas	$0.8\% \leq$	0.8%

Fuente: NTON 03 027 – 17 (2017)

Grasa. “La grasa de la leche es una mezcla de triglicéridos. La grasa tiene gran importancia, ya que interviene directamente en el precio, nutrición, sabor de la leche y derivados”. (Vásquez, 2018, p.59).

Proteínas. Ordoñez (1998, como se citó en Guerrero y Rodríguez, 2010) “Las proteínas lácteas se encuentran distribuidas en micelas, son diferentes tipos de proteína de leche comúnmente clasificadas como caseína, proteína de glóbulos grasos y proteína de suero de leche”. (p.23).

Cenizas. “La ceniza es el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica ha sido calcinada.”. (Márquez, 2014, p.1).

Cuadro 2. Características físicas de la leche fresca

Características	Mínimo	Máximo
Densidad a 15 °C (Gravedad específica)	1,029	1,033
Acidez expresada como ácido láctico % (m/v)	0.13	0.17
PH	6.6	6.8
Prueba de alcohol	No se coagulará por la adición de un volumen de 75% alcohol. Volumen 75-78%	

Fuente: NTON 03 027 – 17 (2017)

Densidad. “La densidad está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga la leche”. (Vásquez, 2018, p.60)

Acidez. “La acidez titulable de la leche es realmente la cantidad de ácido láctico equivalente al álcali necesario para llevar el pH normal de la leche” (Davis, 1968). Citado por (Vásquez, 2018, p.61).

pH. “El pH normal de la leche fresca es de 6.6 – 6.8 valores superiores generalmente se observan en leches mastáticas, mientras que valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana”. (Universidad de Zulia, 2003).

3.4 Microorganismos de la leche

3.4.1 Recuento de coliformes fecales

Carrillo (2006) menciona que “este grupo de microorganismo crece entre 15 a 45°C, es habitante normal de las heces de los animales y del humano” por ende estará presente en todos los medios que tengan o hayan tenido contacto con materia fecal (p. 28)

3.4.2 Prueba de tiempo de reducción de azul de metileno

La prueba de reducción de azul de metileno (TRAM) mide el tiempo que tarda una mezcla de leche y azul de metileno en cambiar de color (de azul a blanco) y se basa en la capacidad de algunos microorganismos para utilizar el oxígeno disuelto en la mezcla. (Ramírez *et al.* 2005, p.19)

3.5 Caseína

La caseína es la proteína de la leche, es una fosfoproteína derivada por cuatro genes, que son: α s1, α s2, β y κ , las cuales se componen en forma de micelas. (Guevara *et al.*, 2014, p.1).

Revilla (1996) también afirma que “La caseína participa en varios procesos tecnológicos, siendo uno de los principales, la producción de queso. La caseína es exclusiva en su naturaleza y no existe ni una sustancia parecida en la sangre o los tejidos del animal”. (p.28).

3.5.1 Kappa Caseína

(Guevara *et al.*, 2014,) asegura que dentro de las caseínas de la leche “La kappa-caseína es la que tiene más influencia en la composición de la leche en la producción de queso en términos de capacidad de coagulación, tiempo de formación del cuajo, y fuerza de formación de cuajada”.

3.5.2 Importancia de los genes de la caseína

La leche derivada por animales del genotipo CAS κ BB tiene excelentes propiedades para la producción de queso. La leche tipo BB tiene un tiempo de renina corto, un cuajo firme y un alto contenido de proteínas y sólidos totales. La leche de animales CAS κ AA tiene una baja proporción de κ -caseína (κ -CN), dando como resultado un alto porcentaje de micelas grandes. Al contrario de la leche de animales CAS κ BB que tiene un alto porcentaje de κ -caseína y pequeñas micelas. (Requena *et al.*, 2007)

Eenennaam y Medrano (1991) demostraron en su estudio que “Un gran porcentaje de κ -CNB está presente en la leche de animales con el genotipo CAS κ AB. Esto sugiere que este alelo tiene un mayor nivel de caseína que la variante A en la glándula mamaria bovina.”. Citado por (Requena *et al.*, 2007)

3.6 Queso fresco

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03-022-99“Es el queso no madurado ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche entera, semi descremada, coagulada con enzimas y/o ácidos orgánicos, generalmente sin cultivos lácticos” (p.4)

3.6.1 Características organolépticas del queso fresco

La apariencia, la textura, el color, el olor y el sabor de los quesos no madurados deberán ser los característicos para el tipo de queso que corresponda y deberán estar libres de los defectos indicados a continuación.

- a. **Defectos del sabor:** Fermentado, rancio, agrio, quemado, o cualquier otro sabor anormal o extraño. (NTON 03-022-99, p.6)
- b. **Defectos en el olor:** Fermentado, amoniacal, fétido, rancio, mohoso, o cualquier olor anormal o extraño. (NTON 03-022-99, p.6)
- c. **Defectos en el color:** Anormal; no uniforme, manchado, provocado por crecimiento de mohos o microorganismos que no correspondan a las características del queso de que se trate. (NTON 03-022-99, p.6)
- d. **Defectos en la textura:** No propia o con cristales grandes de lactosa con consistencia ligosa acompañada de olor desagradable. (NTON 03-022-99, p.6)

3.6.2 Pruebas de análisis organoléptico

Las técnicas para seguir para la determinación de las características organolépticas son:

- a. **Determinación del olor:** Si el olor corresponde al producto y si es característico de él, si el olor se detectan olores desagradables e intensidad del olor.
- b. **Determinación del sabor:** Si corresponde y es característico al producto, si presenta sabores ajenos y no se corresponde con la intensidad del sabor.
- c. **Determinación del color:** Si corresponde y es característico al producto, si presenta colores extraños y variación en la intensidad.

d. Determinación del aspecto: Si corresponde y es característico al producto, si presenta defectos de menor o mayor intensidad. (Según Vásquez, 2018, p.25).

3.7 Rendimiento quesero

Revilla (1996) asegura que el rendimiento en quesos va a varía según la composición de la leche utilizada, el método de elaboración y los cuidados con los que se han realizado cada uno de los pasos involucrados en la obtención de queso, para evitar la pérdida de la cuajada en el suero o pérdida de la humedad durante la maduración. (p.256).

3.7.1 Factores directos e indirectos

Por otro lado (Furtado, 2017) menciona que existen dos factores que afectan directa e indirectamente el rendimiento en quesos los cuales son: factores directos y factores indirectos

Composición de la leche. Relacionadas con las proteínas, se considera más que nada la caseína, que es la parte coagulable por el cuajo y que al conformar una red (fosfoparacaseinato de calcio) "aprisiona", en diferentes proporciones, los otros recursos de la leche como la grasa, lactosa, sales minerales, etcétera.

Composición del queso. La influencia más expresiva es el porcentaje de humedad del queso. Naturalmente, cuanto mayor el porcentaje de agua de un queso, mejor será el rendimiento de fabricación.

Pérdidas en el corte. La rapidez del corte y el tamaño, bien como la intensidad de la agitación hecha inmediatamente después del corte, tiene grande influencia en las pérdidas de grasa y proteínas en el suero.

Tipo de cuajo usado. Los cuajos se caracterizan por la presencia de una o varias proteasas que coagulan la leche. Las proteasas ácidas derivadas de hongos (los llamados "coagulantes microbianos") descomponen rápidamente las cadenas de aminoácidos restantes durante la coagulación de la leche. (Furtado, 2017, p.2-4)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El presente estudio se realizó en cuatro sitios: El primer sitio se ubicó en la Finca Santa Rosa, de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en Sabana Grande, municipio de Managua, donde se llevó a cabo la identificación y selección del ganado Reyna y la recolección de la materia prima.

El segundo sitio se ubicó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 12 ½ carretera Norte en el departamento de Managua, donde se identificó y cuantifico microorganismos presentes en la leche.

El tercer sitio se ubicó en el Laboratorio de Bromatología ubicado en la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria (UNA), donde se realizaron los análisis bromatológicos a la leche fresca en estudio.

El cuarto sitio se ubicó en el Laboratorio de fisiología vegetal ubicado en la Facultad de Agronomía propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA) donde se realizó los análisis fisicoquímicos de la leche fresca y el proceso de transformación de la leche para la elaboración de queso fresco. El estudio se realizó en el periodo de septiembre a noviembre del 2021.

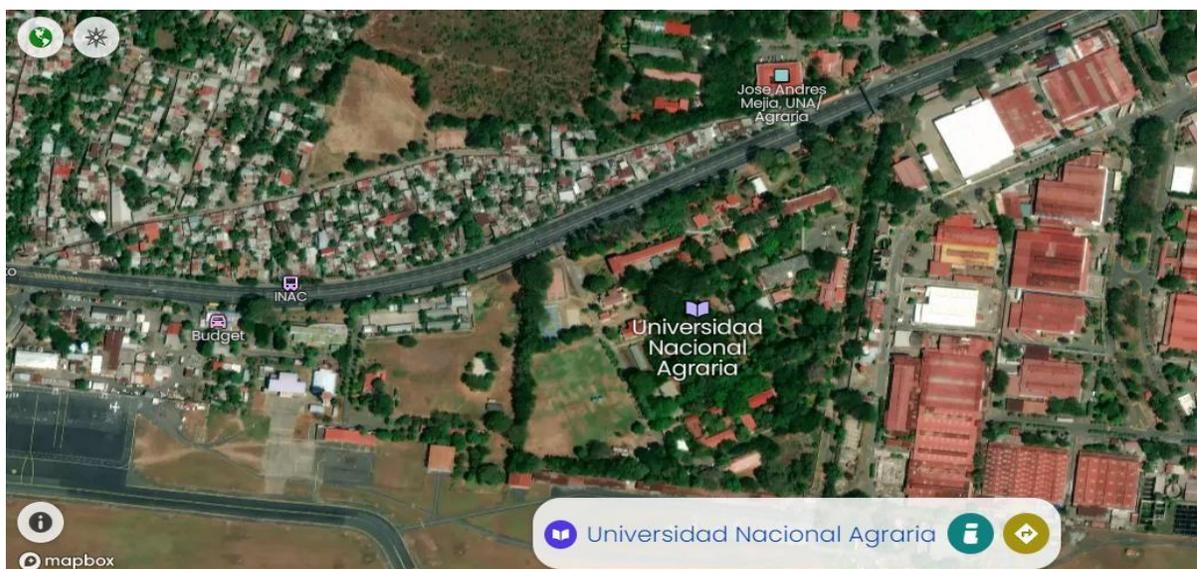


Figura 1. Vista satelital de la Universidad Nacional Agraria (Mapbox,2022).

4.2 Tipo de investigación

La investigación fue de enfoque mixto ya que esto implicó evaluar las diferentes variables que se presentaron en la elaboración del queso fresco para tener un análisis preciso de los datos que se lograron obtener en la etapa experimental.

4.3 Diseño estadístico

En el cuadro tres se muestra el diseño estadístico, el cual está constituido por tres tratamientos y dos genotipos de la leche del ganado en evaluación con nueve repeticiones, para un total de 27 pruebas realizadas, incluyendo al testigo que es el genotipo AA.

Donde; A: Genotipos utilizados

B: Repeticiones realizadas por día

Por tanto, A1B1, representa uno de los genotipos utilizados en el día número uno del estudio, así de manera sucesiva hasta llegar al día número nueve o la repetición número nueve.

Cuadro 3. Diseño estadístico

Genotipos (A)	Repeticiones de elaboración del producto (B)								
AA	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5	A1B6	A1B7	A1B8	A1B9
AB ₁	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4	A2B5	A2B6	A2B7	A2B8	A2B9
AB ₂	A3B1	A3B2	A3B3	A3B4	A3B5	A3B6	A3B7	A3B8	A3B9

4.3.1 Variables y operacionalización

Cuadro 4. Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Indicadores
Rendimiento quesero	Se refiere a la cantidad de queso obtenida a partir de una determinada cantidad de leche.	Volumen de leche utilizado y cantidad de queso obtenida por cada genotipo.
Características sensoriales	Características que se perciben a través de los sentidos (gusto, vista, olfato y tacto)	Olor, color, sabor y textura del queso fresco final obtenido.

4.4 Manejo productivo y reproductivo del ganado Reyna

El manejo de pasturas del hato bovino Reyna en la Universidad Nacional Agraria utilizando dos grupos genéticos AA y AB con edades entre cinco a seis años, y números de partos entre uno a dos, el menor promedio de producción láctea el genotipo AA (2,270 ml) y el mayor promedio de producción para el genotipo AB₂ (3,220 ml), lo cual representa un litro de diferencia aproximadamente, esta variación puede estar dada por la edad de la vaca, y su periodo de lactancia. La alimentación de los animales durante todo el periodo que se muestreo en época de verano estuvo constituida por forraje de sorgo (*Sorghum*) y pastoreo de pasto estrella (*Cynodonplectostachius*), posterior al pastoreo son llevados a los corrales para abrevar. El hato ganadero no tiene una dieta por categoría ni cuenta con raciones establecidas de acuerdo con su peso o raza y se le suministran alternativas de alimentación como melaza, gallinaza, leguminosas y sal mineral.

Cuadro 5. Manejo productivo y reproductivo ganado Reyna

Genotipos	Edad	NºPartos	Periodo de lactancia	Promedio de producción
AA	6 años	1	3er periodo	2,270 ml
AB ₁	6 años	2	3er periodo	2,600ml
AB ₂	5 años	1	2do periodo	3,220 ml

4.5 Diseño Metodológico

4.5.1 Obtención de las muestras

Se obtuvieron muestras completas de cada individuo, teniendo en cuenta la producción de leche individual por cada unidad en experimento, para este procedimiento las muestras fueron obtenidas inmediatamente después del ordeño de cada vaca de raza Reyna para luego obtener muestras únicas de los dos genotipos AB₁, AB₂ y un testigo AA.

4.5.2 Caracterización primaria de la leche

- **Selección:** Se seleccionaron los litros de leche de cada genotipo, estos fueron codificados de manera individual extrayendo una muestra de (250ml) para los análisis físicos.
- **Filtrado:** Consistió en pasar la leche fresca a través de una tela filtro para eliminar pelos, pajas, polvo, insectos y otras suciedades que generalmente trae la leche, especialmente cuando el ordeño se realiza en forma manual
- **Medición de la materia prima:** Se midió en una probeta de 1,000 ml la cantidad de litros de leche que se obtuvieron de cada genotipo
- **Toma de temperatura:** Se hizo la toma de temperatura con un termómetro de contacto digital antes del procesamiento de la leche para poder realizar la prueba de la densidad ya que esta cambia con la variación de la temperatura.
- **pH:** Se realizó la toma de pH con el pH metro Phspear portátil de penetración para conocer el potencial Redox de la leche fresca y determinar si se encuentra en un pH idóneo (6.6 a 6.8) para ser procesada.
- **Densidad:** Se realizó un procedimiento de lectura con lactodensímetro de Quevenne el cual permitió conocer la densidad de la leche.

4.6 Análisis de laboratorio

Esta etapa consistió en la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos a las muestras de leche fresca obtenidas de los dos genotipos de ganado bovino Reyna en estudio para determinar sus características óptimas de transformación según lo establecido en la NTON 03 027 – 17. Los análisis físicos se realizaron una vez por día a cada una de las muestras de leche, durante los nueve días del estudio, los análisis químicos se realizaron una única vez a cada una de las muestras al igual que los análisis microbiológicos.

4.6.1 Análisis físicos de la leche fresca

Densidad relativa de la leche. Para la determinación de la densidad de la leche se realizó el siguiente procedimiento basado en la metodología utilizada por la Comisión Venezolana de Normas Industriales 367-82.

Procedimiento

1. Se vierte la leche en la probeta de 250 ml la cual debe de mantenerse inclinada para evitar la formación de espuma

2. Se sumerge suavemente el lactodensímetro de Quevenne escala de 15-40°C en la leche deteniéndola en su caída hasta que esté cerca de su posición de equilibrio y se le imprime un ligero movimiento de rotación para impedir que este se adhiera a las paredes de la probeta y se formen burbujas a lo largo del mismo

3. Después de un minuto introducido el lactodensímetro se efectúa a lectura obteniéndose así el valor de la densidad bruta. Debe anotarse también la temperatura de la leche.

4. Corrección de la temperatura: Si la temperatura de la leche al momento de efectuar la lectura es superior a 15°C debe sumarse a la densidad bruta en g/ml el valor de 0.2 por cada grado por encima de 15°C.

5. Si la temperatura de la leche en el momento de efectuar la lectura es inferior a 15°C, debe restarse a la densidad bruta en g/ml el valor 0.2 por cada grado por debajo a 15°C

$$LC = \frac{LC}{1000} + 1.00$$

LC = lectura corregida del lactodensímetro

Determinación de la acidez. La acidez de la leche se realizó según el siguiente procedimiento basado en la metodología utilizada por (COVENIN 658-1997)

Procedimiento

1. Medir con una pipeta volumétrica nueve ml de la muestra preparada y transferir a un matraz Erlenmeyer

2. Agregar de tres a cuatro gotas de fenolftaleína al uno por ciento

3. Titular con solución de hidróxido de Sodio 0.1N hasta obtener un color rosa persistente por 30 segundos aproximadamente.

4. Expresar la acidez de la muestra en términos de ml NaOH 0.1N por 100 ml en porcentaje de ácido láctico, en grados Dornic.

5. Calcula el % de Acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL) con la siguiente fórmula

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(\text{mL de NaOH gastados})(0.009)(100)}{\text{gramos de muestra}}$$

pH. La determinación de la acidez de la leche se realizó con el siguiente procedimiento basado en la metodología utilizada por (Universidad de Zulia, 2003)

Procedimiento

1. Preparar el potenciómetro de acuerdo con las instrucciones del aparato y haciendo la calibración con la solución buffer de pH conocido (cuatro y siete).
2. Medir el pH y anotar los resultados

Cuadro 6. Análisis físicos de la leche fresca

Análisis	Método/Instrumento
Densidad Relativa de la leche	Lactodensímetro de Quevenne
Determinación de la Acidez	Titulación
pH	Potenciómetro

Materiales a utilizar

Cuadro 7. Materiales de análisis físicos

Equipos Materiales y Utensilios		
Probeta graduada de 500ml	Hidróxido de Sodio 0.1 N	Recipientes plásticos
Lactodensímetro de Quevenne	Agua destilada	Papel desechable
Erlenmeyer de 100 ml	Soluciones buffer 4 y 7	Rotuladores
Pipetas de 1 y 10 ml	pHmetro Phspear	Cubrebocas desechables
Buretas Graduadas de 50 ml	Tubos de ensayo de 10 ml	Guantes desechables
Alcohol al 78%	Gradilla	Fenolftaleína al 1%

4.6.2 Análisis químicos de la leche fresca

Determinación de la grasa láctea. La determinación de la grasa láctea de la leche se realizó por el método Babcock con el siguiente procedimiento basado en la metodología utilizada por (Artica, 2014)

Procedimiento

1. Medir y añadir 17.6 ml de muestra de leche al butirómetro, que equivale a 18 g (17.60 ml) menos 0.16 ml que queda junta a la pipeta, es igual a 17.44 ml de muestra, que multiplicada por la gravedad específica promedio 1032.5 es igual a 18 gr.
2. Agregar 17.5 ml de ácido sulfúrico a cada butirómetro, inclinando el butirómetro para que el ácido arrastre la leche adherida al cuello. (densidad de ácido sulfúrico: 1,820 a 1,830)
3. Mezclar al ácido con la leche en forma lenta, con movimientos rotatorios, hasta que adquiera un color café claro, lo cual generalmente es logrado en 30 segundos. De tal manera que los butirómetros queden unos frente a otros para evitar exceso de vibración de la centrifuga
4. Centrifugar durante cinco minutos a la velocidad adecuada, la centrifuga debe de operar a una temperatura de 60°C
5. Agregar agua blanda (destilada) de 54 a 60°C, hasta cerca de un ml debajo de la base del cuello del butirómetro
6. Centrifugar nuevamente durante dos minutos
7. Agregar agua destilada de 54 a 60°C hasta que la columna de grasa quede entre el cero y ocho por ciento de la escala del butirómetro
8. Volver a centrifugar por un minuto
9. Colocar el butirómetro en baño de agua caliente (baño María) a una temperatura de 60°C por cinco minutos y asegurar que la columna de grasa del butirómetro esté por debajo del nivel del agua
10. Efectuar la lectura midiendo la columna de grasa que abarca el espacio comprendido entre las bases de los meniscos y leer el resultado en términos de porcentaje de grasa referido al peso. En el momento de efectuar la lectura debe ser translúcida de un color amarillo dorado a ámbar y libre de partículas en suspensión

Determinación de Proteínas. La determinación de Proteínas de la leche se realizó según Kjeldahl con el siguiente procedimiento basado en la metodología utilizada por (Artica, 2014)

Procedimiento

1. Pesar 10 gramos de leche
2. Se adicionan 78 ml de agua y 12 gramos de ácido tricloroacético
3. Se agita y se deja en reposo durante tres o cuatro minutos
4. Filtrar y lavar con disolución de ácido tricloroacético al 12%
5. Determinar el nitrógeno mediante el método Kjeldahl. Para realizar los cálculos de cuantificación se procede en base a la siguiente relación:

$$\% \text{ De Proteínas Totales} = \% \text{ de Nitrógeno Proteico} \times 6.38$$

Determinación de Cenizas. La determinación de Cenizas de la leche se realizó utilizando el método Seco con el siguiente procedimiento basado en la metodología utilizada por (Reyes, 2019)

Procedimiento

1. Desinfectar el crisol para cada muestra con alcohol y algodón para eliminar impurezas
2. Introducir el crisol en una mufla para resecarlo usando una temperatura de 105 °C, durante una hora hasta obtener un peso constante
3. Depositar el crisol previamente seco dentro del desecador para descender su temperatura durante 30 minutos
4. Colocar el crisol dentro de la balanza analítica, pesar y tomar nota del peso obtenido.
5. Depositar en el crisol tres ml de muestra de leche
6. Colocar el crisol con la muestra dentro de la mufla por cinco hrs a 150°C
7. Retirar el crisol con las muestras y colocar dentro del desecador por 30 minutos
8. Anotar el peso obtenido cuando el crisol este frio con la muestra

Para realizar el cálculo de porcentaje de ceniza se realiza cabo la siguiente formula:

$$\% \text{ Cenizas} = (\text{Peso de crisol} + \text{M. fresca}) - (\text{Peso de crisol} + \text{M seca}) \times 100$$

Cuadro 8. Análisis químicos de la leche fresca

Análisis	Método
Determinación de grasa láctea	Butirométrico de Babcock
Determinación de Proteínas	Método Kjeldahl
Determinación de Cenizas	Cenizas en seco

Cuadro 9. Materiales de análisis químicos

Equipos Materiales y Utensilios		
Beaker 250 ml	Ácido sulfúrico 90%	Pipeta calibrada 17.6 ml
Butirómetro estándar 0-8%	Agua destilada	Baño maría Lauda
Buretas graduadas 50 ml	Mufla thermostatic	Centrifuga Herolab

4.6.3 Análisis microbiológicos de la leche fresca

Recuento de coliformes fecales. En un alimento en el cual se presume una cantidad elevada de coliformes hay que realizar la técnica con agar bilis rojo violeta (ABRV) que contiene sales biliares y cristal violeta, los cuales actúan como agentes selectivos; también tiene lactosa y rojo neutro, factores diferenciales. (Castaño y Bernal, 2015, p. 18).

Procedimiento

1. Preparar las muestras por analizar de la leche fresca de los dos genotipos (AA, AB₁ y AB₂)
2. Se transfiere alícuotas de un ml de cada dilución a placas petri (por duplicado)
3. Se agrega de 10-15ml de ABRV fundido, se mezcla suavemente y una vez dosificado, se agrega una capa del mismo agar
4. Se incuban las placas a 44.5°C durante 24 horas para coliformes fecales
5. Las colonias por obtener son rojas, 1.2 mm de diámetros y rodeadas por una zona rojiza de precipitado de sales biliares

Prueba de tiempo de reducción de azul de metileno (TRAM). Para estimar el número aproximado de microorganismos en la leche cruda se utiliza un método indirecto basado en la reducción del colorante azul de metileno que es un indicador oxidación-reducción. (Enamorado, 2003)

Procedimiento

1. Depositar cinco ml de la solución de azul de metileno en tres tubos
2. Agregar a cada tubo 10ml de cada leche de los genotipos
3. Mezclar bien
4. Prepara un tubo control con leche sin colorante
5. Incubar a 35°C observar cada cinco minutos. Anotar el tiempo en que la leche cambia de color

Prueba de alcohol. La Prueba de alcohol en leche se realizó según el siguiente procedimiento basado en la metodología utilizada por (Garmendia, 2019)

Procedimiento

1. Agregar en un tubo de ensayo cinco ml de leche
2. Añadir cinco ml de alcohol al 78% en volumen al tubo de ensayo
3. Cerrar el tubo de ensayo con un tapón estéril y mezclarlo invirtiéndolo varias veces y dejar reposar por cinco minutos.
4. Observar los tubos y anotar el efecto causado por el alcohol

Cuadro 10. Análisis microbiológicos de la leche fresca

Análisis	Métodos/Instrumentos
Recuento de coliformes fecales	CCAYAC-M-004/11
Prueba de TRAM	Azul de metileno
Prueba de alcohol	Alcohol al 78%

Cuadro 11. Materiales de análisis microbiológicos

Equipos e insumos		
Azul de metileno	Tubos de ensayo 10 ml	Placa Petri
Agar bilis rojo violeta	Pipetas de 10 ml	Erlenmeyer de 500 ml
Baño maría	Frascos de plásticos	Alcohol al 78%
Mechero	Asas	Gradillas

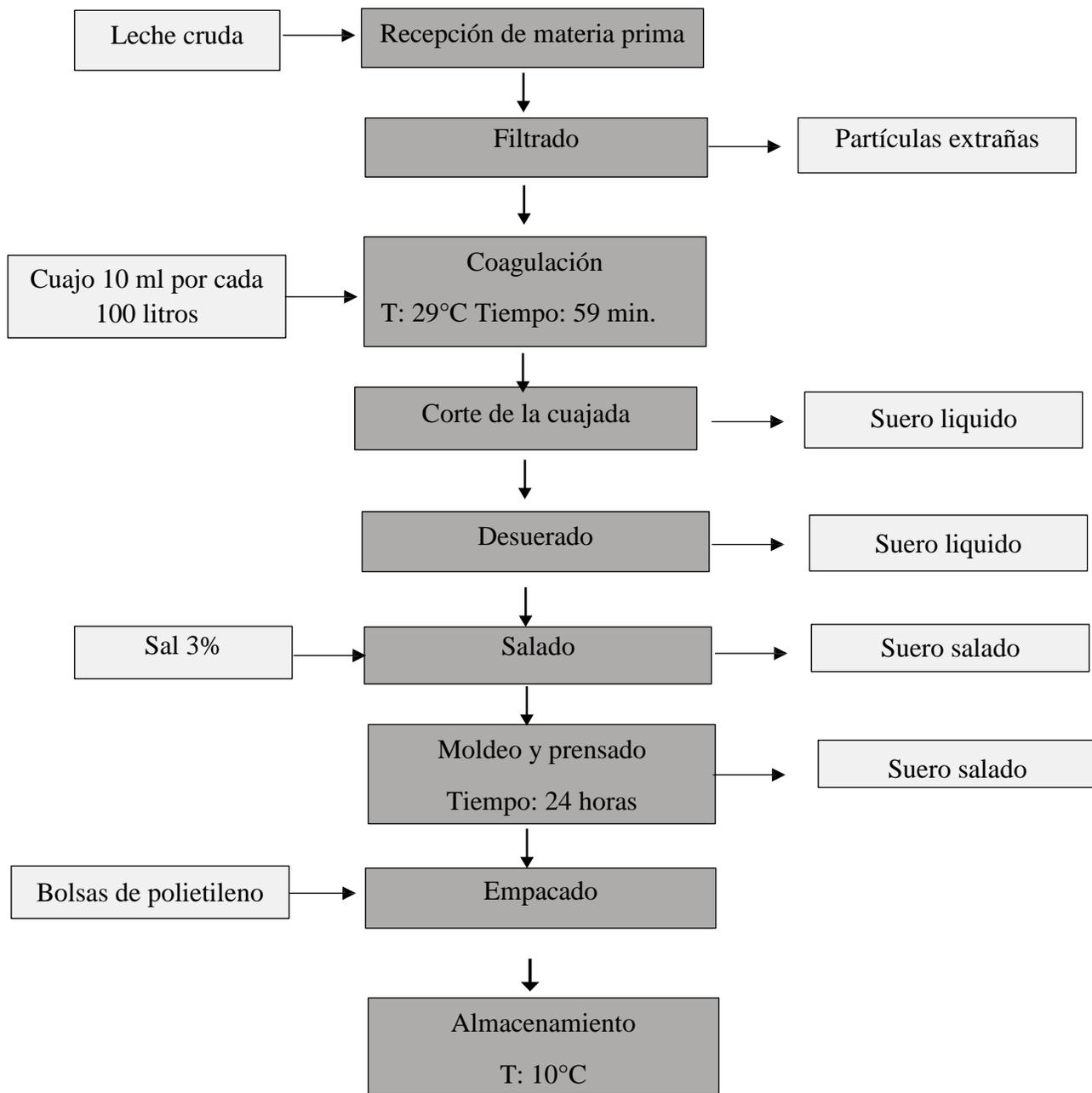


Figura 2. Diagrama de bloque de elaboración de queso fresco

4.7 Descripción de las etapas de elaboración de queso fresco

- **Recepción de la materia prima:** En esta etapa se realizó la evaluación de los análisis organolépticos y las pruebas de calidad de la leche según las características establecidas convenientes para garantizar que la leche cumple con sus estándares de calidad y que es apta para el procesamiento.
- **Filtrado:** La operación consistió en hacer pasar el producto a través de una tela para eliminar pelos, pajas, polvo, insectos y otras suciedades que generalmente trae la leche, especialmente cuando el ordeño se realiza en forma manual.
- **Coagulación:** Se aplicó cuajo microbiano titanium en líquido para coagular la caseína de la leche utilizando lo indicado por el fabricante de seis a diez ml por cada 100 litros de leche fresca a través de su desestabilización para que se forme la cuajada. El cuajo se agregó dos horas después del ordeño y se dejó reposar entre 58-60 minutos el promedio de temperatura se mantuvo entre 28-29°C.
- **Corte de la cuajada:** Se realizó con un cuchillo, con la finalidad de liberar el suero y obtener los granos de cuajada. Del tamaño de éstos depende el contenido de humedad en el queso. El corte de la cuajada comprende cortes verticales aproximadamente de uno a dos centímetros lo más cercano posible de tal manera que se formen cuadros de cuajada pequeños que permitan un mejor desuerado.
- **Desuerado:** Esta operación consistió en la eliminación total o parcial del suero obteniendo una separación para el genotipo (AA) de 69.25%, (AB₁) 66.35% y (AB₂)67.04%.
- **Adición de sal:** Terminada la etapa de desuerado se inicia el salado al tres por ciento, que favorece a la producción de ácido láctico y realza el aroma.
- **Moldeo y prensado:** Para iniciar el prensado la cuajada fue colocada dentro de moldes artesanales de tubo PVC circularlos cuales tenían orificios alrededor que permitían el desuerado, el tiempo de moldeo fue de 24 horas para eliminar algo más de suero y unir el grano haciendo la masa más compacta y dar definitivamente la forma deseada.
- **Empacado:** El queso se empaco en bolsas plásticas de polietileno en presentaciones de una y media libra.
- **Almacenado:** El producto terminado se almaceno bajo refrigeración para impedir acidificación y conservar las propiedades de este a una temperatura de 10°C.

4.7.1 Materiales utilizados

Cuadro 12. Materiales de elaboración de queso fresco

Equipos y utensilios		
Balanza AND GR-300	Lienzos de tela	Tubos de ensayo de 10 ml
Lactodensímetro de Quevenne	Cuchillos	Gradillas
Termómetro Dwyer	Recipientes plásticos	Guantes desechables
Rotuladores	Coladores	Jeringas desechables

4.8 Rendimiento quesero

Según Revilla se afirma que el rendimiento varía según el tipo de queso y la composición de la leche en quesos duros esta entre 8% y 14% y en quesos frescos y blandos entre 12% y 18%. El rendimiento en queso puede ser calculado a partir de la masa de queso (mq) entre la cantidad de leche utilizada (ml) multiplicado por 100.

La fórmula utilizada es:

$$Rq\% = \frac{Mq}{Ml} * 100$$

Donde; Rq: Rendimiento quesero

Mq: Masa de queso (gr)

Ml: Masa de leche (gr) (Revilla, 1982, p. 202)

4.9 Evaluación sensorial

Se realizaron pruebas de evaluación sensorial, a través de estas pruebas se conoció la preferencia de los evaluadores con respecto al queso elaborado. El proceso se realizó con 30 panelistas no entrenados, consumidores frecuentes de queso y escogidos al azar según (Nora,2006) menciona que “las pruebas de escalas hedónicas se pueden realizar con 25-100 evaluadores no entrenados”. Para la degustación, el queso fue cortado y codificado con códigos numéricos aleatorios, de tal modo que los evaluadores no tenían idea acerca de las características de estos.

En la prueba de grado de satisfacción se brindaron a los evaluadores las muestras en un orden aleatorio esto para conocer el grado de satisfacción a través de una encuesta de escala hedónica de cinco puntos donde evaluaron desde (Me gusta mucho hasta Me disgusta mucho), para los parámetros “sabor”, “olor”, “color” y “textura”. Posteriormente, mediante análisis estadísticos, se evaluó cuál fue la de mayor aceptación. (Anexo 1).

La evaluación sensorial se realizó en la Universidad Nacional Agraria en el laboratorio de fisiología vegetal donde se colocaron separadores para el panel inexperto los cuales fueron 26 estudiantes y cuatro del personal administrativos, los evaluadores ingresaron a la sala donde a cada uno se le entregó tres muestras de queso (AA, AB₁ y AB₂) previamente codificadas del uno al tres, con el objetivo que evaluaran las características sensoriales que identificaban a cada una de las muestras, se les facilitó la hoja de evaluación y se les explicó la dinámica, la cual consistió en tomar cada una de las muestras y anotar su percepción personal, la evaluación sensorial se realizó en la repetición número nueve con las muestras del día ocho.

4.10 Recolección de datos

La recolección de los datos sobre el manejo y las características del ganado Reyna se realizaron mediante entrevistas personales con el encargado del ordeño de finca Santa Rosa; Roberto Galante Zamora y el encargado del área de ganado bovino Ingeniero Wendell Mejía, esta información se recopiló y organizó para elaborar una base de datos en el programa Excel del paquete informático de Microsoft Office. (Anexo 2, 3 y 4)

Los resultados de los análisis de laboratorio y los rendimientos obtenidos tras la elaboración del queso fresco fueron generados en una base de datos, donde se utilizó el programa Excel del paquete informático de Microsoft Office. (Anexo 5, 6 y 7) Los resultados arrojados por las pruebas sensoriales de aceptación del producto fueron recopiladas y organizadas en formatos elaborados con el programa de Word del paquete informático de Microsoft Office para posteriormente ser ingresadas y agrupadas en el programa Infostat. (Anexo 10, 11 y 12)

4.11 Análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis estadístico de los datos obtenidos de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas se utilizó el programa informático Excel.

Para el análisis de datos obtenidos de la evaluación sensorial se utilizó el software estadístico Infostat por medio del cual se utilizó el método estadístico de análisis de varianza (ANOVA) con el método de Fisher para comparaciones múltiples y para el análisis de datos del rendimiento quesero obtenido el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 2019.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se muestran los resultados obtenidos de los análisis físicos químicos y microbiológicos a los cuales fue sometida la materia prima láctea obtenida de cada genotipo en estudio, así como los resultados del proceso de elaboración del queso fresco y los rendimientos obtenidos en cada prueba realizada, posteriormente se muestran los resultados de los análisis sensoriales realizados al queso fresco como producto final.

5.1 Características físicas, químicas y microbiológicas de la leche fresca de los dos genotipos

El cuadro 13 muestra la información que corresponde a los promedios totales de los análisis físicos realizados que se obtuvieron de las muestras de leche en estudio, donde los resultados totales de los tres individuos (AA, AB₁ y AB₂) coinciden con los valores indicados en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Leche y Productos Lácteos NTON 03 027 – 17 donde se establece que los límites de variación para densidad oscilan entre 1,029-1,033kg/m³, acidez 0.13% - 0.17%, pH 6.6-6.8 por lo tanto se puede afirmar que es una materia prima confiable, que no ha sido adulterada lo que indica que es apta para ser procesada, los valores obtenidos se muestran con la desviación estándar correspondiente ya que esto da una idea del rango de posibilidades que existen para cada observación con respecto a su media, la desviación estándar obtenida para los resultados se considera baja por lo tanto se afirma que la mayor parte de los datos están agrupados cerca de su media. Tomando en cuenta que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos se puede atribuir al pH y la acidez la coagulación y la textura del queso obtenido ya que estos rangos dan lugar a una cuajada más firme y menor pérdida de suero, si el pH y acidez no son los óptimos se interrumpe la acción de las bacterias afectando el rendimiento quesero.

Cuadro 13. Resultados de las características físicas de la leche fresca

Genotipo	Densidad (kg/m³) ± DE	Acidez%± DE	pH± DE	Temperatura °C± DE
AA	1032.5 ± 0.72	0.15±0.02	6.7±0.1	29.3±1.07
AB ₁	1032.8 ± 0.92	0.17±0.01	6.6±0.11	29.2 ± 1.61
AB ₂	1,032 ± 0.50	0.16±0.00	6.7±0.13	29.7±0.95

DE: Desviación estándar

El cuadro 14 muestra los resultados de los análisis químicos realizados que se obtuvieron de las tres muestras de leche en estudio, de acuerdo al rango permitido para grasa ≥ 3 , proteínas ≥ 3.1 y para cenizas ≤ 0.8 , establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Leche y Productos Lácteos NTON 03 027 – 17 se afirma que los porcentajes de grasa, y de proteína fueron sobrepasados por los tres individuos donde el resultado total obtenido de cada individuo se encuentra dentro de los límites de variación y en el caso del porcentaje de ceniza el promedio establecido fue sobrepasado por el genotipo (AB₁), en cambio, los genotipos (AA) (AB₂) se encuentran por debajo del rango. Cabe mencionar que estos análisis se realizaron una única vez en los ensayos de toma de muestras de la leche de los tres genotipos en estudio. Tomando en cuenta que los resultados obtenidos sobrepasan el rango establecido se puede atribuir al porcentaje de grasa y proteínas los rendimientos queseros obtenidos los cuales se ubican dentro del rango establecido por Revilla, por lo tanto, a mayor cantidad de grasa y proteína en leche mayor será su rendimiento por el aumento en la capacidad de retención que estas le proporcionan trabajando en conjunto ya que la grasa no permite que la red que conforma la caseína se endurezca sino que da lugar a que las micelas de la leche formen correctamente la cuajada.

Cuadro 14. Resultados de las características químicas de la leche cruda

Genotipo	Proteína%	Grasa%	Cenizas totales%
AA	3.54	4.8	0.73
AB ₁	3.74	6.3	0.91
AB ₂	3.49	5.8	0.73

Las Pruebas de Azul de metileno realizadas dieron como resultado negativo en los dos genotipos del estudio, lo cual coloca a las tres muestras en la categoría clase “A” tal como lo establece la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Leche y Productos Lácteos NTON 03-027-17 donde menciona que el tiempo de coloración de azul de metileno (TRAM) para una leche de clase “A” es de cinco horas y el número estimado de bacterias por ml para este caso es de 100.000 a 200.000 y para la prueba de alcohol se añaden 5ml de alcohol al 78% a cada muestra de leche de 5ml, se cierra el tubo de ensayo se mezcla y se deja reposar por cinco minutos, la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Leche y Productos Lácteos NTON 03-027-17 establece que la muestra no se coagulará por la adición del alcohol por lo tanto se considera un resultado negativo para las pruebas realizadas ya que ninguna presentó coagulación.

El recuento de coliformes fecales los límites máximos permitidos para clase A son hasta 400,000 ufc/ml, B \leq 1,000,000 ufc/ml y C \leq 1,500,000 ufc/ml, por lo tanto, los genotipos (AA) y (AB₂) se ubican dentro de la categoría clase “A” y el genotipo AB₁(en la categoría clase “B”. La leche que se encuentra en la categoría clase A y B se considera una materia prima apta para ser procesada, en cambio la clase C, no debe ser utilizada para procesos industriales, estos análisis se realizaron una única vez durante todo el ensayo. Los resultados obtenidos pueden estar dados por factores como el alto porcentaje de grasa y proteínas ya que esto da lugar a mayor actividad microbiana en la leche por actividad de los nutrientes, además de las condiciones de ordeño las cuales no garantizaban inocuidad en el producto lácteo.

Cuadro 15.Resultados de las características microbiológicas de la leche cruda

Genotipo	Prueba TRAM	Recuento de coliforme fecales	Alcohol
AA	Clase “A”	250,000 ufc/ml	Negativo
AB ₁	Clase “A”	880,000 ufc/ml	Negativo
AB ₂	Clase “A”	310,000 ufc/ml	Negativo

El cuadro 16 muestra los resultados de los promedios obtenidos durante la elaboración del queso fresco; la cantidad de cuajo utilizado se calculó a través de la siguiente relación 10 ml de cuajo por cada 100 litros de leche, dividido entre 100, según lo indicado por el fabricante del producto cuajo titanium.

(Zamoran, s.f) menciona que “para un queso fresco la coagulación varía entre 40-60 minutos para que este logre separar la caseína del suero, y su temperatura de coagulación deberá ser de 30-34°C” resultados que no coinciden con los resultados presentados en el cuadro 16 ya que el estudio se realizó a temperatura ambiente. En este caso la desviación estándar obtenida para los resultados de la elaboración del queso se considera baja para todos los valores por lo tanto se afirma que la mayor parte de los datos están agrupados cerca de su media, excepto para los valores de leche inicial y perdida por desuerado ya que los valores de leche inicial no fueron iguales esto se debe por que se realizó con la producción individual de cada genotipo.

Cuadro 16.Resultados de la elaboración del queso fresco

Genotipo	AA	AB-1	AB-2
	Media±DE	Media±DE	Media±DE
Cantidad de cuajo (ml)	1.4± 0.16	1.3± 0.35	2.2 ± 0.25
T de coagulación (°C)	29 ± 1.25	28.9 ± 0.83	29 ± 1.09
Tiempo de coagulación (min)	58±5	60±8.81	58 ±5
Perdida por desuerado(ml)	2,370 ± 434.2	2,220±688.9	3,420 ±479
Cantidad de sal (gr)	10.49 ± 1.26	9.56 ± 2.64	15.95± 1.73
Cantidad de leche inicial(ml)	2888.89 ±347	2632.22 ±727.3	4393.33 ± 478.3

5.2 Rendimiento quesero

El cuadro 17 corresponde a los promedios del rendimiento quesero obtenido de los genotipos en estudio donde el genotipo AA (testigo) y AB₁ sobrepasan el rango establecido por Revilla (1982) el cual menciona que; “el porcentaje de rendimiento quesero en quesos frescos y blandos oscila entre 12% y 18%”, el genotipo AB₂ si coincide con lo asegurado anteriormente y se ubica dentro del promedio mencionado por Revilla, cabe destacar que los genotipos AA y AB₁ tienen un rendimiento quesero elevado y el genotipo AB₂ se ubica dentro de los rangos normales de rendimiento establecidos. En este caso los resultados de la desviación estandar para la leche inicial y el queso final obtenido se consideran altos lo que indica que estos datos se extienden sobre un rango de valores mas amplio con respecto a la media obtenida, esto se debe a que el estudio no se realizo con valores de leche inicial semejantes sino con la producción individual de cada genotipo, por lo cual tambien se obtuvieron diferentes cantidades de queso, en cambio, la desviación estandar de los rendimientos queseros se considera baja por lo tanto estos resultados no estan dispersos sino agrupados cerca de su media. El rendimiento quesero obtenido pudo estar influenciado de manera positiva directamente por la composición inicial de la leche la cual presento las condiciones optimas y el tipo de queso elaborado (fresco) el cual permite mayor retención de suero, además estuvo afectado de manera negativa indirectamente por las pérdidas en el corte y la calidad del cuajo utilizado.

Cuadro 17. Rendimiento quesero

Genotipo	Leche Inicial (gr)± DE	Queso final(gr)± DE	Rendimiento (%) ± DE
AA	2982.9±358.80	578.44 ± 94.38	19.49±3. 11a
AB ₁	2718.6±750.88	536.55± 127.54	20.00±2. 61a
AB ₂	4533.9±493.97	787.88±138.80	17.45±3.03a

a: Letras similares no tienen diferencia significativa entre los tratamientos ($P \geq 0.05$)

En la figura tres se muestran de manera gráfica los resultados del rendimiento quesero obtenido en el estudio de manera porcentual, para el genotipo (AB₁) el resultado fue de 20.00%, para el genotipo (AA) fue de 19.49% y para el genotipo (AB₂) el resultado fue de 17.45%, el grafico permite ver las diferencias porcentuales existentes entre los tres genotipos en estudio las cuales se consideran mínimas.

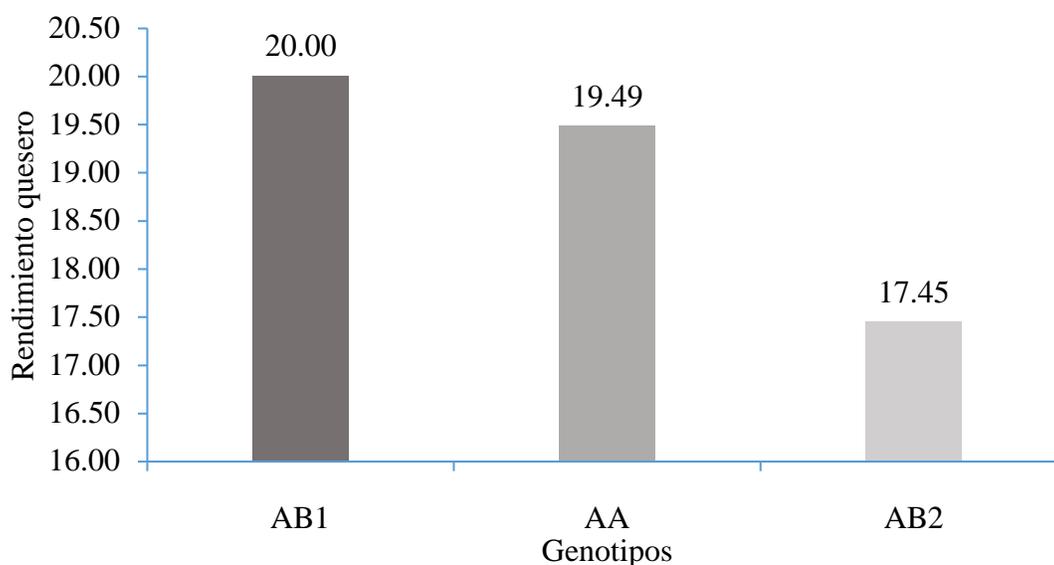


Figura 3. Rendimiento quesero

5.3 Análisis de asociación de las variables

En el cuadro 18 se muestra la asociación que existe entre la variable de los genotipos con la variable del rendimiento quesero, ya que (Lopez,1999) afirma que el rendimiento quesero esta dado de algún modo por los genotipos de kappa caseína.

El cuadro de asociación de las variables permite medir el tamaño del efecto de diferentes variables en modelos ANDEVA y conocer que tan asociados están.

Según la página web (Statologos, 2022) “El valor de eta cuadrado parcial varía de cero a uno, donde los valores más cercanos a uno indican una mayor proporción de varianza, por tanto, Eta cercano a cero indica gran tamaño del efecto”. Lo que indica que la varianza de los genotipos es significativa para predecir el rendimiento quesero.

Cuadro 18. Asociación de las variables

	Eta	Eta Cuadrado
Rendimiento*Genotipo	0.372	0.139

Según el cuadro del puntaje de promedios del rendimiento quesero se confirma que no existe una diferencia significativa en cuanto a los genotipos utilizados en la elaboración del queso fresco para determinar su rendimiento.

Cuadro 19. Puntaje promedio del rendimiento quesero

Genotipos	Media	N	Desv. Tip
AA	19.4900	9	3.11650
AB1	20.0167	9	2.61697
AB2	17.4458	9	3.03815
Total	18.9841	27	3.03466

En este caso la hipótesis nula se acepta ya que menciona que las variantes genotípicas en estudio no presentan diferencias significativas en el rendimiento quesero, comprobado por el valor de la probabilidad que es mayor al valor de significancia 0.05 y la hipótesis alternativa se rechaza ya que una de las variantes genotípicas en estudio presentan mayor rendimiento quesero, no pudiéndose comprobar con el análisis estadístico realizado ($p = 0.000 \geq 0.05$), según Leenen(2012) “Si el valor p es menor que el criterio α de significancia (especificado a priori), se rechaza la hipótesis nula; en el caso contrario se acepta”. (p.3)

Por lo tanto, se afirma con un nivel de confianza del 95% que no existe una diferencia significativa en el rendimiento quesero obtenido mediante la utilización de la leche proveniente de los dos genotipos y comparado con el testigo, según los datos obtenidos se pudo saber que los rendimientos queseros obtenidos son similares y el tipo de gen no influye en los resultados finales del rendimiento de la leche.

Cuadro 20. Tabla ANDEVA

			Suma de		Media		
			cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Rendimiento *	Inter-grupos	(Combinadas)	33.203	2	16.602	1.932	0.167
Genotipos	Intra-grupos		206.235	24	8.593		
	Total		239.438	26			

5.4 Análisis de evaluación sensorial del queso

El cuadro 21 muestra los resultados obtenidos del análisis de la varianza de las evaluaciones sensoriales de 30 evaluadores no entrenados a través de una prueba de grado de satisfacción de escala hedónica, El p-valor obtenido es mayor al nivel de significancia de 0.05 lo que significa que no existe diferencia significativa entre estas características aroma, sabor, color y textura del queso fresco por lo tanto los evaluadores perciben los dos genotipos similares.

Cuadro 21. Análisis estadístico de la evaluación sensorial

Análisis sensorial	p-valor
Aroma	0.8820
Sabor	0.6306
Color	0.1570
Textura	0.1728

En la figura cuatro se observa la valoración de los panelistas que degustaron el queso fresco. El gráfico de barras corresponde a las valoraciones que los evaluadores le dieron utilizando una prueba de grado de satisfacción con una escala hedónica del uno a cinco las puntuaciones eran de acuerdo al sabor, color, aroma y textura del queso fresco obteniendo como resultados más altos; el genotipo (AB₂) con un promedio de mejor puntuación en sabor y color de 4.13, el genotipo (AB₁) mejor textura de 4.13 y el genotipo (AA) mejor olor de 3.9 cabe destacar que al final de la encuesta se dejó un espacio para observaciones en donde los evaluadores percibían en la muestra (AB₁) color amarillento, sabor ligeramente ácido esto pudo darse debido a la presencia de microorga

Genotipos B₂) presencia de suero
 puede deberse al momento del corte ya que el tamaño de los cortes realizados a la cuajada no eran iguales y AA textura un poco dura.

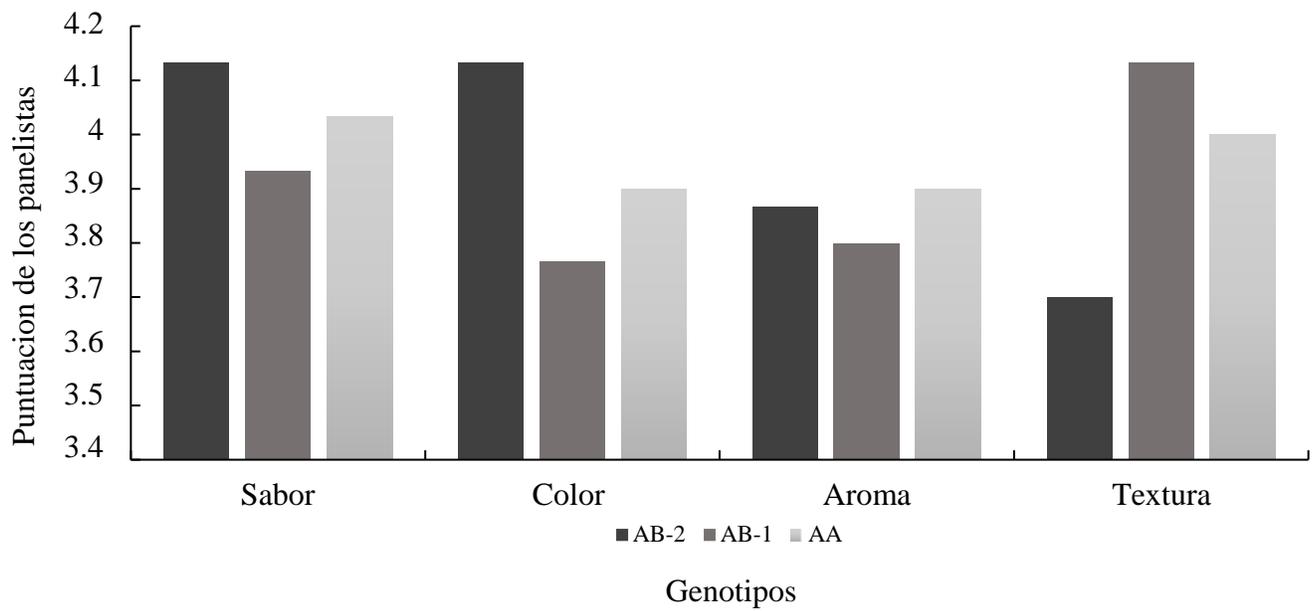


Figura 4. Puntuación de los evaluadores del análisis sensorial del queso fresco en los genotipos AA, AB₁ y AB₂, Universidad Nacional Agraria.

VI. CONCLUSIONES

Según los análisis de caracterización realizados, se demostró que la materia prima utilizada presentó características físicas, químicas y microbiológicas que se encuentran dentro de los rangos establecidos en la NTON 03 027- 17.

El análisis de los datos del rendimiento quesero demuestra que no existe una diferencia significativa al utilizar los genotipos heterocigotos (AB_1), (AB_2) y el homocigoto (AA) en la elaboración de queso fresco.

El análisis de los datos obtenidos de la evaluación sensorial indica que hubo una preferencia hacia la muestra del genotipo (AB_2) en las características de sabor y color, (AB_1) en la textura y (AA) en el olor, lo cual ubica al genotipo (AB_2) frente a los demás en cuanto a sus características organolépticas. Sin embargo, estadísticamente el análisis de varianza desarrollado para la evaluación sensorial no encontró una diferencia significativa en las características del queso de los dos genotipos y el testigo utilizado en el estudio.

VII. RECOMENDACIONES

Desarrollar un estudio similar donde se utilice leche proveniente de una vaca con un genotipo homocigoto BB del gen de k-caseína, para determinar si este tiene mayor influencia en el rendimiento quesero.

Realizar el estudio donde las unidades experimentales no tengan variaciones de su manejo productivo y reproductivo y se lleve un registro previo del número de partos, periodo de lactancia y edad de la vaca para así obtener datos más exactos.

Elaborar diferentes tipos de queso y determinar si el rendimiento varía según el producto elaborado.

Realizar la evaluación sensorial con un mayor número de panelistas para tener un mayor nivel de confianza en los datos obtenidos.

Realizar un estudio en el periodo de verano para determinar la variación que pueda existir por el factor clima y establecer el comportamiento del rendimiento quesero ante estas variaciones.

Realizar un estudio con mayor número de vacas para tener un mayor nivel de confianza en los datos obtenidos.

Aplicar al estudio mayor cantidad de repeticiones que permita poder demostrar varianza o igualdad en los datos mostrados en este estudio.

Realizar un estudio donde se lleve registro del manejo de pasturas y otras alternativas de alimentación suministrada a las vacas antes y durante la etapa de muestreo para garantizar correcta alimentación en base a su peso o raza.

VIII. LITERATURA CITADA

- Amiot, J., y Almudi, R. (1991). *Ciencia y tecnología de la leche: principios y aplicaciones*. Acribia, Editorial, S.A.
https://books.google.com.ni/books/about/Ciencia_y_tecnolog%C3%ADa_de_la_leche.html?id=Gg8DAAAACAAJ&redir_esc=y
- Artica, L. (2014). Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lácteos. Libros y Editoriales TEIA. (2.Ed.)
https://issuu.com/luisarticamallqui/docs/metodos_de_analisis_de_leche_2014
- Asociación Montbéliarde. (s.f.). *Una leche ideal para el quesero*. Asociación Montbéliarde.
<file:///C:/Users/carro/Zotero/storage/TB3WDSYW/una-leche-ideal-para-el-quesero.html>
- Cámara Nicaragüense del Sector Lácteo. (s.f.). *¿Cómo se encuentra el sector lácteo de Nicaragua?* <https://canislac.com/como-se-encuentra-el-sector-lacteo-de-nicaragua/>
- Carrillo, M. (2006). *Caracterización física química y microbiológica de la leche entera cruda de los proveedores de Parmalat-Nicaragua Periodo Febrero-abril 2005*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua] Archivo digital.
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/1243/1/200041.pdf>
- Castaño, E, y Bernal, S. (2015). Validación del método de ensayo de Coliformes totales y fecales por la técnica de Número más probable (NMP) en la calidad del queso fresco producido a pequeña escala. [Tesis de pregrado, Universidad Libre Seccional Pereira]. Archivo digital.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16168/VALIDACI%C3%93N%20DEL%20M%C3%89TODO%20DE%20ENSAYO.pdf?sequence=1>
- Curifuta, J., González H., y Araneda, C. (s.f). Genotipificado de proteínas lácteas en vacas lecheras, 8-15.
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zwNPd7aku8wJ:https://www.uchile.cl/documentos/genotipificacion-de-proteinas-lacteas-en-vacas-lecheras_58311_26_5339.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=uy
- Enamorado, C. (2003). *Evaluación microbiológica de la leche cruda recibida y de la línea de procesamiento de la leche fluida en bolsa al 2% de grasa en la planta de lácteos de Zamorano*. [Tesis de pregrado Universidad Zamorano]. Archivo digital.
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1881/1/AGI-2003-T012.pdf>
- Escobar, D., Pelaggio, R., Grille, L., Colzada, E., Rampoldi, C., Carro, S., Delucchi, I., Viola, N., Nolla, J., Reinares, R., Chilibroste, P., y Piedrabuena, L. (octubre, 2014). *Efecto del perfil de caseínas, recuento de células somáticas y composición de la leche en el rendimiento del queso Dambo*. Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay, 31-42.
https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1974

- Furtado, M. (2017). *El rendimiento de la fabricación de quesos: métodos para evaluación y comparación*. [Archivo pdf] http://www.perulactea.com/wp-content/uploads/2017/03/EL-RENDIMIENTO-DE-LA-FABRICACION%20DE-QUESOS-_12.pdf
- Garmendia, N. (septiembre de 2019). *Determinación de parámetros físicos y químicos en leche cruda de ganado bovino en la zona noreste de Nicaragua*. [Monografía de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Archivo digital. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7634/1/243249.pdf>
- González, G., Sanchez, B., y Vasquez, R. (2010). *Calidad de la leche cruda*. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz. http://balanceportaluv.southcentralus.cloudapp.azure.com/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf
- Guerrero, J., y Rodríguez, P. (2010). *Características fisicoquímicas de la leche y su variación. Estudio de caso, Empresa de lácteos El Colonial, León, Nicaragua*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria] <https://repositorio.una.edu.ni/1399/1/tnq04g934.pdf>
- Guevara, L., Cuartas, D., y Llano, F. (junio, 2014). *Kappa caseína de la leche: aspectos bioquímicos, moleculares, productivos y nutricionales*. Revista Médica Risaralda, 29-33. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-06672014000100007
- Hernández, M. (mayo de 2014). Estado poblacional del ganado Reyna en Nicaragua: distribución, manejo, producción y cualidades. *La Calera*, 14(22). <https://lascalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/224>
- Leenen, I. (octubre, 2012). *La prueba de la hipótesis nula y sus alternativas: revisión de algunas críticas y su relevancia para las ciencias médicas*. ELSEVIER. <https://www.elsevier.es/es-revista-investigacion-educacion-medica-343-articulo-la-prueba-hipotesis-nula-sus-X2007505712427368#:~:text=Si%20el%20valor%20p%20es,se%20rechazar%C3%A9%20la%20hip%C3%B3tesis%20nula>
- López, M., Hernández, V., y Estrada, L. (1999) Correlación entre haplotipos para la k-caseína y características de producción láctea en bovinos Holstein. *Revista colombiana de biotecnología*, 16-20. <http://docplayer.es/76390948-Correlacion-entre-haplotipos-para-la-k-caseina-y-caracteristicas-de-produccion-lactea-en-bovinos-holstein.html>
- Mapbox. (2022). [Vista satelital de la Universidad Nacional Agraria]. Recuperado el 18 de octubre del 2021 de <https://mapcarta.com/es/W511333579>
- Márquez, B. (2014). *Cenizas y Grasas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isA>

- Nora, B. (2006). *Análisis sensorial de los alimentos* <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=inta2.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=040284>
- Norma técnica obligatoria nicaragüense. (1999, 28 de abril). *Norma de quesos frescos no madurados. Especificaciones no. 03-022-99.* <https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/1%20Inocuidad%20Alimentaria/Normativas%20Generales/ACTUALIZACION%20051217/Secci%C3%B3n%20Inocuidad%20L%C3%A1cteos/NTON%2003%20022%20E2%80%93%2009%20Especificaciones%20de%20Quesos%20frescos%20o%20no%20madurados-1.pdf>
- Norma técnica obligatoria nicaragüense. (2017, 13 de octubre). *Leche y productos lácteos. Leche cruda (vaca). Especificaciones.* <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/22313562f0e0c3ae0625821800614b85?OpenDocument>
- Ortega, M. (2011). *Evaluación de la condición reproductiva, y el efecto del genotipo de la Kappa-Caseína sobre el contenido de proteína y grasa láctea, y rendimiento quesero en vacas Holstein Friesian y Montbeliarde x Holstein Friesian.* Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/59690>
- Ortiz, O., Avila, D., Lagunes, L., Koppel, E. (octubre de 2002). *Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico.* ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/301354884_Manejo_de_ganado_bovino_de_doble_proposito_en_el_tropico
- Ramírez N, Hernández E, González Y. (Julio de 2005). *Aplicación del sistema DIRALEC para la evaluación de la calidad microbiológica de la leche en la provincia de Sancti spiritus.* Scielo [Recuperado el 15 de enero del 2022] http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=3184359&pid=S1316-7138201300010000600031&lng=es
- Requena, F., Agüera, E., y Requena, F. (enero, 2007). Genética de la caseína de la leche en el bovino frisón. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 8(1), 1-9. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63613304013>
- Revilla, A. (1982). *Tecnología de la leche.* (1. Ed.) https://www.academia.edu/36652945/TECNOLOGIA_DE_LA_LECHE_REVILLA
- Revilla, A. (1996). *Tecnología de la leche* (3.Ed.). Honduras.
- Reyes, I. (2019). *Caracterización de la calidad nutricional, sanitaria y eficiencia tecnológica de la leche fresca de tres grupos raciales caprinos (Saanen, Toggenburg y Nubia).* [Tesis de pregrado Universidad Nacional Agraria] Repositorio UNA <https://repositorio.una.edu.ni/3919/>

- Rubio, L. (diciembre de 2008). *Caracterización técnica y económica de la raza de ganado Reina en la Finca El Pino, Rivas, Nicaragua*. [Tesis de Pregrado, Universidad Zamorano]. Archivo Digital.
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5458/1/CPA-2008-T061.pdf>
- Statologos (febrero, 2022) *¿Qué es el Eta parcial al cuadrado? (Definición y ejemplo)*.<https://statologos.com/eta-parcial-al-cuadrado/>
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (1987). *Características Físicas de la leche*.https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6565/modulo2_unidad1_derivados_lacteos_manejo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Las%20propiedades%20que%20se%20observan,de%20grasa%2C%20case%C3%ADna%20y%20colorantes.
- Suárez Quintero, Y. I., López Flores, J. O., y Sánchez Gómez, I. E. (2020). Frecuencias genotípicas y alélicas del gen de kappa caseína en ganado criollo de la raza Reyna, Managua, Nicaragua. *La Calera*, 20(35).
doi:<https://doi.org/10.5377/calera.v20i35.10245>
- Universidad de Zulia LUZ. (2003). *Introducción al control de la calidad de la leche cruda: guía práctica*.
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoparapruebasdeplataforma_1693.pdf.
- Vásquez, K. (2018). *Caracterización Fisicoquímica y Organoléptica de leche entera ultrapasteurizada (UHT) procesadas en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua. Laboratorio de Fisicoquímica de Lácteos Centroamericanos, Enero - Mayo 2017*. [Monografía de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua] Archivo digital. <https://repositorio.unan.edu.ni/10759/1/99979.pdf>
- Vera, J. (junio, 2017). *Influencia de la selección genética en frisona en los rendimientos en quesería*. Campo GalegoXornalDixital agrario.
- Zamorán, D. (s.f). *Proyecto de Cooperación de Seguimiento para el Mejoramiento Tecnológico de la Producción Láctea*.
https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf

IX. ANEXOS

Anexo 1. Formato de escala hedónica

Test de escala hedónica para evaluar aceptación sensorial

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: Queso fresco de leche de vaca.

Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar. Hay tres muestras a ser evaluadas por usted. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada. Tome la muestra completa en su boca.

Pruebe cada una de las muestras y califique el sabor, color, olor y textura de acuerdo con la siguiente escala marcando con una X la que considere correspondiente:

Sabor Color

Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta, ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta, ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Aroma

Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta, ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Textura

Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta, ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Observaciones

Anexo 2. Base de datos de características primarias de la leche fresca genotipo AA

Leche Inicial (l)	Densidad (kg/m ³)	Temperatura °C	pH	Alcohol	Color	Sabor	Aroma
3.3	1.032	29.7	6.5	Neg	Caract	Caract	Caract
3.58	1.031	27.5	6.7	Neg	Caract	Caract	Caract
3.2	1.032	30.3	6.8	Neg	Caract	Caract	Caract
3.7	1.033	29.9	6.8	Neg	Caract	Caract	Caract
3.4	1.033	30	6.7	Neg	Caract	Caract	Caract
3.6	1.033	28.5	6.6	Neg	Caract	Caract	Caract
3.7	1.033	30.4	6.7	Neg	Caract	Caract	Caract
2.8	1.033	28	6.8	Neg	Caract	Caract	Caract
3.6	1.033	30	6.7	Neg	Caract	Caract	Caract

Anexo 3. Base de datos de características primarias de la leche fresca genotipo AB-1

Base de datos ganado Reyna FACA							
Nombre	Mayata	N° de chapa	4301302		Gen	AB-1	
Leche Inicial (l)	Densidad (kg/m ³)	Temperatura °C	pH	Alcohol	Color	Sabor	Aroma
3.3	1.033	30	6.7	Neg	Caract	Caract	Caract
3.3	1.031	27	6.4	Neg	Caract	Caract	Caract
3.65	1.033	31.6	6.5	Neg	Caract	Caract	Caract
4	1.034	29.8	6.6	Neg	Caract	Caract	Caract
4.1	1.033	30	6.6	Neg	Caract	Caract	Caract
3.4	1.033	28.7	6.6	Neg	Caract	Caract	Caract
4.2	1.032	30.8	6.6	Neg	Caract	Caract	Caract
1.9	1.034	28.2	6.8	Neg	Caract	Caract	Caract
2.3	1.033	27	6.6	Neg	Caract	Caract	Caract

Anexo 4. Base de datos de características primarias de la leche fresca genotipo AB-2

Base de datos ganado Reyna FACA							
Nombre	Modelo	N° de chapa	4301297		Gen	AB-2	
Leche Inicial (l)	Densidad (kg/m ³)	Temperatura °C	pH	Alcohol	Color	Sabor	Aroma
5.3	1.032	30.4	6.8	Neg	Caract	Caract	Caract
5.2	1.032	27.7	6.6	Neg	Caract	Caract	Caract
4.46	1.032	30.6	6.8	Neg	Caract	Caract	Caract
5.36	1.032	29.8	6.6	Neg	Caract	Caract	Caract
5.4	1.032	30	6.5	Neg	Caract	Caract	Caract
5	1.033	29.5	6.6	Neg	Caract	Caract	Caract
5.22	1.032	30.8	6.7	Neg	Caract	Caract	Caract
4.2	1.031	28.9	6.8	Neg	Caract	Caract	Caract
5.8	1.032	30	6.9	Neg	Caract	Caract	Caract

Anexo 5. Base de datos de elaboración de queso fresco genotipo AA

Cantidad de leche (l)	Suero (l)	T° de coagulación °C	Tiempo de coagulación (Min)	Queso obtenido (gr)
2.81	1.3	29.1	45	582
2.93	2.4		60	653
2.55	2.8	29.1	61	625
3.06	2.58	30	62	506
2.45	2.3	30	63	479
2.95	2.6	30	64	700
3.05		30.4	65	650
2.6	2.3	28	66	411
3.6	2.5	27	67	600

Anexo 6. Base de datos de elaboración de queso fresco genotipo AB₁

Nombre	Mayata	Genotipo	AB	
Cantidad de leche (l)	Suero (l)	T° de coagulación °C	Tiempo de coagulación (Min)	Queso obtenido (gr)
2.8	2.1	28	45	575
2.65	2.31	28.5	60	616
2.35	2.9	29.1	80	557
3.35	2.8	29.8	60	560
3.15	2.8	30	60	563
2.75	2.4	30	60	595
3.55	2.5	29	60	684
1.79	1.2	28.2	60	434
1.3	1	28	60	245

Anexo 7. Base de datos de elaboración de queso fresco genotipo AB₂

Nombre	Modelo	Genotipo	AB ₂	
Cantidad de leche (l)	Suero (l)	T° de coagulación °C	Tiempo de coagulación (Min)	Queso obtenido (gr)
5.3	4	27.5	45	798
4.55	3.5	28.8	60	960
3.81	3.1	29.1	61	789
4.71			4	4
4.45			3.8	30
4.35				62
4.57				

3.7		636	
30		892	64
63		857	
2.8		867	
28		786	
	3	506	0.8

6
5

3.8
28.9
66
3
28
67

Anexo 8. Base de datos de cuajo y sal utilizada

Genotipo	Cuajo utilizado (ml)	Sal (gr)
AA	1.4	10.20592
AA	1.45	10.64176
AA	1.3	9.2616
AA	1.5	11.11392
AA	1.25	8.8984
AA	1.5	10.7144
AA	1.5	11.0776
AA	1.3	9.4432
AA	1.8	13.0752
AB ₁	1.4	10.16
AB ₁	1.3	9.6248
AB ₁	1.15	8.5352
AB ₁	1.65	12.1672
AB ₁	1.55	11.4408
AB ₁	1.35	9.988
AB ₁	1.75	12.8936
AB ₁	0.9	6.50128
AB ₁	0.65	4.7216
AB ₂	2.65	19.2496
AB ₂	2.3	16.5256
AB ₂	1.9	13.83792
AB ₂	2.35	17.10672
AB ₂	2.25	16.1624
AB ₂	2.2	15.7992
AB ₂	2.3	16.59824
AB ₂	2	14.528
AB ₂	1.9	13.8016

Anexo 9. Base de datos de rendimiento en queso fresco

Genotipo	Leche inicial (ml)	Leche inicial (gr)	Queso final (gr)	Rendimiento Final
AB ₁	2,800	2,892.40	575	19.88
AB ₁	2,650	2,732.15	616	22.55
AB ₁	2,350	2,427.55	557	22.94
AB ₁	3,350	3,463.90	560	16.17
AB ₁	3,150	3,253.95	563	17.30
AB ₁	2,750	2,840.75	595	20.95
AB ₁	3,550	3,663.60	684	18.67
AB ₁	1,790	1,850.86	434	23.45
AB ₁	1,300	1,342.90	245	18.24
AA	2,810	2,899.92	582	20.07
AA	2,930	3,020.83	653	21.62
AA	2,550	2,631.60	625	23.75
AA	3,030	3,160.98	506	16.01
AA	2,450	2,530.85	479	18.93
AA	2,950	3,047.35	700	22.97
AA	3,050	3,150.65	650	20.63
AA	2,600	2,685.80	411	15.30
AA	3,600	3,718.80	600	16.13
AB ₂	5,300	5,469.60	798	14.59
AB ₂	4,550	4,695.60	960	20.44
AB ₂	3,810	3,931.92	789	20.07
AB ₂	4,710	4,860.72	636	13.08
AB ₂	4,450	4,592.40	892	19.42
AB ₂	4,350	4,493.55	857	19.07
AB ₂	4,570	4,716.24	867	18.38
AB ₂	4,000	4,124	786	19.06
AB ₂	3,800	3,921.60	506	12.90

Anexo 10. análisis de la varianza del sabor

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0.60	2	0.30	0.46	0.6306
Nombre	0.60	2	0.30	0.46	0.6306
Error	56.30	87	0.65		
Total	56.90	89			

Anexo 11. análisis de la varianza del color

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	2.07	2	1.03	1.89	0.1570
Nombre	2.07	2	1.03	1.89	0.1570
Error	47.53	87	0.55		
Total	49.60	89			

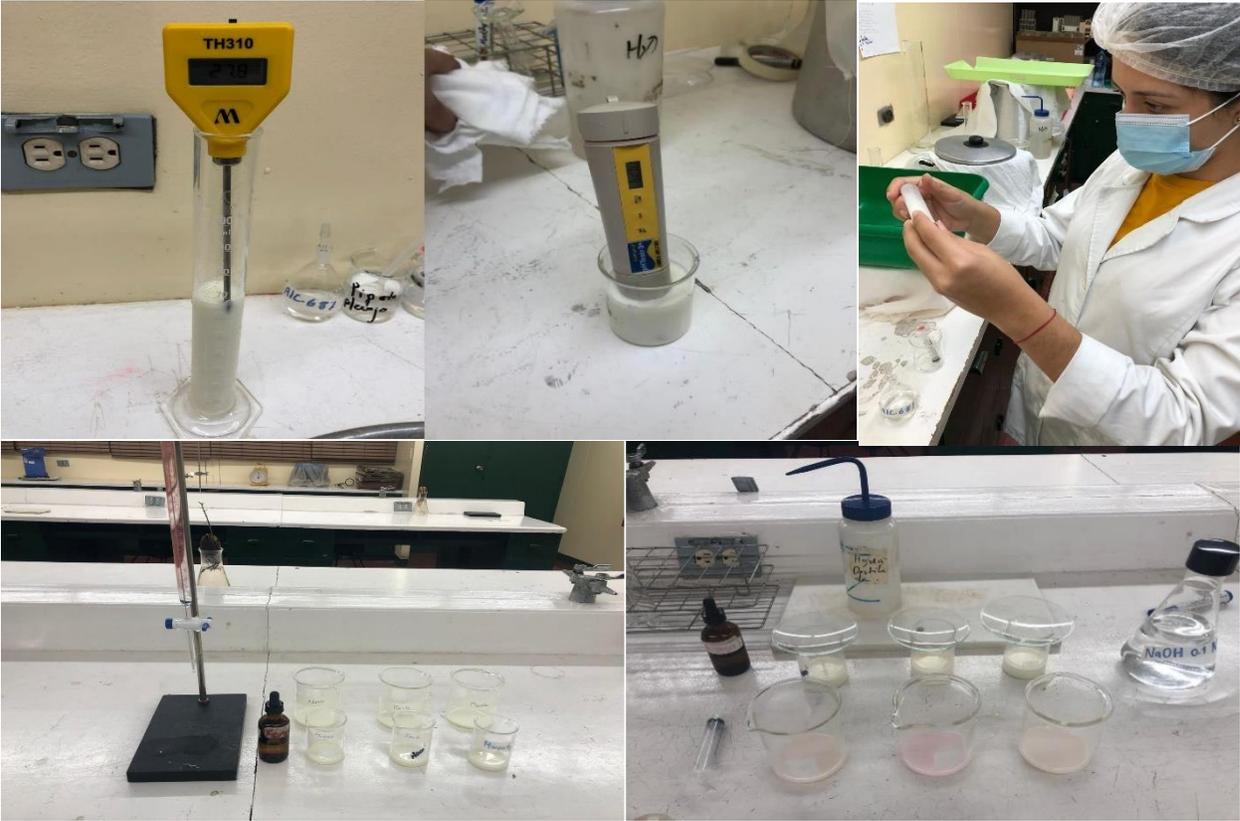
Anexo 12. análisis de la varianza del aroma

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0.16	2	0.08	0.13	0.8802
Nombre	0.16	2	0.08	0.13	0.8802
Error	52.97	87	0.61		
Total	53.12	89			

Anexo 13. análisis de la varianza de la textura

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	2.96	2	1.48	1.79	0.1728
Nombre	2.96	2	1.48	1.79	0.1728
Error	71.77	87	0.82		
Total	74.72	89			

Anexo 14. Análisis físicos en la leche fresca



Anexo 15. Analisis microbiologicos en la leche fresca



Anexo 16. Elaboración del queso fresco



Anexo 17. Realización de la evaluación sensorial

