

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**CALIDAD ORGANOLÉPTICA (CÉLULAS SOMÁTICAS, GRASA Y PROTEÍNA)  
DE LA LECHE EN GANADO HOLSTEIN**

**POR:**

**LUIS ALBERTO MARADIAGA HERNANDEZ**

**TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGRONOMO**



**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS C.A**

**MAYO 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**CALIDAD ORGANOLÉPTICA (CÉLULAS SOMÁTICAS, GRASA Y PROTEÍNA)  
DE LA LECHE EN GANADO HOLSTEIN**

**POR:**

**LUIS ALBERTO MARADIAGA HERNANDEZ**

**M.S.c ORLANDO JOSE CASTILLO**

**Asesor principal UNAG**

**TRABAJO DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA PRESENTADO A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS C.A**

**MAYO 2025**



## DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y refugio constante, por brindarme cada día la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para seguir adelante. Gracias por regalarme la vida y permitirme avanzar con fe hacia cada meta y cada sueño que has sembrado en mi corazón.

A mis padres, **Jorge Alberto Maradiaga Osorio y Blanca Saray Hernández Paz**, por ser mi mayor inspiración. Gracias por su amor inmenso, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia. Cada paso que doy lleva consigo el reflejo de su apoyo incondicional y su fe en mí. Este logro también es de ellos.

A mi hermano, **Jorge Alberto Maradiaga Hernández**, por su apoyo incondicional y por estar siempre presente en cada etapa de mi vida. Gracias por ser parte de este logro.

A mi novia, **Katherine Marielous Peralta Henríquez**, por ser luz en mis días y fuerza en mis momentos difíciles. Gracias por tu amor incondicional, por acompañarme con tu ternura, tu fe en mí y por estar a mi lado en cada paso de este camino. Tu amor ha sido mi refugio y mi mayor motivación.

## AGRADECIMIENTO

A Dios Todo poderoso, por haberme prestado la vida, por darme fuerza física y mental, esperanza y valor en cada momento. Gracias por brindarme sabiduría y entendimiento a lo largo de mis estudios.

A mis padres y a mi hermano, por ser pilares fundamentales en mi vida y en cada etapa de este camino. Gracias por su guía, su amor incondicional, su apoyo constante y por darme siempre la fortaleza para seguir adelante.

A la **Universidad Nacional de Agricultura**, mi segundo hogar durante estos años. Gracias por ser mi **alma máter**, por las experiencias vividas, por todo lo aprendido y por haber sido el espacio donde crecí y me formé como profesional.

A mis asesores, **M.Sc. Orlando José Castillo, M.Sc. Grace Marlene Carvajal e Ing. Mariana Zúniga**, quienes me brindaron conocimiento, ayuda y apoyo para la realización de mi Práctica Profesional Supervisada. Agradezco profundamente su acompañamiento, compromiso y dedicación durante este proceso.

A mis hermanos de la vida universitaria: **Wilmer Alfonso López Machado (El Baby), Diego Pablo Jiménez Marroquín (Chamaluco), Pedro Antonio Machuca Solórzano (El Pay), Kevin Joel Lemus Amaya (Bukele) y Jeffrey Alexander López (Pilo)**. Gracias por cada risa, cada momento compartido y por ser parte esencial de esta etapa tan especial. Su amistad ha sido un regalo que llevaré siempre conmigo.

## CONTENIDO

|                                                                            |          |
|----------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>                                                | <b>1</b> |
| <b>II. OBJETIVOS.....</b>                                                  | <b>2</b> |
| 1.1. Objetivo General .....                                                | 2        |
| 1.2. Objetivo Específicos.....                                             | 2        |
| <b>III. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>                                    | <b>3</b> |
| 1.3. Ganadería.....                                                        | 3        |
| 1.4. Generalidades del Holstein .....                                      | 3        |
| 1.4.2. Clasificación Taxonómica .....                                      | 4        |
| 1.4.3. Fenotipo .....                                                      | 4        |
| 1.4.4. Capacidad productiva .....                                          | 4        |
| 1.5. Producción de leche en Estados Unidos .....                           | 5        |
| 1.6. Leche y su calidad .....                                              | 6        |
| 1.6.1. Importancia del control de calidad en la leche.....                 | 7        |
| 1.6.2. Aspectos evaluables en la calidad de la leche.....                  | 7        |
| 1.6.3. Factores que afectan la composición y calidad de la leche.....      | 8        |
| 1.7. Células somáticas .....                                               | 9        |
| 1.7.1. Función de las células somáticas.....                               | 9        |
| 1.7.2. Recuento de células somáticas .....                                 | 9        |
| 1.7.3. Diagnóstico de un cuarto según el conteo de células somáticas ..... | 10       |
| 1.7.4. Sanciones económicas .....                                          | 11       |
| 1.8. Grasa.....                                                            | 11       |
| 1.8.1. Importancia de la grasa en la leche .....                           | 11       |
| 1.8.2. Factores que afectan el contenido de grasa.....                     | 12       |
| 1.8.3. Rangos de grasa en la leche. ....                                   | 13       |
| 1.9. Proteínas .....                                                       | 13       |
| 1.9.1. Composición proteica de la leche,.....                              | 13       |
| 1.9.2. Rangos de porcentaje de proteína en la leche. ....                  | 14       |
| 1.10. Métodos para determinar calidad de la leche.....                     | 15       |
| 1.10.1. Método de California Mastitis Test (CMT). ....                     | 15       |
| 1.10.2. Método de Gerber (Butiro metro) para medir la grasa. ....          | 15       |
| 1.10.3. Método de Kjeldahl para medir proteína .....                       | 16       |

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>IV. METODOLOGIA .....</b>                      | <b>17</b> |
| 1.11. Ubicación .....                             | 17        |
| 1.12. Materiales y equipo .....                   | 18        |
| 1.13. Método .....                                | 18        |
| 1.14. Desarrollo de la practica .....             | 19        |
| 1.15. Variables a evaluar .....                   | 20        |
| 1.15.1. Células somáticas en la leche .....       | 20        |
| 1.15.2. Porcentaje de grasa en la leche .....     | 20        |
| 1.15.3. Porcentaje de proteína en la leche .....  | 21        |
| <b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>            | <b>22</b> |
| 5.1. Indicaron de porcentaje de grasa .....       | 22        |
| 5.2. Indicadores de porcentaje de proteína .....  | 23        |
| 5.3. Análisis de conteo de células somática ..... | 24        |
| <b>VI. CONCLUSIONES .....</b>                     | <b>26</b> |
| <b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>                 | <b>28</b> |
| <b>VIII.BIBLIOGRAFIA .....</b>                    | <b>29</b> |

## LISTA DE FIGURA

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Ubicación de granja Sunrise Dairy .....             | 17 |
| <b>Figura 2</b> Grafico de Indicadores de porcentaje de grasa ..... | 22 |
| <b>Figura 3</b> Gráfico Indicadores de porcentaje de proteína ..... | 23 |
| <b>Figura 4</b> Grafica Análisis de conteo de células somática..... | 24 |

## LISTA DE TABLA

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Indicadore de porcentaje de grasa en el corral 3 .....      | 38 |
| <b>Tabla 2</b> Indicadore de porcentaje de grasa en el corral 4 .....      | 38 |
| <b>Tabla 3</b> Porcentaje promedio de proteína en corral 3 .....           | 38 |
| <b>Tabla 4</b> Porcentaje promedio de proteína en corral 4 .....           | 38 |
| <b>Tabla 5</b> Análisis de conteo de células somática en el corral 3 ..... | 38 |
| <b>Tabla 6</b> Análisis de conteo de células somática en el corral 4 ..... | 38 |

## LISTA DE ANEXO

|                |                                                    |    |
|----------------|----------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1</b> | Tubo de ensayo donde se colocan las muestras ..... | 34 |
| <b>Anexo 2</b> | Electro mililitro .....                            | 34 |
| <b>Anexo 3</b> | Sala de ordeño .....                               | 35 |
| <b>Anexo 4</b> | Pezonera .....                                     | 35 |
| <b>Anexo 5</b> | Registro Tecnico.....                              | 36 |
| <b>Anexo 6</b> | Base de Datos de Excel.....                        | 36 |
| <b>Anexo 7</b> | Granja Sunrise Dairy .....                         | 37 |

## LISTA DE CUADRO

|                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------|---|
| <b>Cuadro 1</b> Clasificación taxonómica(Caceres, 2019) ..... | 4 |
|---------------------------------------------------------------|---|

## **I. INTRODUCCIÓN**

La calidad de la leche fue un aspecto fundamental dentro de la industria láctea, particularmente debido a los atributos organolépticos que determinaron su valor comercial. Factores como el conteo de células somáticas, el contenido de grasa y el nivel de proteína influyeron directamente en las características sensoriales, el valor nutricional y la inocuidad de la leche, afectando tanto la salud del hato como la rentabilidad de los productores. Niveles elevados de células somáticas, por ejemplo, indicaron la presencia de patologías como la mastitis, una de las enfermedades más frecuentes y costosas en la producción lechera (Harmon, 1994).

La grasa y la proteína se reconocieron como componentes esenciales para la calidad organoléptica de la leche; la grasa aportó sabor y textura, mientras que la proteína resultó crucial tanto para el valor nutricional como para los procesos de transformación industrial, como la elaboración de quesos. La raza Holstein, ampliamente utilizada a nivel mundial por su alta capacidad de producción, presentó variaciones en la composición de su leche, influenciadas por factores como la genética, el manejo y el sistema de alimentación. (Haile-Mariam, 2008).

El análisis detallado de estos componentes permitió no solo mejorar la calidad de la leche, sino también optimizar los procesos de producción, generando beneficios directos tanto para los productores como para los consumidores. En este contexto, el presente estudio tuvo como propósito evaluar los niveles de células somáticas, grasa y proteína en la leche producida por ganado Holstein (Hernández Reyes & Bedolla Cedeño, 2008).

## **II. OBJETIVOS**

### **1.1.Objetivo General:**

Analizar los componentes organolépticos de la leche producida por el ganado Holstein, en el rancho Sunrise Dairy LLC, Wisconsin, USA.

### **1.2.Objetivo Específicos:**

Identificar los niveles de células somáticas en la leche de ganado Holstein en el rancho Sunrise Dairy LLC, y los factores que alteran su concentración.

Medir la concentración de proteína y grasa en la leche en ganado Holstein en el rancho Sunrise Dairy, Wisconsin, USA.

Participar en el Desarrollo de todas la practicas de bienestar y cuidado animal que garantice una producción eficiente, de calidad y garantice una salud estable en el animal.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **1.3. Ganadería**

Alrededor de 150 millones de hogares en todo el mundo se dedican a la producción de leche. En la mayoría de los países en desarrollo, la leche es producida por pequeños agricultores y la producción lechera contribuye a los medios de vida, la seguridad alimentaria y la nutrición de los hogares. La leche produce ganancias relativamente rápidas para los pequeños productores y es una fuente importante de ingresos en efectivo (FAO, 2017).

En los últimos decenios, los países en desarrollo han aumentado su participación en la producción lechera mundial. Este crecimiento se debe principalmente al aumento del número de animales destinados a la producción, y no al de la productividad por cabeza. En muchos países en desarrollo, la mala calidad de los recursos forrajeros, las enfermedades, el acceso limitado a mercados y servicios (p. ej., sanidad animal, crédito y capacitación) y el reducido potencial genético de los animales lecheros para la producción láctea limitan la productividad lechera. A diferencia de los países desarrollados, muchos países en desarrollo tienen climas cálidos o húmedos que son desfavorables para la actividad lechera (FAO, 2017).

#### **1.4. Generalidades del Holstein**

##### **1.4.1. Origen**

La raza Holstein se originó en Holanda (Países Bajos). Proviene de las provincias de Holanda del Norte y Frisia. Estas dos regiones holandesas se caracterizan por ser húmedas y con vegetación abundante. En los países europeos existe la estirpe llamada frisón y en América la Holstein friesia. Las vacas de raza Holstein tienen dos tipos principales de pelajes. Un pelaje, el más conocido, se caracteriza por ser la mezcla de manchas blancas y negras (dominancia genética). El otro pelaje, menos común, consiste en manchas blancas y rojas (Cuéllar J. A., 2021).

#### 1.4.2. Clasificación Taxonómica

| Nombre común | Holstein      |
|--------------|---------------|
| División     | Mammalia      |
| Clase        | Mammalia      |
| Subclase     | Theria        |
| Orden        | Artiodactyla  |
| Familia      | Bovidae       |
| Genero       | <i>Bos</i>    |
| Especie      | <i>taurus</i> |

**Cuadro 1** *Clasificación taxonómica(Caceres, 2019)*

#### 1.4.3. Fenotipo

La raza Holstein Friesian se distingue por ser la más pesada entre las vacas lecheras, con los toros adultos alcanzando un peso promedio de 1050 kg y las vacas adultas 680 kg. En cuanto a la altura, los toros tienen una alzada de 1.52 m, mientras que las hembras llegan a 1.45 m. Estas vacas se caracterizan por su gran capacidad lechera, evidenciada en una ubre de gran tamaño adaptada a su alta producción. Su cuerpo es ancho en la parte posterior, angulado y con menor desarrollo muscular, lo que refleja su enfoque específico en la producción de leche (Cuéllar J. A., 2021).

#### 1.4.4. Capacidad productiva

La raza Holstein es la mejor del mundo en la producción de leche. Durante décadas se ha realizado una selección genética de gran calidad para obtener ejemplares con altos rendimientos de leche. Se adapta mejor a los climas fríos o templados; mientras que en climas cálidos se ve afectada de manera importante (Cuéllar J. A., 2021).

La cantidad de leche producida depende de múltiples factores como el medio ambiente y la nutrición. Por ello, en sistemas con dietas a base de concentrado se ha reportado un promedio de 10.000-12.000 Litros de leche por lactancia (305 días). Por otro lado, en dietas a base de forraje la producción puede estar entre 4000-5000 Litros de leche por lactancia. Para los países del trópico como en Latinoamérica, esto también puede variar. Sin embargo, es la raza preferida en las producciones de lechería especializada y tecnificada por sus grandes volúmenes de producción. Uno de los récords de producción en el mundo lo tuvo la vaca Holstein de nombre Arlinda Ellen. Esta vaca produjo 87 litros en solo un día, en 1975 (Cuéllar J. A., 2021).

### **1.5.Producción de leche en Estados Unidos**

Actualmente la producción de leche en los Estados Unidos se encuentra como uno de los principales productores de leche del mundo, esto es posible debido a que, en todo el país, se produce 101,3 millones de toneladas métricas. Este número triplica el volumen combinado de leche de Nueva Zelanda y Australia. Esta capacidad productiva de leche involucra a 40,000 granjas distribuidas en los 50 estados. Esta característica ha sido favorecida por la variedad de climas y esto ha permitido no tener estacionalidad en la producción (INC, 2022).

Más de la mitad del volumen producido corresponde a los cinco estados que más leche producen en el país: California, Wisconsin, Idaho, Nueva York y Texas, generando el 53% de toda la leche producida en UE.UU. La vaca promedio de EE.UU. produce 10,150 kilogramos de leche al año, dado principalmente por el trabajo que se realiza día a día para garantizar el confort y el cuidado requerido por los animales. Actualmente el stock

de bovinos lecheros se sitúa en 9,4 millones de cabezas según el último reporte del departamento de agricultura (INC, 2022).

Estados Unidos produjo alrededor de 226.500 millones de libras de leche para consumo humano en 2023. Esta cifra supuso un incremento de 200 millones con respecto al año anterior y se prevé que crezca aún más en 2024 hasta situarse por encima de los 228.000 millones (Orus, 2024).

La industria lechera de Estados Unidos ha logrado generar un progreso genético efectivo, aunque es una de las menos centralizadas. El inmenso tamaño de la población y su gran programa de pruebas de progenie han sido elementos fundamentales en el logro de dicho progreso. La educación sobre las características usadas en la selección y la aplicación de índices para elevar al máximo las utilidades, son necesidades continuas en Estados Unidos y en el resto del mundo (Powell, 2001).

### **1.6. Leche y su calidad**

La leche es un alimento nutritivo producido por todas las especies de mamíferos para alimentar a sus crías. Hace aproximadamente 10,000 años, los cazadores-recolectores comenzaron a domesticar animales rumiantes para aprovechar su leche como fuente de alimento. Sin embargo, el consumo de leche varía globalmente; en regiones cálidas, donde la conservación de la leche es más difícil, se desarrollaron métodos como la fermentación, permitiendo preservarla en forma de productos como mantequilla, queso o yogurt. La leche contiene un 87.5% de agua y un 12.5% de sustancias sólidas, siendo estas últimas esenciales para su valor nutricional. Entre sus sólidos, aproximadamente el 3.7% corresponde a grasas, el 3.3% a proteínas, el 4.9% a lactosa y el resto a vitaminas y minerales, que en conjunto forman un alimento completo y beneficioso para la salud humana (Alford, 2007).

La calidad de la leche es un aspecto fundamental en la producción láctea, ya que afecta directamente la eficiencia y rentabilidad de la industria. Esta calidad se evalúa mediante una serie de parámetros que incluyen la composición de la leche, los niveles de células

somáticas, el recuento bacteriano, y sus propiedades organolépticas. En términos de composición, la leche debe contener niveles óptimos de nutrientes esenciales como grasa, proteínas y lactosa, los cuales son determinantes para la producción de derivados lácteos de calidad, tales como quesos, yogur y mantequilla. Un desequilibrio en estos componentes puede afectar tanto la nutrición como la tecnología de los productos lácteos. Según (Fitzpatrick, 2021), la estabilidad de la composición nutricional de la leche es crucial para la producción eficiente y la elaboración de productos lácteos de alta calidad.

#### **1.6.1. Importancia del control de calidad en la leche**

La normativa del control de calidad en la leche es importante para la determinación de las características físico-químicas que, tanto el consumidor como las industrias transformadoras exigen a los proveedores de leche cruda, estos controles se efectúan con el fin de identificar las leches no aptas y así evitar posibles mezclas con leche de calidad y reducir el valor final del producto siendo esto último la prioridad del control de calidad (Cuéllar A. , 2022)

La importancia de los controles de calidad e inocuidad en la leche es, dar seguridad a los clientes, obtener confianza y lograr un mejor posicionamiento en mercados nacionales e internacionales. En este sentido es preciso doblar los esfuerzos en la producción de leche calidad que abarque todas las dimensiones antes expuestas, para lograr dichos propósitos es necesario que todos los procesos y practicas se realicen a diario dado que el proceso será cada vez más demandante (Scanco, 2024).

#### **1.6.2. Aspectos evaluables en la calidad de la leche**

La calidad de la leche se puede evaluar por tres aspectos: nutricional, higiénica y sanitaria. La calidad nutricional de la leche depende de la proporción de sus componentes que constituyen los sólidos de la leche, como ser la proteína y la cantidad de grasa, estos dependen del código genético y la calidad nutricional que se le da a la vaca. Se debe

contar con vacas sanas y bien nutridas, Además, contar con vacas bien nutridas, asegura la materia prima. Esto depende de muchas cosas, la buena planeación y la asesoría, entre otras el manejo zootécnico a que es sometida la vaca (Cuéllar A. , 2022).

Las condiciones de higiene en el ordeño, varían notablemente entre las técnicas de ordeño manual y mecánico, pero en los dos métodos antes mencionados el principal factor de la calidad higiénica y sanitaria de la leche es el conteo bacteriano de la leche, este depende de 4 factores: Rutina de ordeño, limpieza de equipo, enfriado e incidencia de mastitis, dichos factores son responsabilidad del productor. Toda superficie, equipo y ordeñador debe de estar limpia y seca, ya que esto junto a un enfriado incorrecto o inoportuno, se traduce en acidez de la leche, además de conteos bacterianos altos (Requelme., 2013).

### **1.6.3. Factores que afectan la composición y calidad de la leche**

Los factores que afectan a la composición de la leche se pueden dividir en dos grandes grupos, Genéticos responsables al menos de un 45%, nutricionales y de manejo influyen en un 55%, entre estos factores tenemos: estado de lactación, edad, medio ambiente, enfermedades concurrentes, hormonas y alimentación, factores de riesgo, por ejemplo, mastitis (Martínez Andrez, 2007).

Los riesgos de modificación de la calidad de la leche se ubican en dos niveles: los anteriores al ordeño y los posteriores al ordeño. De esta forma se puede obtener leche de buena calidad desde antes del ordeño, pero se pierde posterior a éste por factores involucrados en el almacenamiento, mal ordeño, transporte y procesamiento de la leche. Posterior al ordeño los principales factores que interfieren con la calidad de la leche son los microorganismos y la temperatura, los primeros están presentes en diferentes sustancias y materiales como el aire, leche, agua, alimentos y heces (Delgado M, 2014).

## **1.7.Células somáticas**

Las células somáticas están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales. Los leucocitos se introducen en la leche en respuesta a la inflamación que puede aparecer debido a una enfermedad o, a veces, a una lesión. Las células epiteliales se desprenden del revestimiento del tejido de la ubre (Blowey y Edmondson, 1998).

Se denomina a las células de la leche, a aquellas células propias del cuerpo (somáticas) en la leche. Estas provienen de la sangre y del tejido de la glándula mamaria. El contenido de células somáticas en la leche nos permite conocer datos claves sobre la función y el estado de salud de la glándula mamaria lactante y debido a su cercana relación con la composición de la leche un criterio muy importante de calidad de la leche (W. Wolter, 2002).

### **1.7.1. Función de las células somáticas**

Cada leche contiene células somáticas, las cuales en una glándula sana sólo se presentan en un número pequeño. En este caso se trata de células de tejido (células epiteliales) y células inmunes, (neutrófilos polimorfonucleares, granulocitos, macrófagos, linfocitos). La importancia biológica de las células somáticas es que participan en la defensa contra infecciones de la ubre. Cuando hay estímulos o enfermedades de la glándula mamaria aumenta en contenido de células somáticas, con lo cual el número de células inmunes aumenta considerablemente (W. Wolter, 2002).

### **1.7.2. Recuento de células somáticas**

Efectuar conteos celulares somáticos es un procedimiento común, sobre todo en la industria láctea para medir la calidad de la leche. En el establo se utiliza como indicador de las infecciones. Cuando el conteo de células somáticas (CCS) resulta elevado, ya sea de una vaca o del tanque enfriador, indica que hay un problema de mastitis. El recuento

de células somáticas, es el número de células existentes en leche. Se utiliza como indicador de la infección de la glándula mamaria (Blowey y Edmondson, 1998).

Las glándulas mamarias que nunca se han infectado normalmente tienen CCS de 20,000 a 50,000 células/ml. En grandes poblaciones de vacas, 80% de los animales no infectados tendrán un CCS menor de 200,000 células/ml y 50% menor de 100,000 células/ml. Una razón de las cuentas ligeramente elevadas en animales no infectados es que algunos cuartos tuvieron una infección previa de la cual no se han recuperado totalmente (Philpot, 2022).

Cuando la leche de todas las vacas en el hato se mezcla, como en el tanque a granel, el conteo de células somáticas en una muestra compuesta es un buen indicador de la prevalencia de la mastitis en el hato. Un conteo de células somáticas mayor de 200,000 células/ml indica la presencia de mastitis subclínicas. Los conteos de células somáticas por debajo de 400,000 células/ml son típicos de los hatos que poseen buenas prácticas de manejo, pero que no hacen un particular énfasis en el control de la mastitis. Los hatos que poseen un programa de control efectivo de la mastitis poseen en forma consistente conteos por debajo de las 100,000 células/ml. Conteos de células somáticas mayores de 500,000 células/ml indican que un tercio de las glándulas se encuentran infectadas y que la pérdida de leche debido a mastitis subclínica es mayor de 10% (Garcia, 2004).

### **1.7.3. Diagnóstico de un cuarto según el conteo de células somáticas**

El conteo de células somáticas por mililitro de leche es un indicador importante del estado de salud de la ubre. Cuando el conteo se mantiene hasta en 100,000 células/ml, la ubre se considera sana y la leche es de calidad normal. Un conteo entre 100,000 y 200,000 células/ml sugiere un estado sospechoso, considerado como el nivel fisiológico superior. Sin embargo, si el conteo supera las 200,000 células/ml, indica la presencia de mastitis, lo que resulta en leche anormal y requiere atención inmediata (W. Wolter, 2002).

#### **1.7.4. Sanciones económicas**

En la actualidad, casi todos los países tienen un sistema de sanción económica que es impuesta si el recuento de células o el recuento total de bacterias (TBC) de la leche de mezcla supera un determinado umbral. Esto está proyectado para garantizar que la leche producida es de la calidad máxima. Los ganaderos que no satisfacen estas normas de producción son sancionados con arreglo a la calidad de su leche (Hernandez, 2008).

Algunos receptores de leche, sólo permiten como máximo de células somáticas 400,000 CCS/ml, pasando este número de células somáticas empiezan las penalizaciones que van desde descuentos del 0.31% hasta 1.63% del precio que ellos pagan por la leche al productor. Conteos superiores a 500,000 CCS/ml de leche, o mayores probablemente significa que el 50% del ganado en producción está enfermo de mastitis subclínica, elevando considerablemente las pérdidas económicas (Hernandez, 2008).

#### **1.8.Grasa**

La grasa de la leche es uno de los principales componentes de su composición, esencial para la producción de diversos productos lácteos y para la salud nutricional. Se compone principalmente de triglicéridos, los cuales a su vez están formados por ácidos grasos como el ácido palmítico (C16:0), ácido oleico (C18:1), y ácido esteárico (C18:0). Estos ácidos grasos influyen en las características sensoriales de la leche, como el sabor, la textura y la capacidad de la leche para formar productos como la mantequilla y el queso (Murphy, 2017).

##### **1.8.1. Importancia de la grasa en la leche**

La grasa de la leche es un componente fundamental tanto desde el punto de vista nutricional como sensorial. Los ácidos grasos que contiene son esenciales para el organismo, ya que contribuyen a la formación de membranas celulares, la producción de hormonas y la absorción de vitaminas liposolubles. Estas vitaminas, como la A, D, E y

K, son vitales para la salud visual, ósea, inmunológica y la protección celular. Además, la grasa de la leche también juega un rol importante en la textura y el sabor de los productos lácteos, mejorando la calidad del producto final (Robert Kala, 2018).

Al regular la composición grasa, se pueden mejorar las propiedades sensoriales de la leche y asegurar que el producto cumpla con las expectativas nutricionales y de calidad, tanto para consumo humano como para la elaboración de productos lácteos. También se ha estudiado que el perfil lipídico de la leche puede ser modificado a través de la alimentación del ganado, permitiendo la producción de leche con un contenido de grasa más saludable, con una mayor proporción de ácidos grasos beneficiosos. Esto refleja el impacto de la dieta en la calidad de la leche y en su valor nutricional (Robert Kala, 2018).

#### **1.8.2. Factores que afectan el contenido de grasa**

El contenido de grasa en la leche está influenciado por factores como la dieta, genética, manejo y la etapa de lactancia. Los cambios en la alimentación, como el tipo de forraje y concentrados, pueden aumentar o reducir el contenido graso, ya que las vacas necesitan un balance adecuado de nutrientes para producir leche con la calidad deseada. Los factores genéticos también juegan un papel importante, ya que algunas razas tienen una mayor predisposición para producir leche más rica en grasa (A Schennink, 2007).

El estado de salud del ganado influye considerablemente en la composición de la leche. Vacas con enfermedades metabólicas o estrés ambiental pueden experimentar una reducción en la producción de grasa, lo que afecta la calidad del producto. Las vacas en etapas tempranas o finales de lactancia suelen mostrar variaciones en el contenido de grasa, siendo más alto en la etapa de pico de lactancia y disminuyendo hacia el final. Por lo tanto, un manejo adecuado de la dieta y la salud animal es crucial para mantener una producción láctea constante y de calidad (Connolly, 2023).

### **1.8.3. Rangos de grasa en la leche.**

El porcentaje de grasa en la leche es un indicador clave de su calidad y utilidad. Un nivel superior al 4.0% se considera de excelente calidad, ideal para productos como mantequilla y queso, mientras que entre 3.5% y 4.0% se clasifica como buena calidad, adecuada para el consumo general y la producción láctea. Valores entre 3.0% y 3.4% representan una calidad aceptable, suficiente para consumo directo, aunque limitada para ciertos procesados. Por debajo de 3.0%, la leche se clasifica como de baja calidad, con restricciones para productos cremosos y posibles problemas asociados a la dieta o salud del ganado (T, 2006).

### **1.9. Proteínas**

Las proteínas son macromoléculas esenciales formadas por cadenas de aminoácidos, que desempeñan diversas funciones cruciales en los organismos vivos. Actúan como componentes estructurales, como el colágeno en la piel y los huesos, y también como enzimas que catalizan reacciones químicas en el metabolismo. Además, las proteínas son fundamentales para el transporte de moléculas, la defensa contra infecciones y la regulación de procesos fisiológicos a través de hormonas. La estructura tridimensional de las proteínas, que depende de la secuencia de aminoácidos, es clave para que puedan cumplir estas funciones de manera eficiente (Maurizio, 2022).

#### **1.9.1. Composición proteica de la leche,**

La mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en la forma de proteína. Los bloques que construyen a todas las proteínas son los aminoácidos. Existen 20 aminoácidos que se encuentran comúnmente en las proteínas. El orden de los aminoácidos en una proteína, se determina por el código genético, y le otorga a la proteína una conformación única. Posteriormente, la conformación espacial de la proteína le otorga su función específica (Wattiaux, 2017).

La concentración de proteína en la leche varía de 3.0 a 4.0% (30-40 gramos por litro). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche-cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína. Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%) (Wattiaux, 2017).

Históricamente, esta clasificación es debida al proceso de fabricación de queso, que consiste en la separación del cuajo de las proteínas séricas luego de que la leche se ha coagulado bajo la acción de la renina (una enzima digestiva colectada del estómago de los terneros). El comportamiento de los diferentes tipos de caseína ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\kappa$ ) en la leche al ser tratada con calor, diferente pH (acidez) y diferentes concentraciones de sal, proveen las características de los quesos, los productos de leche fermentada y las diferentes formas de leche (Wattiaux, 2017).

#### **1.9.2. Rangos de porcentaje de proteína en la leche.**

El porcentaje de proteína en la leche es un indicador esencial de su calidad y funcionalidad. Un nivel superior al 3.5% se considera de excelente calidad, ya que incrementa el rendimiento en la elaboración de productos lácteos como quesos y otros derivados. Entre 3.5% y 3.0% se clasifica como buena calidad, adecuado tanto para el consumo directo como para la producción industrial. Valores entre 3.0% y 2.5% indican una calidad aceptable, suficiente para el consumo general, aunque con ciertas limitaciones para productos procesados. Por debajo del 2.5%, se considera de baja calidad, lo que puede reflejar problemas en la dieta o salud del ganado y limitar el uso en productos más elaborados (Hanna, 2021).

## **1.10. Métodos para determinar calidad de la leche**

### **1.10.1. Método de California Mastitis Test (CMT).**

Es un método de diagnóstico rápido y cualitativo utilizado ampliamente para identificar la presencia de mastitis subclínica en el ganado lechero. El procedimiento consiste en recolectar una muestra de leche de cada cuarto de la ubre, a la cual se le agrega un reactivo químico que contiene un detergente que reacciona con el ADN de las células somáticas presentes. La formación de un gel, cuya viscosidad es directamente proporcional a la cantidad de células somáticas, permite clasificar el grado de infección en una escala visual: **0** (sin gel, indicando baja concentración de células), **1** (gel ligero), **2** (gel moderado) y **3** (gel espeso, indicando alta concentración de células). Este método es especialmente útil en el manejo preventivo de enfermedades mamarias y en el monitoreo continuo de la salud del rebaño, destacándose por su facilidad de uso y bajo costo. Sin embargo, debido a su naturaleza cualitativa, se recomienda complementar sus resultados con métodos cuantitativos como el análisis en laboratorio (Pyörälä, 2003).

### **1.10.2. Método de Gerber (Butiro metro) para medir la grasa.**

El método Gerber es un procedimiento clásico para medir el contenido de grasa en la leche, ampliamente utilizado en la industria láctea por su precisión y rapidez. Este método utiliza ácido sulfúrico para descomponer los componentes no grasos de la leche y alcohol isoamílico para separar la grasa. Una vez realizada la mezcla, se centrifuga para que la grasa se acumule en la parte superior de un frasco especial con una escala graduada, permitiendo su medición. Este método es popular por ser accesible y eficiente, aunque requiere cuidado en la manipulación de reactivos peligrosos, como el ácido sulfúrico, y un estricto control en la toma de muestras para asegurar resultados precisos (Martínez, 2013).

Además de ser un método sencillo, el Gerber es confiable en laboratorios donde se realiza un alto volumen de análisis. Comparado con otras técnicas como el método de Mojonier o el de Röse-Gottlieb, el Gerber tiene la ventaja de ser más rápido y menos laborioso, aunque no siempre es el más adecuado para análisis legales o normativos en ciertos países. A pesar de ello, sigue siendo una herramienta estándar en el control de calidad de la leche debido a su capacidad para proporcionar datos reproducibles de manera económica y eficiente (Martínez, 2013),

### **1.10.3. Método de Kjeldahl para medir proteína**

El método Kjeldahl es ampliamente reconocido como un estándar internacional para determinar la proteína en la leche y sus derivados. Este método mide el contenido de nitrógeno en una muestra, permitiendo calcular la cantidad de proteína mediante un factor de conversión específico (6.38 para la leche). El procedimiento incluye digestión con ácido sulfúrico, destilación y titulación, ofreciendo resultados precisos y fiables. Esta técnica es esencial en el comercio internacional de productos lácteos, asegurando la calidad y equidad en los pagos por leche, además de cumplir con regulaciones de seguridad alimentaria (Kala, 2019).

Este método ha sido validado para aplicarse no solo en leche de vaca, sino también en productos de cabra, oveja y otros derivados como quesos y fórmulas infantiles. Esto refuerza su rol en la armonización global del comercio de lácteos y en la protección del consumidor, asegurando que el contenido de proteínas etiquetado sea preciso y estandarizado en diferentes mercados internacionales (Peter G Wiles, 2020).

## IV. METODOLOGIA

### 1.11. Ubicación

El presente trabajo fue realizado en la finca Sunrise Dairy LLC, ubicada en Hayes, Wisconsin, Estados Unidos. Las coordenadas aproximadas de esta localización fueron  $45.0005^{\circ}$  N y  $88.3738^{\circ}$  W. Según los registros climáticos de la región, Hayes presentó una temperatura media anual de aproximadamente  $6.1^{\circ}\text{C}$  y una precipitación promedio anual de 825 mm, condiciones que favorecieron el desarrollo de la producción lechera en esta zona.(Climate, n.d.).



**Figura 1** Ubicación de granja Sunrise Dairy

(Maps, 2024)

### **1.12. Materiales y equipo**

Durante la estadía en la hacienda lechera, se utilizaron los siguientes implementos: lápices, libreta de campo, computadora, calculadora, overol, botas de hule blancas, gorras y sombreros, guantes de látex o nitrilo (en caso de manipulación de reactivos), así como camisas y pantalones adecuados para las labores de campo y de laboratorio. Asimismo, se contó con insumos adicionales como marcadores permanentes, cinta navaja, etiquetas adhesivas para la identificación de muestras, un cronómetro para el registro de tiempos en las pruebas, recipientes estériles destinados a la recolección de leche, papel toalla, alcohol etílico para labores de desinfección y bolsas plásticas herméticas para el transporte seguro de las muestras recolectadas.

### **1.13. Método**

La práctica profesional supervisada (PPS) fue llevada a cabo en el año 2025 en la finca Sunrise Dairy LLC, localizada en Hayes, Wisconsin, Estados Unidos, establecimiento dedicado a la producción de leche bajo un sistema intensivo. Esta actividad estuvo programada para iniciar en el mes de enero y concluir en abril, desarrollándose mediante una metodología de evaluación participativa y descriptiva.

Durante este periodo, se efectuó un análisis detallado de los parámetros de calidad de la leche, evaluando contenidos de grasa, proteína y el conteo de células somáticas, mediante la aplicación de técnicas reconocidas como el método Gerber para la determinación de grasa y métodos directos o indirectos para el análisis de células somáticas. La ejecución de estas actividades permitió cumplir con las 600 horas requeridas para la PPS, conforme a los lineamientos establecidos por la Universidad Nacional de Agricultura.

De esta manera, se logró no solo alcanzar los objetivos académicos planteados, sino también fortalecer la experiencia práctica en el manejo y evaluación de la calidad en

sistemas lecheros intensivos, contribuyendo significativamente al desarrollo de competencias profesionales en el ámbito de la producción animal.

#### **1.14. Desarrollo de la practica**

La práctica profesional se llevó a cabo en la finca Sunrise Dairy LLC, con un enfoque dirigido a la raza Holstein, conocida por su alta eficiencia en la producción de leche. El trabajo se centró en la evaluación de tres parámetros clave relacionados con la calidad de la leche: porcentaje de grasa, contenido de proteína y recuento de células somáticas (RCS). Para ello, se realizaron pruebas en dos corrales distintos dentro de la finca: el corral 3, con 137 vacas, y el corral 4, con 103 vacas. En cada corral se aplicaron tres test por parámetro, permitiendo una observación más detallada y representativa del comportamiento productivo del hato.

Desde el inicio, se implementó una metodología basada en la documentación sistemática y la participación activa en las actividades productivas diarias. Se utilizó una libreta de campo para anotaciones precisas, complementadas por registros digitales, con el fin de asegurar la integridad y trazabilidad de los datos recolectados.

La información obtenida permitió evaluar objetivamente el rendimiento de los animales y la calidad del producto final, fortaleciendo el vínculo entre los conocimientos teóricos y su aplicación práctica. A lo largo de la práctica, se adquirió experiencia en el monitoreo de indicadores clave, en la interpretación de resultados y en la identificación de factores que influyen directamente en la calidad de la leche.

Para el análisis de los parámetros, se utilizaron técnicas especializadas, acordes con las características de la raza Holstein. El método Gerber fue empleado para determinar el contenido de grasa, mientras que se utilizaron procedimientos específicos para el análisis del contenido proteico y el conteo de células somáticas. Esto implicó una correcta manipulación de muestras, manejo de equipos de laboratorio y observación directa de los procesos de ordeño y manejo animal.

Finalmente, la metodología participativa aplicada durante la práctica no solo facilitó la identificación de oportunidades de mejora en la gestión lechera, sino que también permitió generar estrategias prácticas de optimización orientadas al mejoramiento continuo de los parámetros productivos y sanitarios de la raza Holstein.

## **1.15. Variables evaluadas**

### **1.15.1. Células somáticas en la leche**

El conteo de células somáticas (CCS) fue considerado un indicador fundamental del estado de salud del animal y de la calidad higiénica de la leche producida. Un CCS elevado reflejaba la presencia de infecciones, como la mastitis, las cuales impactaban de manera negativa tanto en la producción como en la calidad del producto final. El análisis de este parámetro se realizó mediante técnicas como el California Mastitis Test (CMT) y a través de equipos especializados que efectuaron conteos automatizados.

En el contexto de sistemas de producción intensiva con ganado Holstein, resultó esencial mantener un control estricto del conteo de células somáticas, con el objetivo de detectar de manera temprana posibles alteraciones en la salud del hato, asegurar la obtención de un producto de alta calidad e igualmente reducir las pérdidas económicas derivadas de enfermedades mamarias.

### **1.15.2. Porcentaje de grasa en la leche**

El contenido de grasa fue una de las principales variables evaluadas, debido a su influencia directa en la calidad y el valor comercial de la leche. Su determinación se llevó a cabo mediante el método Gerber, el cual empleó ácido sulfúrico y alcohol isoamílico para separar y cuantificar la fracción lipídica de la muestra. Este parámetro resultó crucial para la industria lechera, ya que impactó tanto en las características organolépticas de la

leche como en su rendimiento para la elaboración de productos derivados, tales como quesos y mantequilla.

En el caso particular de la raza Holstein, reconocida por su elevada producción láctea, fue esencial garantizar que el contenido de grasa se mantuviera dentro de los rangos óptimos establecidos, con el fin de maximizar el valor comercial del producto y asegurar su competitividad en el mercado.

### **1.15.3. Porcentaje de proteína en la leche**

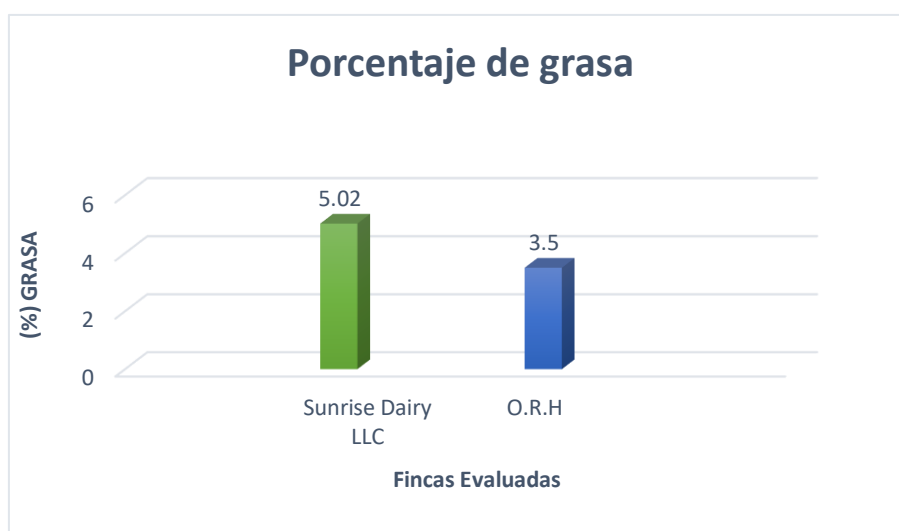
La proteína contenida en la leche fue otro de los indicadores fundamentales para evaluar su calidad, especialmente en relación con la producción de derivados como quesos y yogures. Este parámetro se determinó mediante el método Kjeldahl, el cual permitió cuantificar el contenido de nitrógeno en la muestra y, a partir de este valor, calcular la concentración proteica.

En el caso de la raza Holstein, se observó que la concentración de proteína fue, en promedio, moderada; sin embargo, factores como la nutrición, el manejo zootécnico y la genética influyeron significativamente en su variación. La evaluación de este componente no solo permitió verificar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos, sino que también contribuyó a optimizar la eficiencia alimenticia y a mejorar la rentabilidad del sistema de producción lechera.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos indicadores se recopilaban durante la estadía en la finca Sunrise Dairy LLC, con el apoyo de registros reproductivos de cada vaca a evaluar que se divide en dos corrales, corral numero 3 cuenta con 137 vacas y el corral numero 4 cuenta con 103 vacas con un total 240 vacas en ambos corrales , luego se calcularon por medio de una base de datos en el programa de Excel.

### 5.1. Indicadores de porcentaje de grasa



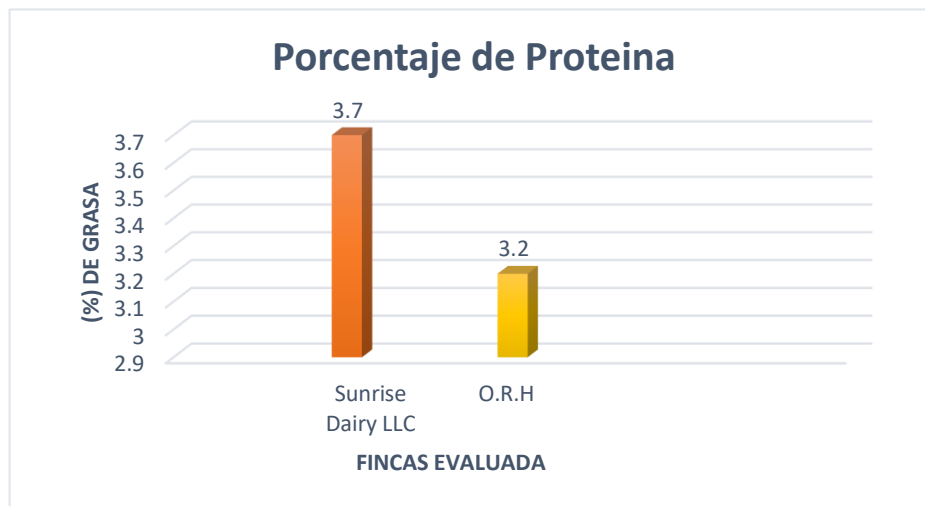
**Figura 2**

*Grafico de Indicadores de porcentaje de grasa*

Al evaluar de manera directa diversos parámetros productivos de las vacas Holstein, siendo uno de los más relevantes el porcentaje de grasa en la leche. Los resultados obtenidos mostraron un contenido de grasa que osciló entre el 4.8% y el 5.02%, valores que superan notablemente el rango estándar para esta raza, el cual, según la Organización de la Raza Holstein y en el artículo de control de la calidad de la leche en el capítulo 32 (Suchier, 2012), suele situarse entre el 3.3% y el 3.5%.

Esta diferencia puede atribuirse principalmente a prácticas específicas de alimentación y manejo aplicadas en la finca. Pude observar que la dieta implementada incluye un balance óptimo de forrajes de alta calidad y suplementos energéticos.

## 5.2. Indicadores de porcentaje de proteína



**Figura 3**

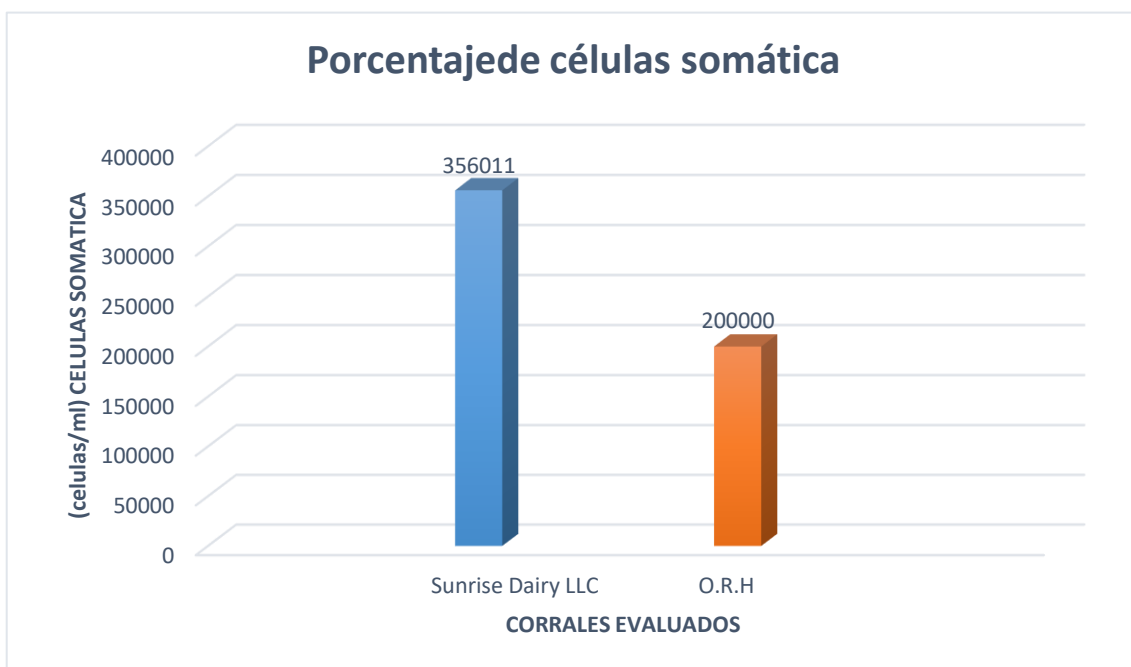
*Gráfico Indicadores de porcentaje de proteína*

Desde una perspectiva práctica, los valores obtenidos en el análisis de proteína en la leche de las vacas Holstein evaluadas se ubicaron dentro de un rango de 3.5% a 3.7%, lo que concuerda con los parámetros aceptados para esta raza. Este resultado, obtenido directamente de los registros productivos durante mi práctica en la finca *Sunrise Dairy LLC*, refleja un manejo nutricional bien planificado y enfocado en la estabilidad de los indicadores de calidad. Además, se evidenció que, aunque la Organización de la Raza Holstein no utiliza el porcentaje de proteína como un indicador único de calidad, sí reconoce la importancia de este componente dentro del contexto de la producción total de leche y el aprovechamiento de las características genéticas del animal.

Al contrastar estos datos con los promedios reportados en la literatura técnica, se observa que la proteína en la leche de vacas Holstein típicamente ronda el 3.22%, según lo expuesto por Jenness (1985). Por lo tanto, los valores alcanzados durante la práctica

superan este promedio, lo cual puede atribuirse a una dieta equilibrada, diseñada para cubrir las necesidades nutricionales específicas en distintas fases de la lactancia. Asimismo, la implementación de buenas prácticas de manejo, centradas en el bienestar animal y la optimización del entorno productivo, probablemente contribuyó a mejorar el perfil proteico de la leche, reforzando la relación directa entre manejo integral y calidad del producto.

### 5.3. Análisis de conteo de células somática



**Figura 4**

*Grafica Análisis de conteo de células somática*

Durante el desarrollo de la práctica profesional en la finca *Sunrise Dairy LLC*, fue posible evaluar el Recuento de Células Somáticas (RCS) en la leche del hato Holstein. El análisis arrojó un valor promedio de 356.011 células/mL, lo que, si bien se encuentra por debajo del umbral crítico, indica la presencia de ciertos niveles de estrés inmunológico o infecciones subclínicas en el hato, que deben ser monitoreados con atención. Esta cifra se encuentra dentro de un rango considerado moderado, por lo que no representa un

problema grave, pero sí sugiere la necesidad de fortalecer medidas de prevención, higiene en el ordeño y control de salud mamaria.

Según lo expuesto por Ruegg (2017) y la Organización de raza holstein, un RCS bajo generalmente por debajo de 200.000 células/mL es un indicador clave de una ubre saludable y una leche de alta calidad, tanto desde el punto de vista higiénico como económico. En contraste, valores elevados se asocian directamente con mastitis (clínica o subclínica), reducción en la producción, aumento de costos por tratamientos veterinarios y penalizaciones en la industria láctea debido a la baja calidad del producto final.

## **VI. CONCLUSIONES**

La implementación de una metodología participativa y descriptiva en la finca Sunrise Dairy LLC permitió desarrollar una práctica profesional supervisada de manera estructurada y eficaz. El empleo de herramientas técnicas como el método Gerber para la medición de grasa, el método Kjeldahl para la cuantificación de proteína, y técnicas especializadas para el conteo de células somáticas, garantizó una recolección de datos precisa y confiable. El diseño de la práctica, basado en la observación directa y el registro sistemático de variables productivas, facilitó no solo el cumplimiento de las 600 horas reglamentarias, sino también el fortalecimiento de competencias en análisis de calidad de leche, manejo de datos productivos y aplicación de buenas prácticas de producción. Esta metodología favoreció una integración efectiva entre los conocimientos teóricos adquiridos y su aplicación práctica en un sistema intensivo de producción lechera.

Los resultados obtenidos durante la práctica revelaron indicadores productivos relevantes para la evaluación de la calidad lechera. El contenido de grasa en la leche se situó entre 4.7% y 4.9%, valores superiores al rango estándar para la raza Holstein, lo que evidencia un manejo nutricional eficiente y adaptado a las necesidades metabólicas del hato. Asimismo, la concentración proteica, que osciló entre 3.5% y 3.7%, se mantuvo dentro de los valores esperados, confirmando prácticas de alimentación y gestión adecuadas. No obstante, el conteo de células somáticas presentó valores entre 200,000 y más de 400,000 células/mL, señalando un nivel de salud aceptable, aunque con margen de mejora respecto al control de mastitis subclínica. Estos resultados subrayan la importancia de continuar fortaleciendo los programas de salud animal y monitoreo preventivo dentro de sistemas de producción intensivos.

Concluyendo con el análisis de los parámetros de calidad grasa, proteína y células somáticas evidenció que la leche producida en la finca Sunrise Dairy LLC cumplió con los estándares industriales vigentes, aunque se identificaron áreas de oportunidad, principalmente en el aspecto sanitario. El control estricto de la calidad resultó

fundamental para maximizar el valor comercial, asegurar la inocuidad del producto y fortalecer la sostenibilidad del sistema de producción. Se recomienda reforzar los programas de monitoreo de mastitis, mejorar las prácticas de higiene durante el ordeño y ajustar las estrategias nutricionales para optimizar la calidad composicional de la leche. La experiencia obtenida en esta práctica profesional confirmó la relevancia de aplicar un manejo técnico integral y basado en datos para elevar la eficiencia y competitividad del sector lechero.

## **VII.RECOMENDACIONES**

Se sugirió la implementación de estrategias de manejo nutricional más precisas, dado que el análisis de los resultados reveló que el porcentaje de grasa en la leche de las vacas Holstein evaluadas superó el rango estándar de la raza, situándose entre 4.7% y 4.9% en comparación con el rango típico de 3.2% a 3.8%. Esta observación indicó la necesidad de ajustar las prácticas de alimentación con el objetivo de optimizar la composición de la leche y asegurar que se mantenga dentro de los parámetros óptimos para la raza, lo cual influiría positivamente en la calidad del producto y su valor comercial.

Se recomendó la adopción de medidas proactivas para la reducción del conteo de células somáticas (CCS), ya que, si bien los resultados mostraron un CCS aceptable (entre 200,000 y más de 400,000 células/mL), se identificó un riesgo potencial de mastitis. Se destacó la importancia de la implementación de protocolos de higiene y manejo que contribuyan a mejorar la salud del hato y, por ende, la calidad de la leche, minimizando así las posibles pérdidas económicas asociadas con enfermedades mamarias y asegurando un producto final de mayor calidad higiénica.

Se propuso la realización de estudios complementarios enfocados en la evaluación de la eficiencia alimenticia y la influencia de factores genéticos en la concentración de proteína de la leche, en virtud de que los análisis arrojaron valores de proteína dentro del rango esperado para la raza Holstein (3.5% a 3.7%), pero se reconoció la influencia significativa de la nutrición, el manejo zootécnico y la genética en su variación. Se consideró que una comprensión más profunda de estos factores permitiría optimizar aún más el sistema de producción lechera y mejorar la rentabilidad del mismo.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- A Schennink, W. M. (2007). *Underlies large genetic variation in milk-fat composition of dairy cows*. Obtenido de sigmaaldrich: <https://www.sigmaaldrich.com/HN/es/techdocs/paper/bab2c7b01605da3f49da3c1d02ee5037>
- Alford, J. A. (2007). *The composition of milk and milk products; milk lipids and proteins; lactose; milk and milk product vitamins*. Obtenido de Fundamental of dairy chemistry: [https://books.google.hn/books/about/Fundamentals\\_of\\_Dairy\\_Chemistry.html?id=Mm9RAAAAMAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.hn/books/about/Fundamentals_of_Dairy_Chemistry.html?id=Mm9RAAAAMAAJ&redir_esc=y)
- Blowey y Edmondson. (1998). *Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche*. Obtenido de Todos tus libros : [https://www.todostuslibros.com/libros/control-de-la-mastitis-en-granjas-de-vacuno-de-leche\\_978-84-200-0863-9](https://www.todostuslibros.com/libros/control-de-la-mastitis-en-granjas-de-vacuno-de-leche_978-84-200-0863-9)
- Caceres, D. (2019). *healthfarmvet*. Obtenido de Todo sobre el ganado bovino: Bos taurus y Bos indicus: <https://healthfarmvet.com/razas-vacas/nombre-cientifico-de-la-vaca/>
- Climate, d. (s.f.). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/estados-unidos-de-america/wisconsin/sheboygan-17766/>
- Connolly, C. (2023). *Impact of Lactation Stage on the Metabolite Composition of Bovine Milk*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/18/6608>
- Cuéllar, A. (2022). *Medición e importancia de los parámetros de calidad en la leche*. Obtenido de Veterinaria Digital: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/medicion-e-importancia-de-los-parametros-de-calidad-en-la-leche/>
- Cuéllar, J. A. (2021). *Razas bovinas especializadas en leche*. Obtenido de Veterinaria Digita: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/razas-bovinas-especializadas-en->

leche/#:~:text=La%20raza%20Holstein%20es%20la,ve%20afectada%20de%20manera%20importante.

Delgado M, R. P. (2014). *FACTORES INHERENTES A LA CALIDAD DE LA LECHE*.  
Obtenido de Leche Calidad Amazonas:  
file:///C:/Users/50497/Downloads/admin,+C3-REVISION-03-2014-LECHE-  
CALIDAD-AMAZONAS.pdf

FAO. (2017). *The sustainability challenge to the dairy sector– The growing importance of non-cattle milk production worldwide International*. . Obtenido de International Dairy Journal, 24 (2): 50-56.: <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>

Fitzpatrick. (2021). *In-Line Technologies for the Analysis of Important Milk Parameters during the Milking Process*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/3/239>

Garcia, A. D. (2004). *Células somáticas y alto recuento bacteriano*. . Obtenido de Typeset: <https://typeset.io/pdf/celulas-somaticas-y-alto-recuento-bacteriano-como-1cherh4ynj.pdf>

Haile-Mariam, M. C. (2008). *Nutrition, Metabolism, and Fertility in Dairy Cows: 1. Dietary Energy Source and Ovarian Function*. Obtenido de Journal dairy science: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(08\)71007-5/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(08)71007-5/fulltext)

Hanna. (2021). *Determinación automática del contenido de proteínas en la leche*. Obtenido de hannainst: <https://hannainst.ec/blog/industria-alimenticia-boletines/determinacion-automatica-del-contenido-de-proteinas-en-la-leche/>

Harmon, R. (1994). *SYMPOSIUM: MASTITIS AND GENETIC EVALUATION*. Obtenido de Journal of dairy science: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(94\)77153-8/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(94)77153-8/pdf)

Hernández Reyes, J. M., & Bedolla Cedeño, J. L. (2008). *Importancia del conteo de células somáticas en la calidad*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>

Hernandez, J. (2008). *Importancia del conteo de células somáticas en la calidad*. Obtenido de Produccion animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/infecciosas/bovinos\\_leche/18-conteo\\_celulas.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/18-conteo_celulas.pdf)

Hirigoyena. (2018). *engormix*. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/sendas-calidad-inocuidad-leche->

INC, I. U. (2022). *Producción lechera en Estados Unidos*. Obtenido de Veterinaria digital: <https://www.veterinariadigital.com/noticias/produccion-lechera-en-estados-unidos/>

Kala, R. (2019). *Milk Protein Analysis: An Overview of the Methods – Development and Application*. Obtenido de researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/331422467\\_Milk\\_Protein\\_Analysis\\_An\\_Overview\\_of\\_the\\_Methods\\_-\\_Development\\_and\\_Application](https://www.researchgate.net/publication/331422467_Milk_Protein_Analysis_An_Overview_of_the_Methods_-_Development_and_Application)

Maps,G.(2024).Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Sunrise+Dairy+LLC/@45.010895,-88.4256155,11492m/data=!3m1!1e3!4m12!1m5!3m4!2zNDXCsDAwJzAxLjgiTiA4OMKwMjInMjUuNyJX!8m2!3d45.0005!4d-88.3738!3m5!1s0x4d533494cdf0f53d:0x90890e09833b3c38!8m2!3d45.010697!4d-88.41955!16s%2Fg%2F>

Martínez Andrez, J. S. (2007). *Factores nutricionales que afectan a la composición de la leche*. Obtenido de engormix: [https://www.engormix.com/lecheria/calidad-leche/factores-nutricionales-afectan-composicion\\_a27057/](https://www.engormix.com/lecheria/calidad-leche/factores-nutricionales-afectan-composicion_a27057/)

Martínez, E. G. (2013). *Determinación del contenido en grasa de la leche por el metodo Gerber*. Obtenido de riunet:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30627/Grasa%20leche-%202013.pdf?sequence=1>

Maurizio, P. (2022). *Proteínas: Macromoléculas conformada por una o mas cadenas de aminocidos*. Obtenido de enciclopediaiberoamericana: <https://enciclopediaiberoamericana.com/proteinas/>

Murphy, J. J. (2017). *Milk Fat Composition and Nutritional Value*. Obtenido de Cambridge: <https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-british-society-of-animal-science/article/abs/milk-fat-composition-and-nutritional-value/9B409996B1C69FD7DE2CA59548636164>

Orus, A. (2024). *Volumen de leche producida Estados Unidos*. Obtenido de statista: <https://es.statista.com/estadisticas/1318157/produccion-total-de-leche-en-ee-uu/#:~:text=Estados%20Unidos%20produjo%20alrededor%20de,encima%20de%20los%20228.000%20millones.>

Peter G Wiles, I. K. (2020). *Routine Analysis of Proteins by Kjeldahl and Dumas Methods: Review and Interlaboratory Study Using Dairy Products*. Obtenido de Oxford academic: <https://academic.oup.com/jaoac/article-abstract/81/3/620/5684004?redirectedFrom=fulltext&login=false>

Philpot. (2022). *Estudio leche de vaca por medio de conteo somático*. Obtenido de gob.mx: <https://www.gob.mx/inifap/articulos/estudian-leche-de-vaca-por-medio-de-conteo-somatico-303041#:~:text=El%20Conteo%20de%20C%C3%A9lulas%20Som%C3%A1ticas,y%20de%20calidad%20de%20leche.>

Powell, R. (2001). *Programas Genéticos para el Ganado Lechero*. Obtenido de USDA: [https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80420530/Publications/Scientific/Conferences/2004/CIGAL20\\_123\\_Powell.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80420530/Publications/Scientific/Conferences/2004/CIGAL20_123_Powell.pdf)

Pyörälä, S. (2003). *Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis*. Obtenido de vetres: <https://www.vetres.org/articles/vetres/abs/2003/05/V3507/V3507.html>

Requelme., N. B. (2013). *Buenas prácticas de Ordeño y la Calidad higiénica de la Leche en el Ecuador* . Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/calidad-t30045.htm>

Robert Kala, E. S. (2018). *An Overview of Determination of Milk Fat: Development, Quality Control Measures, and Application*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327340103\\_An\\_Overview\\_of\\_Determination\\_of\\_Milk\\_Fat\\_Development\\_Quality\\_Control\\_Measures\\_and\\_Application](https://www.researchgate.net/publication/327340103_An_Overview_of_Determination_of_Milk_Fat_Development_Quality_Control_Measures_and_Application)

Scanco. (2024). *Control de Calidad: La Clave del Éxito en la Industria Láctea*. Obtenido de scancotec: <https://scancotec.com/blog/control-de-calidad-la-clave-del-exito-en-la-industria-lactea/>

T, S. H. (2006). *Composición y calidad de la leche*. Obtenido de Biblioteca Inia : <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/a7b5cb25-aa48-410d-af22-220bedac4e6b/content>

W. Wolter, C. V. (2002). *LA MASTITIS BOVINA. Instituto Estatal de Investigaciones de Hesse*. Obtenido de researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/30812959\\_La\\_Mastitis\\_bovina](https://www.researchgate.net/publication/30812959_La_Mastitis_bovina)

Wattiaux, M. A. (2017). *COMPOSICIÓN DE LA LECHE Y VALOR NUTRICIONAL*. Obtenido de ganaderiasos: <https://www.ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2017/06/COMPOSICION-DE-LA-LECHE-Y-VALOR-NUTRICIONAL-.pdf>

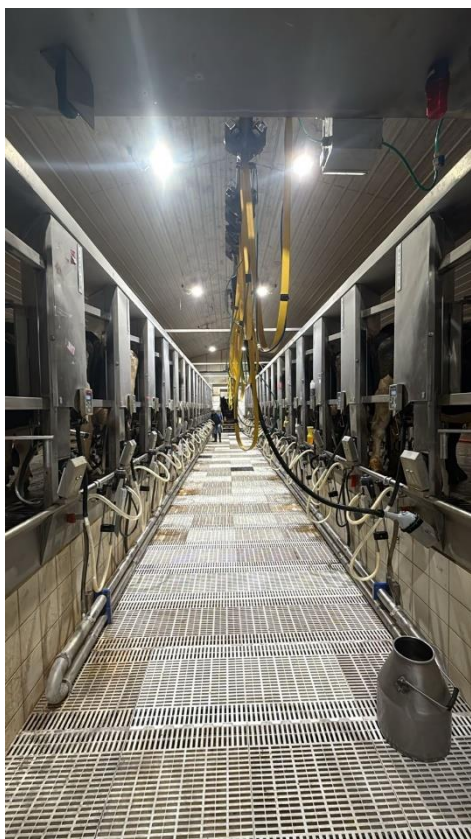
## ANEXO



**Anexo 1** *Tubo de ensayo donde se colocan las muestras*



**Anexo 2** *Electro mililitro*



**Anexo 3** *Sala de ordeño*



**Anexo 4** *Pezionera*

Diary Comp 303 : Sunrise Dairy LLC

File Events1 Events2 DH+AH Health Utils Rpr+Cal Prod SCC:BST INVENTORIES Heifers Cow Manager SCR Help

Command ?

Reports

Events Items1 Items2 TestDays PrevLacts Lactation ID 4323

| BNAME | PTOTM | 30180 | RPRO | PREG | MKDEV    | 3   |
|-------|-------|-------|------|------|----------|-----|
| PEN   | 25    | TDPEN | 25   | DUE  | 12/ 6/25 | CAR |

| TestDate | DIM | MILK | PCTF | PCTP | FOM | 305PR | RELV | SCC | LGSCC | PEN |
|----------|-----|------|------|------|-----|-------|------|-----|-------|-----|
| 11/14/24 | 14  | 67   | 4.5  | 3.9  | 78  | 20850 | 71   | 47  | 1.9   | 2   |
| 12/12/24 | 42  | 122  | 4.8  | 3.1  | 148 | 27480 | 93   | 966 | 6.3   | 5   |
| 1/ 9/25  | 70  | 37   | 1.9  | 3.1  | 27  | 15420 | 52   | 11  | 0.1   | 25  |
| 2/13/25  | 105 | 176  | 4.0  | 3.2  | 190 | 35420 | 120  | 59  | 2.2   | 25  |
| 3/12/25  | 132 | 97   | 4.2  | 2.9  | 108 | 26820 | 91   | 22  | 0.8   | 25  |
| 4/10/25  | 161 | 94   | 3.8  | 3.1  | 99  | 27100 | 92   | 36  | 1.5   | 25  |

System Home Commands CowCard Grid Report Graph Activity

4/19/25 4PM Off Tasks: OK C:\HERDS\SUNRISE\COVFILE1.DAT Sunrise Dairy LLC

## Anexo 5 Registro Técnico

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda Acrobat ¿Qué desea hacer?

Calibri 11 A- Fuente Alineación Número Formato condicional Insertar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Complementos Crear un PDF

ACTUALIZACIONES DISPONIBLES Las actualizaciones de Office están listas para la instalación, pero antes tenemos que cerrar algunas aplicaciones. Actualizar ahora

SUMA X ✓ f =C139/B139

|    | A | B    | C                                 | D        | E     | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T |
|----|---|------|-----------------------------------|----------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  |   | ID   | CONTEO DE CELULAS SOMATICAS x 100 | Proteína | Grasa |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  |   | 2776 | 13                                | 1.9      | 4.9   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  |   | 4461 | 2654                              | 2.2      | 3.9   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  |   | 3318 | 282                               | 2.5      | 5.2   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  |   | 4049 | 121                               | 2.6      | 3.4   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  |   | 4442 | 32                                | 2.7      | 4.5   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  |   | 2713 | 26                                | 3.1      | 4.6   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  |   | 2732 | 4059                              | 3.1      | 6.3   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  |   | 4309 | 51                                | 3.3      | 6.1   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 |   | 5761 | 371                               | 3.4      | 3.9   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 |   | 2646 | 140                               | 3.5      | 4.8   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 |   | 3241 | 828                               | 3.5      | 3.6   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 |   | 3026 | 75                                | 3.6      | 6.2   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 |   | 3520 | 46                                | 3.6      | 6     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 |   | 3580 | 47                                | 3.6      | 4     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 |   | 3823 | 40                                | 3.6      | 5.2   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 |   | 5060 | 870                               | 3.6      | 5.1   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 |   | 2893 | 26                                | 3.7      | 3.5   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 |   | 4010 | 186                               | 3.7      | 5.7   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 |   | 5693 | 25                                | 3.7      | 4.9   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Prueba 2-13-25 Prueba 3-12-25 Prueba 4-10-25

Modificar Accesibilidad: todo correcto

## Anexo 6 Base de Datos de Excel



*Anexo 7 Granja Sunrise Dairy*

| CORRAL 3          | PRIMER TEST<br>2-13-2025 | SEGUNDO TEST<br>3-12-2025 | TERCER TEST<br>4-10-2025 |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| PROMEDIO DE Grasa | 4.8%                     | 5.0%                      | 4.7%                     |

**Tabla 1** Indicadore de porcentaje de grasa en el corral 3

| CORRAL 4          | PRIMER TEST<br>2-13-2025 | SEGUNDO TEST<br>3-12-2025 | TERCER TEST<br>4-10-2025 |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| PROMEDIO DE Grasa | 4.91%                    | 4.91%                     | 5.80%                    |

**Tabla 2** Indicadore de porcentaje de grasa en el corral 4

| CORRAL 3             | PRIMER TEST<br>2-13-2025 | SEGUNDO TEST<br>3-12-2025 | TERCER TEST<br>4-10-2025 |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| PROMEDIO DE PROTEINA | 4.5%                     | 3.7%                      | 3.6%                     |

**Tabla 3** Porcentaje promedio de proteína en corral 3

| CORRAL 4             | PRIMER TEST<br>2-13-2025 | SEGUNDO TEST<br>3-12-2025 | TERCER TEST<br>4-10-2025 |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| PROMEDIO DE PROTEINA | 3.68835%                 | 3.72718%                  | 3.64078%                 |

**Tabla 4** Porcentaje promedio de proteína en corral 4

| CORRAL 3                       | PRIMER TEST<br>2-13-2025 | SEGUNDO TEST<br>3-12-2025 | TERCER TEST<br>4-10-2025 |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 4CELULAS SOMATICA (células/ml) | 4280(células/ml)         | 4530 (células/ml)         | 4280(células/ml)         |

**Tabla 5** Análisis de conteo de células somática en el corral 3

| CORRAL 4                      | PRIMER TEST<br>2-13-2025 | SEGUNDO TEST<br>3-12-2025 | TERCER TEST<br>4-10-2025 |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| CELULAS SOMATICA (células/ml) | 18697(células/ml)        | 34050(células/ml)         | 32504(células/ml)        |

**Tabla 6** Análisis de conteo de células somática en el corral 4