



*Universidad Nacional del Nordeste  
Facultad de Ciencias Veterinarias*

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

-MÓDULO DE INTENSIFICACIÓN PRÁCTICA-

OPCIÓN: SALUD PÚBLICA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

TEMA: “**Curva de lactancia y Análisis físico químico de leche de búfala**”

TUTOR EXTERNO: M.V. GOMEZ, Diego Manuel

TUTOR INTERNO: M.V. MOLINA, Rosa Ana

RESIDENTE: CIUCCI, Emmanuel Alejandro

e-mail: [ciucciemmanuel@gmail.com](mailto:ciucciemmanuel@gmail.com)

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>10</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>24</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>34</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>35</b>

## **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Tecnología de los Alimentos en la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNNE). El objetivo fue caracterizar la curva de lactancia, realizar análisis físico químico de la leche de búfala, y evaluar un protocolo de toma y remisión de muestras. Las pruebas realizadas fueron: Prueba del alcohol (alcohol 70°), densimetría con termolactodensímetro de “Quevenne”, Butirometría (método de Gerber), medición de proteína y lactosa (Milkotester – Master Eco), acidez volumétrica (Método Dornic), Reductasimetría (método de azul de metileno) y pH (peachímetro Testo 205®). La caracterización de las curvas de lactancia en las búfalas estudiadas no revela curvas típicas de producción láctea. La leche de búfala proveniente del establecimiento “Cabaña de búfalos Pedro A. Silva h”, ubicado en la localidad de Paso Florentín, Corrientes Argentina. Presentó los siguientes valores promedios: densidad 1034,7, materia grasa de 6,01%, proteína 3,27%, lácteos 3,39%, acidez 16,4° Dornic y pH de 6,78. El protocolo aplicado para las muestras es sencillo y de importancia para los resultados de laboratorio. No se encontró diferencia en las propiedades físico químicas de la leche estudiada y resultó apta para su utilización.

## INTRODUCCIÓN

La leche y los productos lácteos son fuentes vitales de nutrición y proporcionan medios de subsistencia a millones de personas en la cadena de valor láctea en todo el mundo. La producción mundial de leche (aproximadamente un 81 % de leche de vaca, un 15 % de leche de búfala y un 4 % de leche de cabra, oveja y camella combinadas) aumentó un 1,1 % a unas 887 MT en 2021. Se prevé que la producción mundial de leche crezca un 1,8 % anual (a 1.060 MT para 2031) durante la próxima década (Observatorio de la Cadena Láctea Argentina, 2023).

El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) contribuye con una parte importante de la producción lechera mundial y en varios países es el principal animal productor de leche. Generalmente producen entre 1.500 y 4.500 litros de leche por lactación. Tienen una vida productiva considerablemente mayor que la del ganado vacuno, puesto que proporcionan crías y leche hasta después de los 20 años de edad (FAO, 2023).

El búfalo fue introducido en Argentina a comienzo del siglo XX, mediante la importación de razas *Mediterránea*, *Murrah* y *Jaffarabadi*. En la actualidad la población bupalina es de 147.785 cabezas distribuidas en 19 de las 23 provincias argentinas que componen el territorio nacional. El 88 % de la población de búfalos se encuentra en el nordeste argentino, siendo las provincias de Corrientes y Formosa las que cuentan con las mayores densidades poblacionales. Existen actualmente 1193 productores de búfalos en todo el país. Las proyecciones de población bupalina para el año 2030 alcanzan la cifra de 430.000 cabezas (Crudeli *et al.* 2021).

(Bavera *et al.* 2011). Describe las razas más importantes desde el punto de vista económico, con presencia en nuestro país, las tres son de doble propósito (leche y carne) y a veces triple (trabajo).

*Raza Mediterránea:* De origen índico, fue seleccionada en Italia, donde es la raza predominante de mayor importancia económica, por su excelente leche para producir queso mozzarella (25 % de rinde pasteurizada y 27 % sin pasteurizar), produciendo un promedio de 2.100 litros de leche en 270 días de lactación, existiendo individuos con registros mayores a los 5.000 litros por año, con promedios diarios de 30 litros. Es un tipo intermedio entre las razas Jaffarabadi y Murrah. Son de doble propósito, rústicos, compactos, de excelente conformación carnícola, ubre muy bien conformada e insertada y muy buenos productores de leche (Bavera *et al.* 2011).

*Raza Murrah*: Noroeste de la India. Su nombre en hindú significa espiralado, y deriva de la forma de sus cuernos, que son cortos y tienen la forma de un espiral cerrado. Es la raza más adaptada al frío y la más difundida en el mundo. Es un animal corto, compacto, robusto, con una conformación profunda y ancha. Excelente implantación y desarrollo de la ubre, los pezones son de fácil manipuleo y la bajada de leche es rápida, todo esto hace que sean excelentes lecheras. En la India es considerada la "vaca del pobre" por sus bajísimos requerimientos alimenticios y su elevada producción. Es el principal componente en los esquemas lecheros en la India y Brasil.

*Raza Jaffarabadi*: La zona cercana a la ciudad india de Jaffarabadi, de donde deriva su nombre. Es la raza de mayor tamaño corporal, son de mayor demanda comparativa en cuanto a cantidad de alimentos y de producción lechera media. Excelente conformación carnícera y lechera. (Bavera *et al.* 2011).

La leche de búfala exhibe diferencias con respecto a la leche de vaca. En lo que respecta a características físicas la leche de búfala presenta mayor densidad y acidez titulable que la de vaca, pero valores similares de pH. Es importante destacar que de acuerdo a estudios realizados la acidez titulable normal de la leche bubalina oscila entre los 15.7 y 22.3 °Dornic dependiendo de la raza, superando la mayoría de los valores registrados a los considerados normales para la leche de vaca (13 a 18 °Dornic) en la mayoría de los países americanos, por lo que es necesario contar valores propios para la leche bubalina. Ya que, si son utilizados los valores de la leche de vaca, para juzgar la de búfala, esta última debe ser rechazada por considerarse ácida. En su composición química la leche bubalina presenta mayores valores de sólidos como ser, grasa, proteína y lactosa, además de calorías que la bovina y valores similares de cenizas. La leche de búfala tiene un 25,5 % más de aminoácidos esenciales que la leche de vaca, a excepción de cistina y triptófano. Entre las características que más destacan a la leche de búfala es su coloración blanca opaca, provocada por la ausencia de pigmentos carotenoides (Patiño *et al.* 2008).

La leche de búfala tiene un valor altamente nutritivo, es excelente para la preparación de productos derivados y posee un óptimo rendimiento en la elaboración de los mismos. En la elaboración de derivados lácteos como yogurt, quesos, dulce de leche y manteca, la economía de materia prima que se produce al utilizar leche de búfala

oscila entre el 20 y el 40 % con respecto a la leche de vaca, dependiendo del producto elaborado (Patiño *et al.* 2009).

El Código Alimentario Argentino define ALIMENTOS LÁCTEOS en su Artículo 553 - (Resolución Conjunta SPRyRS N° 33/2006 y SAGPyA N° 563/2006) “Con la designación de Alimentos Lácteos, se entiende la leche obtenida de vacunos o de otros mamíferos, sus derivados o subproductos, simples o elaborados, destinados a la alimentación humana”.

## **LECHE**

Artículo 554 - (Res 22, 30.01.95) "Con la denominación de Leche sin calificativo alguno, se entiende el producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene, de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación, proveniente de tambos inscriptos y habilitados por la Autoridad Sanitaria Bromatológica Jurisdiccional y sin aditivos de ninguna especie. La leche proveniente de otros animales, deberá denominarse con el nombre de la especie productora".

## **LA FORMACIÓN DE LA LECHE**

La lactancia está influenciada por factores genéticos, condiciones ambientales y de salud, así como por el número de ordeños y bienestar animal. También debe considerarse el aspecto nutricional (Couto *et al.* 2019).

- Fase isométrica, desde el nacimiento hasta el tercer mes de edad y desde la pubertad hasta el tercer mes de la gestación (cuando el desarrollo de la glándula mamaria es proporcional al desarrollo corporal).
- Fase alométrica, que ocurre desde los tres meses de edad hasta la pubertad y en los dos tercios finales de la preñez, cuando el crecimiento de la glándula mamaria es tres veces mayor que el desarrollo corporal.

Debe considerarse con atención la nutrición de las bubillas en la fase alométrica. Una dieta rica en energía inducirá la formación de tejidos adiposos en las glándulas mamarias de estos animales. Como consecuencia, habrá una baja producción de leche en el futuro (Couto *et al.* 2019).

## **Descripción de la glándula mamaria**

La glándula mamaria corresponde a una glándula epitelial exocrina altamente especializada, considerada histológicamente como una glándula sudorípara modificada de tipo lóbulo alveolar, evolucionada para la producción de leche (Jena *et al.*, 2015).

En la búfala, así como en la vaca lechera se encuentra localizada en la zona inguinal, su forma es sacular, redondeada y aplanada transversalmente, la base es ligeramente cóncava y se inclina oblicuamente hacia ventral (Sisson y Grossman, 1982). La ubre de búfalas y vacas están conformadas por cuatro mamas o glándulas, comúnmente llamados cuartos, totalmente independientes, dos craneales (anteriores o delanteras) y dos caudales (posteriores o traseras), las cuales conforman un complejo mamario (Bradley, 2014).

En las búfalas, las glándulas caudales (cuartos posteriores) están ligeramente más desarrolladas que las craneales (anteriores), con un mayor porcentaje de tejido secretor (25 al 50%), que puede llegar a producir más del 50% del total de la leche secretada (Napolitano *et al.* 2020). Está compuesta por un sistema de conductos que conectan masas del epitelio secretor (parénquima), rodeado de tejido conectivo, grasa, vasos y nervios (estroma). El parénquima consiste en una sola capa de células epiteliales secretoras, que forman los alvéolos mamarios, que drenan en pequeños conductos; estos van progresivamente uniéndose a conductos más grandes hasta que se abren en una cisterna. Los alvéolos son agrupados en unidades conocidas como lobulillos, cada uno de ellos envuelto en un tabique distinto de tejido conectivo. Son recubiertos por células mioepiteliales. Los lobulillos son agrupados en unidades mayores denominadas lóbulos, rodeados por septos de tejido conjuntivo. Las células mioepiteliales son células contráctiles que responden al reflejo de eyeción de la leche (Couto *et al.* 2019). El pliegue anular y un círculo venoso eréctil, el anillo venoso de Fürstenberg están presentes en la unión entre la glándula y la cisterna del pezón. El canal del pezón presenta pliegues longitudinales que se proyectan hacia el conducto del pezón formando la roseta de Fürstenberg (Ozenc *et al.* 2020).

## **Curva de lactancia**

La curva de lactancia representa la producción de leche a lo largo del ciclo productivo, el cual dura aproximadamente 305 días. El pico de lactancia es definido como el nivel más alto de producción de leche que una vaca alcanza dentro de los primeros 90 días de lactación o en leche. Existe una relación positiva entre el pico y la subsecuente producción de leche a lo largo de la lactancia. Dicho de otra manera, a medida que los litros de leche al pico incrementan, también incrementan los litros totales producidos por lactancia. En general, a partir del parto la producción incrementa rápidamente (tasa de ascenso) hasta alcanzar el pico e inmediatamente después la misma desciende gradualmente (tasa de descenso) hasta llegar al final de la lactancia. (Bretschneider *et al.* 2015)

En los mamíferos la curva de lactancia puede ser explicada por funciones matemáticas que permiten relacionar la producción de leche de una hembra a través del tiempo, teniendo en cuenta la fisiología de la hembra a lo largo de la lactancia. (Quintero Vélez *et al.* 2008).

Diferentes investigaciones han procurado identificar funciones matemáticas, que mejor ajustan la curva de producción de leche en diferentes especies domésticas, entre las cuales son empleadas las funciones lineales y no lineales (Muñoz *et al.* 2008). Las funciones lineales y no lineales permiten estimar la producción total de leche cuando una hembra no ha terminado su lactancia, permitiendo identificar anticipadamente el potencial de búfalas superiores, facilitando las decisiones de descarte y manejo de los animales, además de permitir el uso de un mayor número de hijas en la evaluación genética de los futuros reproductores. Las funciones no lineales son transformadas para que se tornen funciones lineales y sus parámetros pueden ser estimados a través de regresiones múltiples. Mediante el empleo de este tipo de funciones en la lactancia de una hembra se puede conocer de forma más acertada la curva de la lactancia y la de sus componentes. Este hecho posibilita el montaje de programas de mejoramiento genético que consideren, además de la producción total de leche, los componentes que determinan la curva de lactancia y cuya forma sería la más deseable, en el sentido biológico o económico (Tonhati 2001).

## **OBJETIVOS:**

### **General**

- Caracterizar la curva de lactancia y análisis físico químico de la leche de búfalas.

### **Específicos**

- Determinar el protocolo de toma y remisión de muestras.
- Representar una curva de lactancia.
- Realizar el análisis físico químico de la leche de búfalas.
- Efectuar el control de calidad de la leche.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

El trabajo se realizó en el Laboratorio de la Cátedra de Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNNE) entre los meses de febrero y junio del presente año, se llevó a cabo un protocolo de toma y remisión de muestras de leche de búfalas, proveniente del Establecimiento “Cabaña de búfalos Pedro A. Silva H”, ubicado en la Localidad de Paso Florentín, Corrientes Argentina. Para este ensayo, se tomó un grupo de 9 búfalas, de razas Mediterránea y Murrah. Se llevó a cabo el ordeñe de las mismas, cuantificando los litros producidos. Posteriormente se realizó la representación de la curva de lactancia, análisis físico químico y control de calidad de la leche de búfalas.

Los análisis a realizarse:

- Prueba de alcohol (alcohol 70°).
- Acidez volumétrica (Método Dornic).
- Reductasimetría (método de azul de metileno).
- Determinación de densidad con termolactodensímetro de “Quevenne”.
- Porcentaje de materia grasa o Butirometría (método de Gerber).
- Medición de proteína. (método de Kjeldahl)
- Determinación de proteína y lactosa (Milkotester – Master Eco).
- pH (peachimetro testo 205®).

## **PROTOCOLO DE TOMA Y REMISIÓN DE MUESTRA**

El análisis de la calidad de la leche cruda es una práctica cotidiana y muy utilizada en el sector lácteo. Este se realiza con diferentes objetivos: comerciales (pago al productor según la calidad remitida), control de la materia prima que ingresa a la usina, direccionamiento de leche de diferente calidad a distintos productos, etc. La obtención de resultados válidos surge de una secuencia de pasos que se inicia con la toma de la muestra de leche y finaliza con la comunicación de los resultados en tiempo y forma al usuario final. El muestreo de la leche constituye el primer eslabón que condiciona el logro de buenos resultados. En este sentido, los dos requisitos básicos que debe cumplir una muestra son: Ser representativa del volumen total de leche de donde se extrajo. Ser conservada y acondicionada convenientemente de manera que mantenga, hasta su procesamiento en el laboratorio, todas las características originales. El muestreo es una operación delicada que debe ser ejecutada por personal capacitado y entrenado en la aplicación de procedimientos estandarizados.

### **INSTRUCTIVO**

#### **PREPARAR INSTRUMENTOS Y UTENSILIOS**

El operario deberá lavarse las manos antes de efectuar cualquier procedimiento.

##### Procedimiento

- Desinfectar los utensilios. Se recomienda usar alcohol respetando los procedimientos establecidos por el laboratorio.
- Colocar los utensilios en sitio limpio, seco y de fácil acceso.
- Regla graduada y tabla de conversión, Agitador, Cucharón o bastón saca muestra.
- Termómetro, Envases, gradilla porta-envases.
- Elementos varios: toallas de papel descartable, desinfectante, linterna, reloj, lapicera.

#### **AGITAR**

Se deberá utilizar el agitador apropiado al tacho.

##### Procedimiento

- Introducir el agitador hasta el fondo del tacho. Levantar el agitador de manera tal que se origine un movimiento de la leche desde el fondo hacia la superficie.

- Repetir la operación al menos 6 veces por tacho o no menos de 30 segundos.

### **MEDIR LA TEMPERATURA Y REGISTRAR**

La temperatura se medirá en 1 tacho al azar cada 5 existentes. Si fueran 5 o menos se medirá en 2 tachos elegidos al azar.

#### Procedimiento

- Colocar el bulbo del termómetro, como mínimo, 5 cm por debajo del nivel de leche del tacho.
- Esperar como mínimo 2 minutos. Leer la temperatura colocando el termómetro a la altura de los ojos.
- Registrar la lectura de temperatura más elevada en el documento correspondiente. Si la diferencia extrema entre tarros fuera superior a los 2°C, registrar la temperatura mínima y la máxima.

### **MEDIR VOLUMEN Y REGISTRAR**

Los tachos deberán ubicarse sobre superficie plana, nivelada y firme. El área de medición deberá estar convenientemente iluminada (Foto N.º 1).

#### Procedimiento

- Si existiera, eliminar la espuma con la punta de la regla. Introducir la regla verticalmente en el tacho.
- Retirar la regla y leer el nivel a la altura del ojo. Retener el nivel superior si el registro estuviera entre dos marcas.
- Secar la regla con papel absorbente descartable.
- Repetir los pasos anteriores en cada tacho.
- Registrar el volumen total en el documento correspondiente.



*Foto N° 1: medición de volumen y temperatura previo agitado.*

## **TOMAR LA MUESTRA**

Se deberá contar con un envase para conformar la muestra compuesta y otro envase para la muestra final. El cucharón deberá ser el adaptado al tacho a muestrear (Foto N.º 2).



*Foto N° 2: toma de muestra.*

### Procedimiento

- Abrir el envase correspondiente a la muestra compuesta. Sostener el envase y la tapa con la misma mano.
- Introducir el cucharón dos veces en la leche volcando el contenido dentro del mismo tacho.
- Extraer la muestra introduciendo el cucharón como mínimo 15 - 20 cm por debajo del nivel de leche del tacho.
- Volcar el contenido del cucharón dentro del envase evitando derrames.

- Tapar el envase, colocarlo en lugar limpio, seco y accesible.
- Repetir los pasos anteriores en cada tacho.
- Cerrar y agitar el envase de la muestra compuesta.
- Completar las  $\frac{3}{4}$  partes de la capacidad del envase para la muestra final con la leche contenida en el envase de muestra compuesta.
- Cerrar herméticamente el envase de la muestra.

## **IDENTIFICAR LA MUESTRA**

El envase deberá estar seco y limpio antes de adherir la etiqueta. Se utilizará escritura indeleble. En el caso que el envase estuviera identificado por el laboratorio, se deberá verificar la exactitud de la información. Cualquier situación anormal acontecida durante el transcurso de los procedimientos o mencionada por el encargado del tambo deberá asentarse en el documento correspondiente (Foto N.<sup>o</sup> 3).

### Procedimiento

- Identificar la muestra con la información solicitada por el laboratorio.
- Asentar en el documento correspondiente cualquier observación surgida durante el transcurso del muestreo.



*Foto N<sup>o</sup> 3: identificación de muestras.*

## **CONSERVAR LA MUESTRA**

La muestra deberá conservarse hasta destino a temperaturas comprendidas entre 2 y 4°C. (Foto N.<sup>o</sup> 4).

### Procedimiento

- Colocar el envase de la muestra en el porta-envase existente en la conservadora refrigerada.



*Foto N° 4: preservación de muestra en frío.*

### **LAVAR Y GUARDAR EL MATERIAL UTILIZADO**

El material utilizado por el operario y perteneciente a éste, deberá lavarse y secarse antes de dejar el tambo siguiendo los procedimientos establecidos por el laboratorio. El material utilizado que permanezca en el tambo deberá lavarse y secarse por el personal del tambo siguiendo los procedimientos establecidos por el laboratorio.

#### Procedimiento

- Lavar, enjuagar y secar el material utilizado.
- Colocar el material limpio y seco en el lugar correspondiente.

### **TRANSPORTAR LA MUESTRA**

La muestra deberá transportarse rápidamente al destino final. La conservadora deberá ubicarse en lugar apropiado (no expuesto al sol y a la tierra). La muestra deberá estar acompañada por la información y documentación correspondiente.

#### Procedimiento

- Verificar que la conservadora se encuentre en el lugar apropiado. Controlar que se disponga de la documentación correspondiente. Transportar las muestras a destino final.

## CURVA DE LACTANCIA

Para la caracterización de las curvas de lactancias se contaron los litros producidos por día de cada hembra y le porcentaje de materia grasa, de dos grupos de búfalas de razas Mediterránea (E) y Murrah (U). El control lechero se realizó con intervalos de 7 días por un periodo de 6 meses.

Los datos reunidos en dicho periodo fueron cargados en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel, utilizando línea de tendencia polinómica, mediante las cuales se obtuvieron las curvas individuales de cada búfala.

En los Gráficos N.<sup>o</sup> 1 y 2. se puede observar las curvas de latencias y la comparación de materia grasa de cada una.

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE DE BÚFALA

### Determinación de densidad relativa: densimetría con termolactodensímetro de “Quevenne”

Para la misma se utilizó probeta de 500ml y un termolactodensímetro (Foto N.<sup>o</sup> 5). Se agitó bien la leche para hacer una buena mezcla, se llenó la probeta en posición inclinada para que no forme espuma y que el termolactodensímetro no toque las paredes ni el fondo. Se colocó el densímetro suavemente, y se le imprimió un movimiento de rotación.



Foto N<sup>o</sup> 5: probeta de 500ml y lactodensímetro de Quevenne

### Determinación del pH (pHmetro Testo 205®)

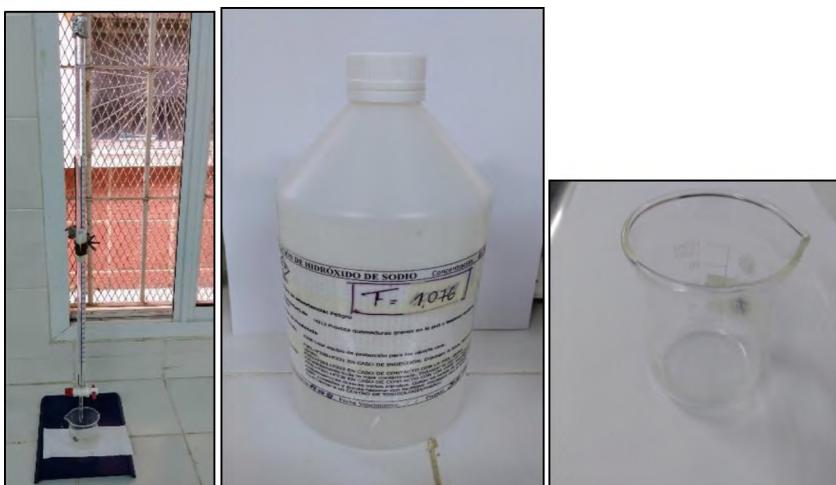
El control del pH se realizó con un pHmetro Testo 205 ®, con medición integrada de temperatura. Sus áreas de aplicación incluyen mediciones en sustancias semisólidas en la industria alimentaria (Foto N.º 6).



Foto N° 6: pHmetro Testo 205 ®

### Determinación de acidez volumétrica (Método Dornic)

Para la determinación de acidez volumétrica se utilizó equipo que comprendía una bureta dividida en 30 décimas de ml. Se necesitan también un frasco Erlenmeyer o vaso de precipitado de 100 ml, solución valorada de NaOH N/9 y solución alcohólica de fenolftaleína al 1% en frasco gotero, como indicador cromático (Foto N.º 7).



(a).

(b).

(c).



(d).

Foto N° 7: bureta dividida en 30 décimas de ml(a.), Hidróxido de Sodio N9/9 (b), vaso de precipitado de 100 ml (c) y solución alcohólica de fenolftaleína al 1% en frasco gotero(d)

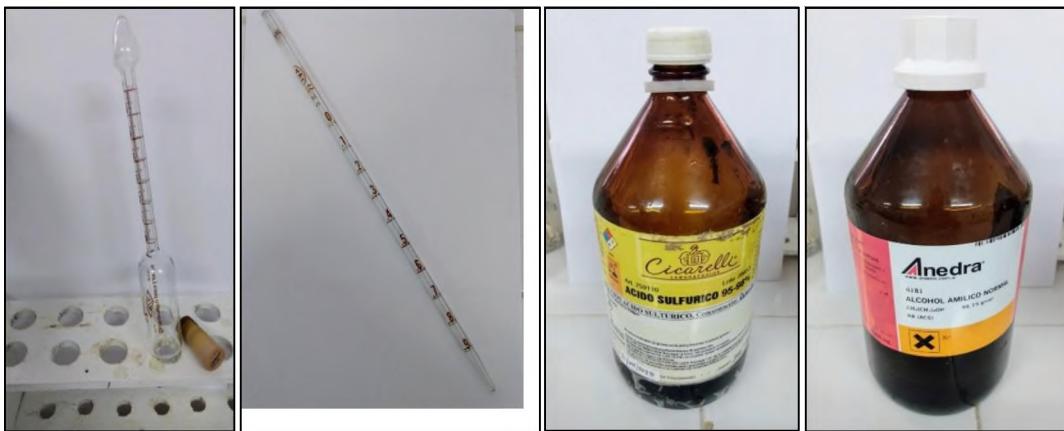
En un frasco Erlenmeyer se colocó 10 ml de leche, 2 a 3 gotas de la solución alcohólica de fenolftaleína, como indicador. Se comprobó que la solución de NaOH N/9 estuviera enrasada en el cero, y se inició la titulación gota a gota, agitando tras cada adición y se prosiguió agregando hasta un color rosado persistente, de como mínimo 30 segundos. Por último, se procedió a leer las divisiones de la bureta que corresponde a la solución gastada y que expresa directamente los grados Dornic de la leche. Para llegar a este resultado se realizó el siguiente cálculo:  $1^\circ$  Dornic = 1dg de ácido láctico / dl de la leche.

#### Determinación del % de materia grasa: Butirometría (Método de Gerber):

Para realizar la determinación del tenor de la materia grasa se requirió: (Foto N. °8).

- 1 ml Alcohol amílico D (Densidad) 0,815 a 15°C.
- 10 ml Ácido sulfúrico D 1.820-1.825.
- Butirómetro para leche (0 a 7 décimas).
- Centrífuga de 1.000 a 2.000 rpm.
- Pipetas y propipetas.
- 11 ml de leche.

En un butirómetro se vertió 10 ml de ácido sulfúrico D: 1,820 – 1,825, se agregó 11 ml de leche por las paredes del butirómetro, se adiciona 1 ml de alcohol amílico, evitando que los productos se mezclen pues formarían entre ambos una sustancia insoluble, el amileno. Luego se tapó el butirómetro, utilizando guantes y se realizaron inversiones para facilitar la combustión. El líquido toma un color castaño generando alta temperatura. Por último, se centrifugó a 1200 revoluciones por minutos durante 3-5 minutos, con el ápice de los butirómetros hacia el centro.



(a.)

(b.)



(c.)

Foto N° 8: Butirómetros, pipeta, (a), Ácido Sulfúrico y alcohol amílico (b.) centrífuga (c.).

Para realizar los cálculos del porcentaje de materia grasa de la muestra se colocó el butirómetro a la altura de la vista y previo enrase de la columna de grasa con el 0 de la escala, para lo cual se enrosca o se afloja el tapón, se hace la lectura y se expresa en gramos por ciento de la leche. Se aconseja hacer dos determinaciones por el mismo analista y la diferencia entre uno y otra no debe ser superior a 0.2 g%.

### Determinación de proteína y lactosa (Milkotester – Master Eco)

La determinación de la proteína y la lactosa se realizó utilizando un sistema automático de medición, el Milkotester – Master Eco, el cual está conformado por un monitor donde se encuentra un tubo por donde ingresa la leche a ser analizada y también cuenta con una impresora (Foto N.º 9).



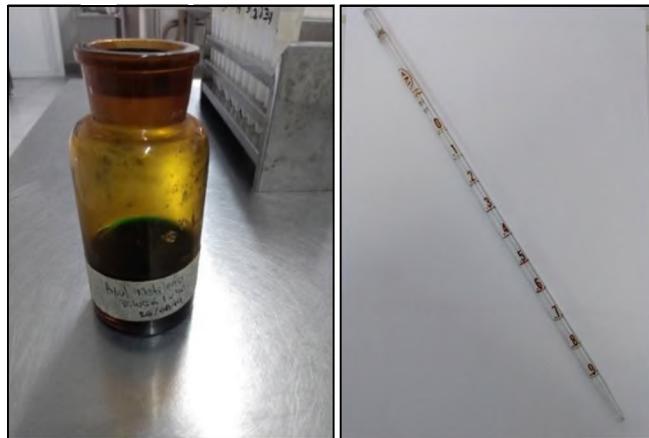
Foto N.<sup>o</sup> 9: Milkotester Master – Eco

El Milkotester Master Eco® está diseñado para análisis porcentual de grasa (FAT), sólidos no grasos (SNF), proteínas y lactosa, contenido de agua, Temperatura (°C), Punto de congelación, Sales, Densidad y pH. Todos los componentes se pueden medir al mismo tiempo. El dispositivo analiza leche de vaca, oveja, búfala, camello, llama, leche restaurada, UHT, nata, suero y suero de leche. La velocidad de medición es de 50 muestras por hora con limpieza incluida.

#### Determinación de la calidad higiénica de la leche: Prueba de la reductasa.

Para la realización de esta prueba se requirió: Todo el material (pipetas, tubos y tapones), se encontraba limpios y rotulados (Foto N.<sup>o</sup> 10).

- Pipeta calibrada para 10 ml.
- Pipeta con graduación de 1 ml.
- Tubos de 150 mm x 15-18 mm, sin reborde, con tapones de goma o plástico.
- Baño maría con termostato (35°C-37°C)
- Gradillas de metal o de alambre.
- Azul de metileno.



(a.)

(b.)



(c.)

Foto N° 10: azul de metileno 1x40 (a) y Pipeta de 10ml (b). Tubos en gradillas(c).

Se vertió en cada tubo, 10 ml de leche a utilizar debidamente conservada e identificada, 1 ml de la solución de azul de metileno. Se taparon los tubos e invirtieron los tubos 3 veces, colocándolos en la gradilla para ser llevados a baño maría e iniciar la incubación. A temperatura constante ( $35^{\circ}\text{C}$  y  $37^{\circ}\text{C}$ ) se anotó la hora de inicio de la incubación. A los 20 minutos se realizó la primera lectura y se continuó a las 2 horas y por último a las 5 horas 30 minutos, lo que permitió clasificar a la leche en:

- Muy mala si decolora en 20 minutos.
- Mala si decolora entre los 20 minutos y las 2 horas.
- Regular, si decolora entre las 2 horas y 5 horas 30 minutos.
- Buena, si decolora después de las 5 horas 30 minutos.

### Determinación rápida de acidez: prueba del alcohol de 68° - 70°

Para realizar esta prueba se utilizó una placa de Petri, alcohol 70° y pipeta 1 ml. (Foto N.º 11).

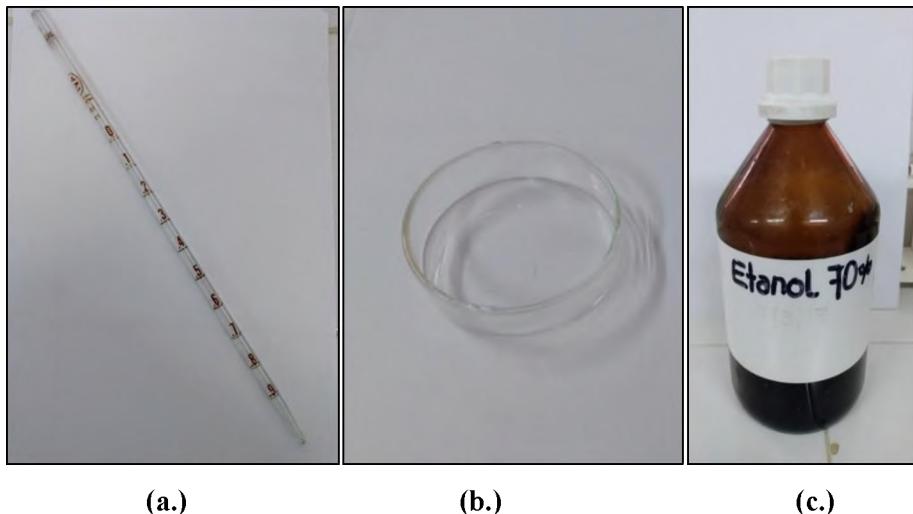


Foto N° 11: Pipeta 1ml (a) Placas de Petri (b) y Alcohol 70° (c.)

En la placa de Petri se colocó 1 ml de leche, más 1 ml de alcohol de 68°-70°, luego se agitó suavemente dos o tres veces. Este es un método cualitativo donde la precipitación o coagulación de la leche indica que la misma excede los límites de su acidez, por deficiente conservación, ser leche vieja o anormal, llegando a los 22° Dornic. Las leches frescas, sanas y bien conservadas no sufren modificaciones. (Foto N.º 12).



Foto N° 12: Prueba de alcohol.

## **Método analítico para determinación de proteínas (Método de Kjeldahl)**

Determinación de materias nitrogenadas en la leche empleando el método Kjeldahl.

Fundamento: El ácido sulfúrico concentrado efectúa la destrucción oxidativa de la materia orgánica de la muestra y la reducción del nitrógeno orgánico a amoniaco. El amonio es retenido como bisulfato de amonio y es determinado por destilación alcalina y titulación.

### Materiales reactivos y equipo

- Tubo de digestión.
- 7g de sulfato de potasio anhidro.
- 5 mg de selenio en polvo.
- 7 ml de ácido sulfúrico concentrado al 98%
- 5 ml de peróxido de hidrógeno al 35% (130 vol.)
- 50 ml de agua destilada libre de amoniaco.
- Destilador.
- Erlenmeyer.
- 25 ml de solución de ácido bórico al 4%.
- 50 ml NaOH al 35%
- Solución indicadora (10 gotas).

### Descripción del ensayo

Colocar 5 ml de muestra en el tubo de digestión. Digestión: calor por 30 minutos a 420°C. enfriamiento y dilución: enfriar los tubos de digestión a 50-60°C y agregar 50 ml de agua destilada libre de amoniaco. Destilación: colocar en el Erlenmeyer 25 ml de ácido bórico al 4%. situar el Erlenmeyer en la posición correspondiente del equipo de destilación para colectar el destilado.

Acomodar en la posición correspondiente del equipo de destilación el tubo de digestión con la muestra.

Adherir 50 ml de NaOH al 35%. Se colecta hasta 100 ml de destilado.

Valoración: colocar la solución indicadora (10 gotas) y valorar con HCl 0.2 N.

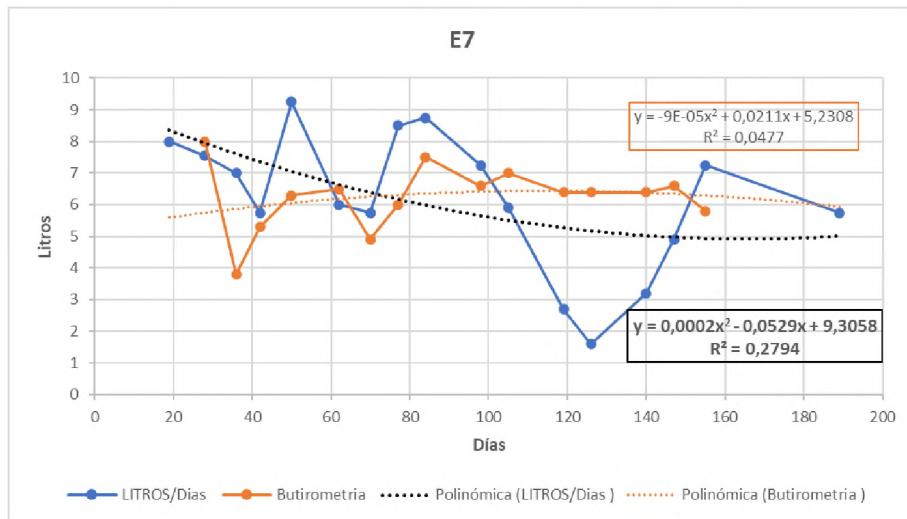
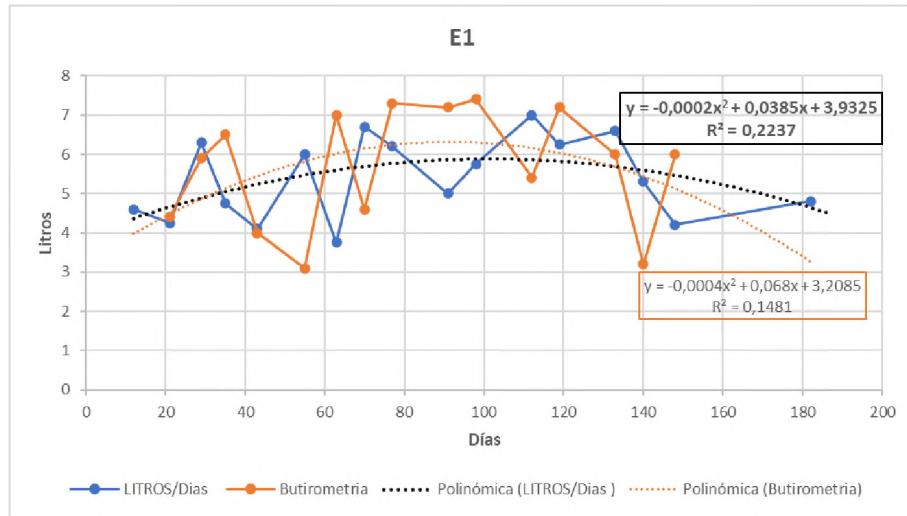
### Cálculos

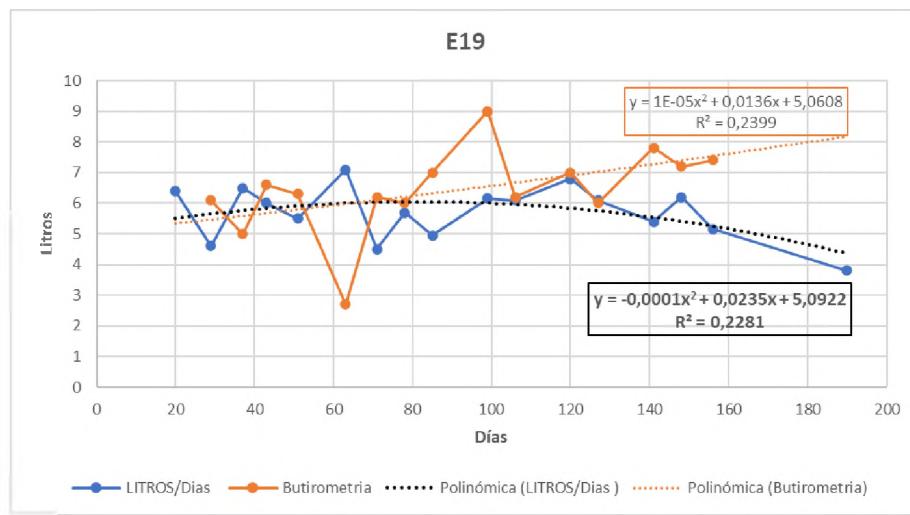
HCl 0.2 N. 25 mg de N-NH<sub>4</sub> requiere 8,92 ml de ácido 0.2N (1 ml HCl 0.2N = 2.803mg N-NH<sub>4</sub>).

El contenido de proteínas en leche no procesada de vaca es de apenas 3.2mg /100ml.

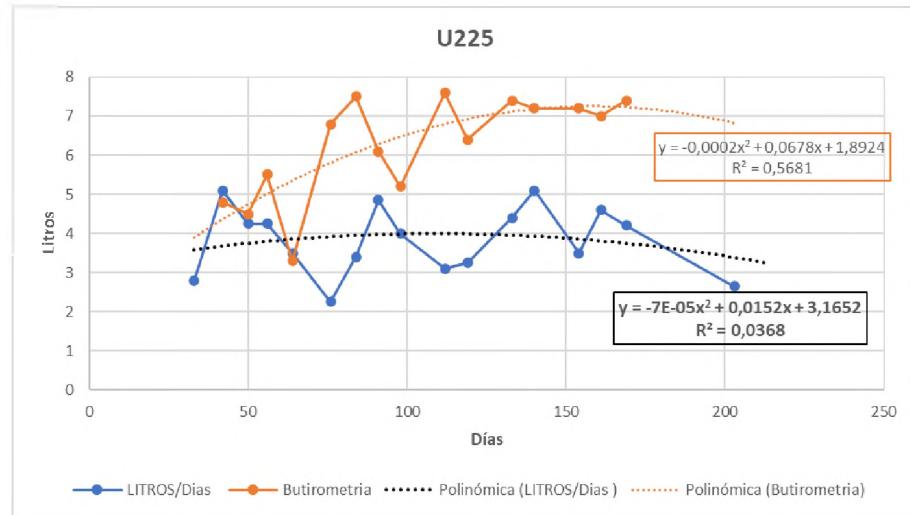
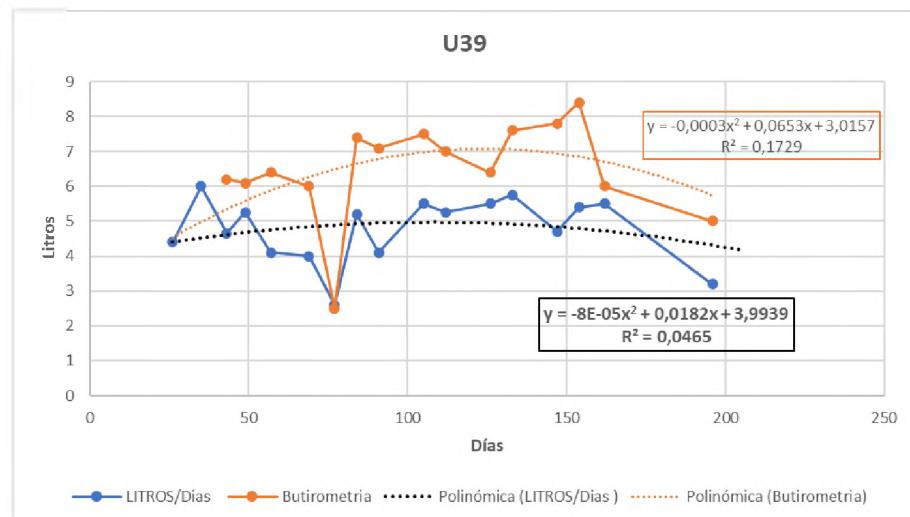
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

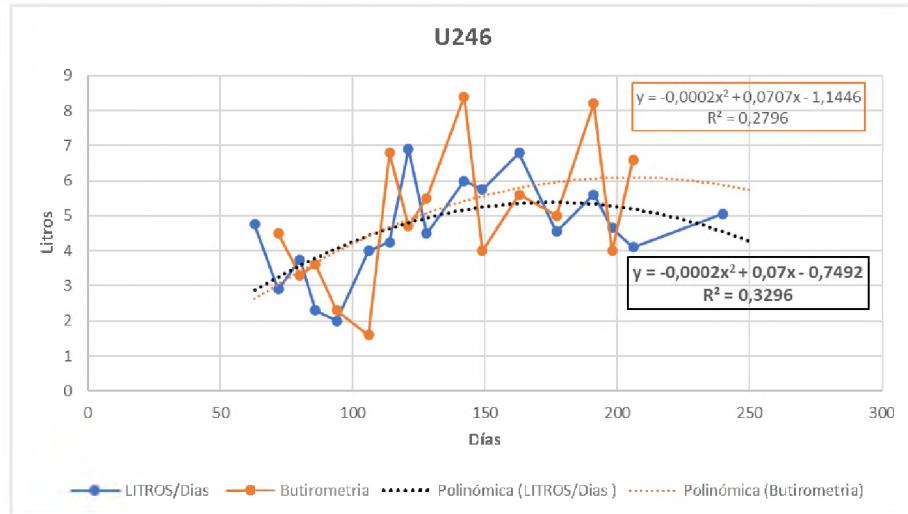
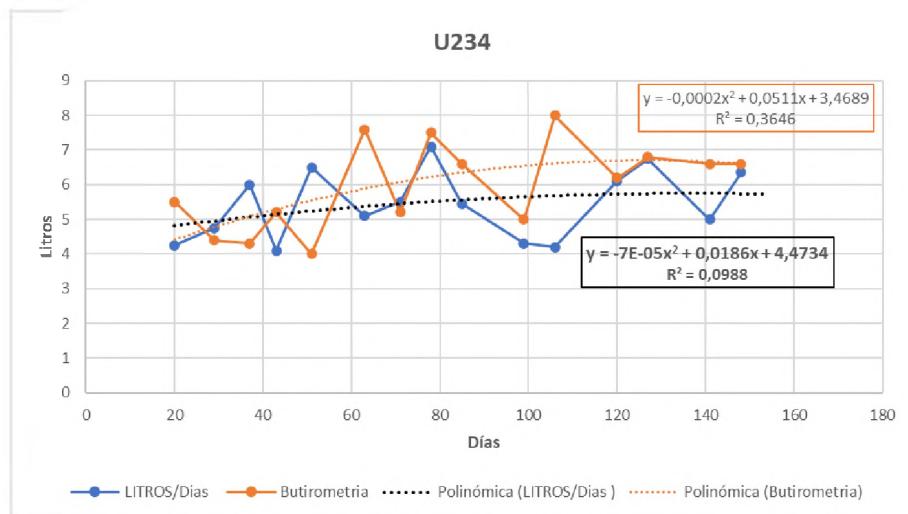
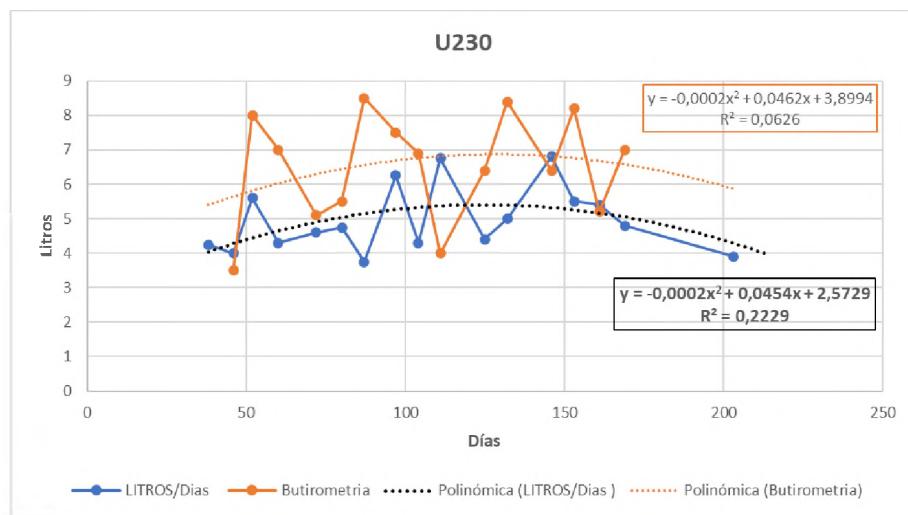
Gráficos N° 1: *litros por días y porcentaje de materia grasa, búfalas raza Mediterránea. (E)*





Gráficos Nº 2: litros por días y porcentaje de materia grasa, búfalas raza Murrah. (U)





**Determinación de densidad relativa: densimetría con termolactodensímetro de “Quevenne”:**

Una vez en reposo se leyó la escala a nivel de la parte inferior del mecanismo, no de la superficie de la leche (Foto N.º 13).



*Foto N°13: Densimetría*

Los valores de densidad obtenidos se expresan en la tabla N.º1

Tabla N.º1

Caravana	Densidad PROMEDIO
E1	1034,78
E7	1031,29
E19	1033,63
U39	1035,33
U225	1036,29
U230	1035,41
U234	1035,21
U246	1034,61
E17	1036,11
	<b>1034,74</b>

**Determinación del % de grasa: Butirometría (método de Gerber): (Foto N.º 14).**



(a.)

(b.)

(c.)

Foto N° 14: Lectura del butirómetro (a) y (b), técnica de Butirometría (c)

Los porcentajes de materia grasa obtenidos se encuentran en la tabla N.º 2

Tabla N.º 2

Caravana	Butirometría PROMEDIO
E1	5,84
E7	6,23
E19	6,3
U39	6,64
U225	6,11
U230	6,56
U234	5,86
U246	4,88
E17	5,7
	<b>6,013</b>

**Determinación de proteína y lactosa (Milkotester – Master Eco)**

Se requiere un volumen pequeño para que el Milkotester realice el análisis (Foto N.º 15).

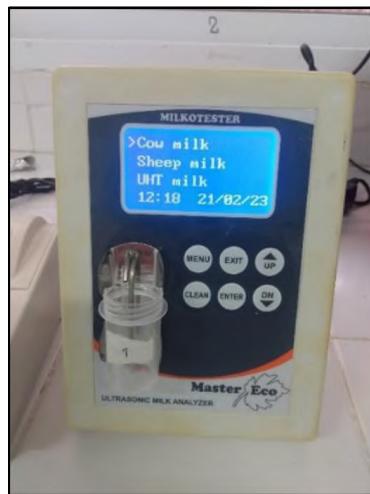


Foto N° 15: Milkotester Master – Eco

En la siguiente tabla N. °3 y 4 se observan los valores obtenidos mediante el análisis del Milkotester Master – Eco

Tabla N. °3

Porcentaje de Proteína									
Caravana Ordeños	E1	E7	E19	U39	U225	U230	U234	U246	E17
1	3,41%	3,07%	3,23%	3,29%	3,16%	3,55%	3,42%	3,51%	
2	3,38%	3,31%	3,24%	3,39%	3,49%	3,21%	3,26%	3,42%	
3	3,48%	3,11%	3,10%	3,32%	3,32%	3,20%	3,26%	3,38%	
4	3,46%	3,03%	3,04%	3,41%	3,40%	3,33%	3,20%	3,50%	3,45%
5	3,53%	3,09%	3,33%	3,56%	3,50%	3,44%	3,30%	3,26%	3,35%
6	3,39%	3,13%	3,24%	3,31%	3,25%	3,29%	3,21%	3,19%	3,34%
7	3,58%	3,12%	3,20%	3,26%	3,44%	3,39%	3,50%	3,32%	3,43%
8	3,22%	3,02%	3,05%	3,26%	3,26%	3,15%	3,12%	3,40%	3,23%
9	3,27%	3,01%	3,03%	3,18%	3,28%	3,37%	3,36%	3,09%	3,26%
10	3,31%	2,60%	3,36%	3,22%	3,50%	3,36%	3,19%	3,55%	3,24%
11	3,29%	2,33%	3,00%	3,28%	3,16%	3,21%	3,03%	3,17%	3,26%
12	3,37%	3,28%	3,22%	3,25%	3,29%	3,38%	3,27%	3,21%	3,41%
Promedio	3,39%	3,01%	3,17%	3,31%	3,34%	3,32%	3,26%	3,33%	3,33%
									3,27%

Tabla N. °4

Caravana	Lactosa PROMEDIO
E1	5,03%
E7	3,16%
E19	3,04%
U39	3,27%
U225	3,22%
U230	3,29%
U234	3,08%
U246	3,21%
E17	3,23%
	3,39%

## Método analítico para determinación de proteínas (Método de Kjeldahl)

Los valores obtenidos por el Método de Kjeldahl tabla N°.5

Tabla N°.5

fecha	Prot.	Muestra gramo	Ac gastado	mg/ml	%PMMS
23/02/2023	leche bufalina	5ml	13,5	2,68	4,62
		5ml	13,6	2,75	4,66
01-mar	leche bufalina	5ml	12,6	2,77	4,29
09-mar	leche bufalina	5ml	12	2,77	4,22
16-mar	leche bufalina	5ml	12,5	2,77	4,42
18-abr	leche bufalina	5ml	12,2	2,77	4,32
19-abr	leche bufalina	5ml	14,2	2,77	5
26-abr	leche bufalina	5ml	11,8	2,77	4,17
17-may	leche bufalina	5ml	11,5	2,77	4,07
					4,41888889

## Determinación de acidez volumétrica (Método Dornic):

Determinación de acidez volumétrica (Foto N. °16).



Foto N° 16: Muestra previa a ser titulada con NaOH (izq.) y muestra virada de color. (der.)

A continuación, en la tabla N. °6. Se presentan los valores obtenidos utilizando el método de Dornic.

Tabla N. °6

	Acidez volumétrica (Método Dornic)										
Caravana	E1	E7	E19	U39	U225	U230	U234	U246	E17		
Ordeños											
1	14,8	14,8	12,7	13,76	10,6	14,8	10,6	14,8			
2	15,9	16,9	13,8	13,8	12,7		12	14,8			
3	15,8	15,8	12,7	14,9	12,7	15,8	12	16,9			
4	16,9	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	12,7	16,9	15,9		
5	16,9	15,9	14,8	15,9	14,8	17,9	14,8	19	12,7		
6	18	15,9	14,8	15,9	13,7	16,9	14,8	16,9	12,7		
7	16,94	17,8	16,94	16,94	16,94	18	15,9	19	15,9		
8	16,14	15,06	13,98	15,06	15,06	16,14	13,98	19,36	17,21		
9	17,22	16,14	15,06	15,06	16,14	19,37	16,14	19,37	15,06		
10	18,3	10,76	17,2	18,3	18,3	19,3	16,14	19,3	16,14		
11	19,37	10,76	17,22	20,44	16,14	21,52	17,21	21,52	15,06		
12	19,37	23,67	18,29	19,37	19,37	21,52	18,29	20,44	18,29		
13	23,67	23,67	18,3	20,44	16,14	21,52	16,14	19,37	17,22		
Promedio	17,63923077	16,3046154	15,43	16,5130769	15,1838462	18,1308333	14,6692308	18,2815385		15,618	16,4189302

### Determinación del pH (pHmetro Testo 205®):

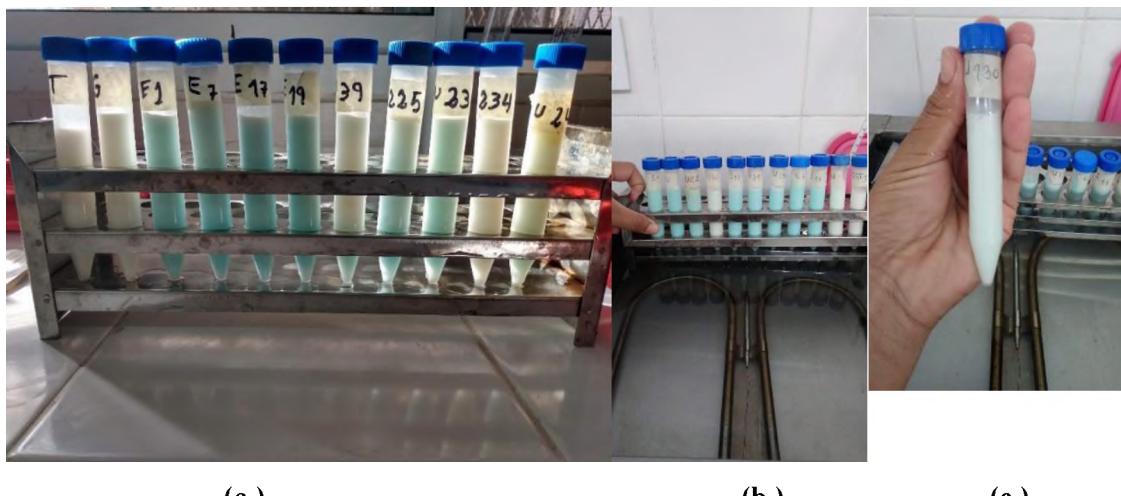
En la siguiente tabla N. °7 se observan los datos obtenidos en las diferentes mediciones de pH.

Tabla N. °7

Caravana	E1	E7	E19	U39	U225	U230	U234	U246	E17			
Ordeños												
1	6,67	6,64	6,08	6,8	7,07	6,87	6,87	6,74				
2	6,86	6,6	6,87	6,71	6,86	6,89	6,83	6,62				
3	6,77	6,64	6,82	6,72	6,88	6,76	6,84	6,65				
4	6,79	6,65	6,77	6,7	6,88	6,94	6,86	6,61	6,84			
5	7,19	7,05	6,75	6,82	7,33	7,15	7,21	6,8	7,33			
6	6,89	6,73	6,78	6,73	6,94	6,83	6,85	6,64	6,83			
7	6,82	6,69	6,69	6,85	6,81	6,82	6,7	6,68	6,91			
8	6,83	6,74	6,71	6,72	6,79	6,79	6,7	6,53	6,48			
9	6,83	6,81	6,9	6,93	6,99	6,89	6,92	6,68	6,93			
10	6,67	7,18	6,68	6,67	6,71	6,64	6,73	6,54	6,73			
11	6,76	7,16	6,74	6,78	6,92	6,76	6,79	6,62	6,82			
12	6,73	6,55	6,64	6,7	6,79	6,63	6,68	6,66	6,69			
13	6,64	6,57	6,78	6,71	6,79	6,62	6,75	6,54	6,82			
Promedio	6,803846154		6,77	6,708461538	6,756923077	6,904615385	6,814615385	6,825384615	6,639230769		6,838	6,784564103

## Determinación de la calidad higiénica de la leche: Prueba de la reductasa.

(Foto N.<sup>o</sup> 17).



(a.)

(b.)

(c.)

Foto N<sup>o</sup> 17: Muestra mezclada en tubos con azul de metileno (a)y(b). baño maría a 37 °C. (c)

Tabla 8: Datos obtenidos en las lecturas realizadas a los 20 minutos, entre los 20 minutos y las 2 horas, entre las 2 horas y las 5 horas y posterior a las 5 horas 30 minutos:

CLASIFICACIÓN
Regular
Regular
Buena
Buena
Buena

Tabla N. <sup>o</sup>8

### Determinación rápida de acidez: prueba del alcohol 68° - 70°

Las muestras fueron evaluadas mediante esta prueba (Foto N.º 18).

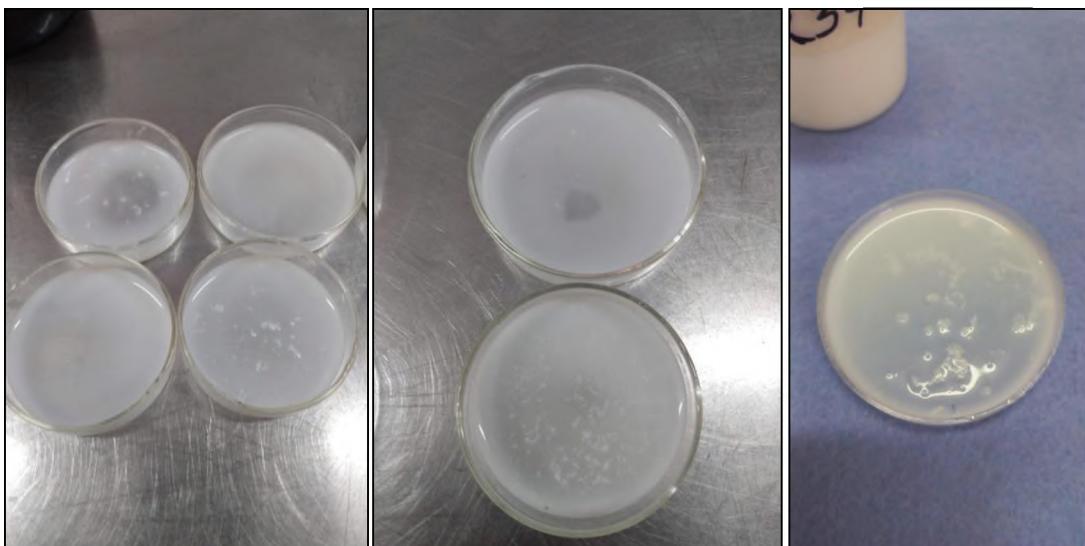


Foto N° 18: Prueba de alcohol negativo.

Los resultados obtenidos para la caracterización de la curva de lactancia en las búfalas estudiadas no revelan curvas típicas de producción láctea.

Quizás esto se deba a las condiciones climáticas durante el inicio de las lactancias, escasez de lluvias, baja oferta forrajera, el acostumbramiento de los animales al cambio de ordeñe manual a mecánico, reemplazo de personal, interrupción del ordeñe por cortes de energía. La suplementación que se realizó a las hembras a mitad del estudio es un factor a tener en cuenta, junto al programa utilizado para el análisis de los datos.

Analizando los resultados obtenidos se pudo observar que la leche presentaba en promedio un porcentaje de materia grasa de (6,01%), y (3,27%), de proteína.

En lo que respecta a características físicas la leche de búfala presenta mayor densidad con valores promedios ubicados en 1034,74. acidez titulable de 16,4° Dornic y pH 6,78.

Resultados que ingresa en el rango que Patiño (2009) postuló en su trabajo donde la compara con valores obtenidos de leche de vaca.

## **CONCLUSIÓN:**

Como conclusión en este trabajo se puede decir que las curvas de lactancia permiten predecir el desempeño de las madres, información que puede utilizarse para indicadores productivos, zootécnicos, evaluaciones genéticas. Y determinar habilidades óptimas de producción y manejo con el fin de mejorar la eficiencia en la producción de leche.

El análisis físico químico y calidad de la leche cruda es una práctica cotidiana y muy utilizada en el sector lácteo. El muestreo constituye el primer eslabón que condiciona el logro de buenos resultados en el laboratorio.

La lechería bubalina presenta un potencial de crecimiento extraordinario en los países americanos, pero la falta de conocimientos por parte de los consumidores sobre las características de leche de búfala y sus derivados constituye una de sus principales barreras para el éxito en la comercialización de estos productos altamente nutritivos.

Considerando el mercado actual, resulta importante fomentar en nuestro país estudios destinados a incrementar el valor agregado a los derivados de la leche bubalina.

## BIBLIOGRAFÍA:

- Adriana Olmos-Hernández, Marcelo Daniel Ghezzi, Fabio Napolitano, Alex Cuibus, Adolfo Álvarez-Macías, Ada Braghieri y Daniel Mota-Rojas., 2020. El Búfalo de agua en Latinoamérica, hallazgos recientes. 3<sup>a</sup>. Edición., Capítulo 18.
- Alberto Couto, Michel O. Couto, Gabriela Siberman, 2019. Manual de Ordeño sin bucerro al pie en búfalos.
- Bavera, Guillermo Alejandro, 2011. Razas bovinas y bufalinas de la Argentina. - 1a ed. - Rio Cuarto: Imberti-Bavera.
- Bradley, G., 2014. Aspectos Anatómicos de La Glándula Mamaria. In Fisiología Veterinaria, 439–50. España: Elsevier Saunders.
- Bretschneider Gustavo, Salado Eloy, Cuatrín Alejandra y Arias Darío. INTA, EEA Rafaela.2015. Lactancia: Pico y Persistencia.
- Código Alimentario Argentino. Capítulo VIII. Artículos: 553 al 642, Alimentos lácteos actualizado al 04/2023.  
<https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>
- Fabio Napolitano, Daniel Mota Rojas, Agustín Orihuela, Ada Braghieri, Danilda Hufana Duran, Ana Strappini, Alfredo MF Pereira, Marcelo Ghezzi, Isabel Guerrero y Julio Martínez Burnes. 2022. El Búfalo de agua en las Américas. La Búfala de agua en la producción de leche: Un visón Internacional. 4<sup>a</sup>. Edición. Capítulo 4.
- FAO. (2023). <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/buffaloes/es/>
- Fraga, L.M.; Gutiérrez, Maritza; Fernández, Lucía; Fundora, O.; González, María E. 2003. Estudio preliminar de las curvas de lactancia en búfalas mestizas de Murrah, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 37, núm. 2, pp. 151-155 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba.
- G. A. Crudeli, E. M. Patiño, V. P Maldonado, J. L. Konrad.2021. Los búfalos en Argentina. <https://revistas.unne.edu.ar> . Vol. 32, Núm. 2
- Ingeniero Agrónomo Miguel Taverna, Ingeniera en Alimentos Roxana Páez, Ingeniera Agrónoma Virginia Resconi. 2005. Procedimiento de muestreo de leche en el tambo y de medición de volumen y temperatura. INTA EEA Rafaela INTI-lácteos.

- Jena, M.K., Janjanam J., Naru J., Kumar S., Singh S., Mohapatra S.K., *et al.*, 2015. DIGE Based Proteome Analysis of Mammary Gland Tissue in Water Buffalo (*Bubalus Bubalis*): Lactating Vis-a-Vis Heifer. *J. Proteomics*.
- Jena, M.K., Mohanty A.K., 2017. “New insights of mammary gland during different stages of development. *Asian J. Pharm.*
- Juan Carlos Quintero Vélez, Jorge Serna Gallo, Mario Cerón Muñoz, Naudin Hurtado Lugo, Divier Antonio Agudelo Gómez. 2008. Estimación de la curva de lactancia mediante modelos matemáticos lineales y no lineales en búfalas colombianas., *Revista LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN - Vol. 5 No. 1*
- M. Muñoz Berrocal, H. Tonhati, R. Aspilcueta Borquis, N. Hurtado Lugo. 2008, Uso de modelos lineales y no lineales para el estudio de la curva de lactancia en búfalos Murrah y sus cruces en sistemas de cría extensiva en el estado de São Paulo.
- Marcelo Daniel Ghezzi, Fabio Napolitano, Daniel Mota Rojas, Gabriela Marcela Martínez, Giuseppe De Rosa, Adolfo Álvarez Macías, Ada Braghieri, Aldo Bertoni, Jocelyn Gómez Prado, Fabiola Torres Bernal, Isabel Escobar y Francesco Serrapica. (2022). El Búfalo de agua en Latinoamérica, hallazgos recientes. 3<sup>a</sup>. Edición., *La Búfala de agua en la producción de leche: una visión Internacional*. Capítulo 7.
- Mayer, H. F., Peiretti, H. A., & Marder, G. (1986). Bromatología: higiene y control de alimentos. Tomo 2. Dirección de impresiones. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina.
- Observatorio de la cadena láctea argentina (2023).  
<https://www.ocla.org.ar/contents/news/details/23402383-perspectivas-para-el-sector-lacteo-2022-2031>
- Ozenc, E., Bozkurt, M.F., Yazici, E., Seker, E., Bayraktaroglu, A.G., Ozcinar, U., Dogan, N., 2020. Teat characteristics in relation to animal temperament during milking in buffaloes, and comparison of buffalo and cow teat morphology. *Reprod. Domest. Anim.*
- Patiño, E.M. 2008. Lechería bupalina. – 1a ed.- Corrientes.
- Piccardi M, Bruno C, Córdoba M, Masía F, Balzarini M. 2019. Mediciones en el tambo. Indicadores productivos y reproductivos. Serie Estadística Aplicada. Com. Balzarini M. Brujas. Córdoba, Argentina.

- Prof. Dr. Exequiel María Patiño. 2009. El Búfalo. Leche Bubalina: Producción mundial. Comparación con la leche Bovina. Alimentos Funcionales Derivados de la Leche. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Sisson S., Grossman J. D., 1982. Anatomía de los animales domésticos. Tomo I. 5th Edition. Authors: Septimus Sisson, James D. Grossman. Elsevier Masson. Ohio, USA.
- Tonhati H. 2001, Resultados do controle leiteiro em bubalinos. In: II Simpósio Paulista de Bubalinocultura, 2001, Pirassununga, SP, Brasil. Anais. Pirassununga, ABCB.