

**CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UN LITRO DE LECHE Y  
GRAFICACIÓN DE CURVAS DE LACTANCIA EN UN SISTEMA BUFALINO  
EN LA ZONA DE PLANETA RICA (CÓRDOBA)**

**NATALY RITTER LOPEZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS  
INDUSTRIAS PECUARIAS  
CALDAS  
2009**

**CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UN LITRO DE LECHE Y  
GRAFICACIÓN DE CURVAS DE LACTANCIA EN UN SISTEMA BUFALINO  
EN LA ZONA DE PLANETA RICA (CÓRDOBA)**

**NATALY RITTER LOPEZ**

**Informe final de práctica para optar al título de Industrial Pecuaria**

**ASESOR  
DIVIER AGUDELO  
INDUSTRIAL PECUARIO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS  
INDUSTRIAS PECUARIAS  
CALDAS  
2009**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del Jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Caldas, 23 de Febrero de 2009**

## **CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
<b>1.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>13</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>13</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	<b>15</b>
<b>3.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>
3.1.1 Clasificación de los costos	16
3.1.2 Centros de costos	18
3.1.3 La ganadería de doble propósito y su racionalidad económica	22
<b>3.2 CURVAS DE LACTANCIA</b>	<b>27</b>
3.2.1 El interés de la curva de lactancia	30
3.2.2 Comparativo leche de búfalo vs leche de vaca	32
3.2.3 Producción de leche	33
3.2.4 Diferenciación anatómica de la glándula mamaria de la búfala	36
3.2.5 Diferenciación fisiológica de la eyección de la leche en la búfala	37
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>40</b>
<b>5. CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN POR LITRO DE LECHE</b>	<b>42</b>
<b>6. GRAFICACIÓN DE CURVAS DE LACTANCIA</b>	<b>45</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>50</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Centros de costos sistema de lechería especializada.	20
<b>Tabla 2.</b> Centro de costos sistema doble propósito.	21
<b>Tabla 3.</b> Centro de costos sistema de cría	21
<b>Tabla 4.</b> Centro de Costos Sistema de Ceba	22
<b>Tabla 5.</b> Productividad, costos y Rentabilidad de la ganadería en Colombia 1988 y 2000	23
<b>Tabla 6.</b> Escenarios resultantes utilizados para el análisis de los sistemas de producción agropecuarios en el Valle del Cesar 1997.	24
<b>Tabla 7.</b> Estructura de costos por sistema de producción ganadera, 2001 (%)	26
<b>Tabla 8.</b> Resumen de costos de Producción de un litro de leche de Búfala Enero a Agosto de 2008, Hacienda La reina – Planeta Rica - Córdoba.	43
<b>Tabla 9.</b> Total de Costos de Producción de leche de Búfala Enero a Agosto de 2008, y porcentajes de cada elemento del costo dentro de los costos totales, Hacienda La reina – Planeta Rica Córdoba	44
<b>Tabla 10.</b> Resumen de Resultados estudio de costos Enero a Agosto de 2008, Hacienda La reina – Planeta Rica Córdoba	44
<b>Tabla 11.</b> Modelos Utilizados para describir la curva de lactancia en búfalas y sus resultados según la información recolectada.	45
<b>Tabla 12.</b> Modelos de curvas de lactancia con mejor ajuste para el caso.	45

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de soporte de la ubre de la vaca.	34
Figura 2. Los alvéolos y conductos que forman el sistema secretor de leche.	35
Figura 3. Grafico de Lactancia del hato evaluado.	47

## **RESUMEN**

El objetivo principal de este informe es el cálculo del costo de producción de un litro de leche y graficación de curvas de lactancia en una hacienda bufalera, para esto se tomaron los datos de costos, gastos y producción durante los primeros 8 meses del año 2008, esto arrojo que el costo de producción del litro de leche varia mes a mes siendo Enero el mes con menor costo \$478.54 y abril y Mayo con un mayor costo \$1149.87, de todas formas se presento buena rentabilidad a pesar de la variabilidad en los costos.

## **ABSTRACT**

The purpose of this inform is to calculate the production cost of a liter of milk and the grafics of milk yield curves in a Buffalos farm for this information were analyze the data of cost, expenses and production for the first 8 months of 2008, this information showed that the production cost of every litter of milk was variable from month to month being January, the month with the lowest cost \$478.54 and April with the highest \$1149.87, anyway the economic profit was good, nevertheless the variability of cost.



## INTRODUCCIÓN

El búfalo *Buballus buballis* es originario de Asia: India, Paquistán y extremo oriente. Fueron domesticados aproximadamente 6.000 años A.c. en el Valle de Indus y en la región de Ur.(Irak).De Asia se extendió a África, Europa y Oceanía, posteriormente fue introducido en América. El búfalo se desplaza de la India a Italia en el siglo VI A.c., a Bulgaria hace más o menos 1300 años, a Brasil en 1890 y a Trinidad en 1905. De este último pasa a Venezuela y Colombia.

En su origen aparecieron barreras naturales que impidieron su desplazamiento libre por el Mundo, lo cual influyó para que inicialmente se dieran dos géneros: Búfalo de Río y Búfalo de Pantano.

La población de búfalo en el mundo supera los 200 millones de cabezas, en India se encuentra la mitad, luego de China y Pakistán. En los últimos 25 años la población mundial de búfalos se ha incrementado cerca de un 40%.

De la India empezaron a llegar en 1905 a Trinidad las razas Murrah, Surti, Jafarabadi, Nili-Ravi, (estas 4 lecheras), Nagpuri y Bhadabwari, razas que el Dr. Benett cruzó a través de muchos años para dar paso a una línea llamada Buffalypso, que fue el animal que llegó a Guapi (Colombia) en 1967.

En Colombia llegaron a la región del pacífico, Bajo Calima, Guapi, Cauca, en donde se les hizo un abierto de montaña, para iniciar un proyecto gubernamental, el cual fracasó en sus inicios, provocando un deterioro exagerado en los animales por falta de comida. Fue en este momento cuando el Fondo Ganadero de Caldas compró al INCORA un grupo de 18 hembras negras y 2 machos pardos, porque anteriormente habían castrado todos los

machos negros; fueron adquiridos con el fin de hacer labores investigativas sobre esta especie, y llevados a una finca Las Vegas en el Municipio de La Dorada, Caldas, donde pastaron en terrenos bajos e inundables, cubiertos de gramalote, malezas y gramíneas poco o nada apetecibles por el ganado vacuno. Allí los búfalos se adaptaron y progresaron extraordinariamente. Por sus buenos resultados, el Fondo Ganadero de Caldas adquirió otras 46 búfalas y unos pocos machos negros de los que habían dejado enteros un año antes procedentes del mismo lugar, y continuó en forma acelerada la labor de propagación y distribución de la especie en el país.

Posteriormente en 1970 se realiza una segunda importación llegando 110 hembras de levante, la cual no fue llevada a Guapi, sino que se mantuvo por poco tiempo en Viterbo y de aquí fueron llevados a la región de La Dorada Caldas y repartidos por otras regiones del país.

En la década del 70 varios ganaderos iniciaron sus hatos de búfalos y se empezaron a diseminar por plantaciones de palma africana para trabajo, algunos para consumo de carne y algunas ganaderías se enfocaron en la lechería desde su inicio.

Durante todos estos años se ha trabajado el búfalo con excelentes resultados en su triple propósito. A lo largo y ancho del territorio nacional se aprendió a trabajar con el búfalo en diversas actividades, como laboreo de la tierra, carga, y tiro de grandes carretas (entrando a efectuar tareas que anteriormente las realizaban con maquinaria). Se empezaron a colonizar zonas en las que el ganado vacuno no podía ingresar y de esta manera se consolidó en nuestro país una especie que tiene un futuro infinito.

En 1995 se inicia una labor de ingreso de animales provenientes de Venezuela, de las razas Murrah, Mediterráneo y Nili-Ravi. Posteriormente ingresan

animales provenientes de Brasil de la raza Murrah Brasileira. Actualmente Colombia cuenta con un inventario superior a 100.000 búfalos, diseminados por todo el territorio nacional, en los diferentes hábitat que hay en nuestro país tropical, incluyendo los diversos climas, pisos térmicos, desde el nivel del mar hasta 3000 metros de altitud, en perfectas condiciones.(SANINT,2008)

En la parte de costos se tiene en cuenta que la evaluación de los costos de una empresa es realizada con el fin de implementar herramientas que permitan generar información necesaria para la toma de decisiones encaminadas al mejoramiento de los procesos productivos planificando incrementar los niveles de productividad.

Del mismo modo se realiza en el sector lechero el costo de producción de un litro de leche de búfala, que por su poco tiempo en la industria no se tiene mucha información sobre esta práctica, aunque la especie bufalina es totalmente diferente a la bovina se utilizara un sistema de costos de producción de leche de vaca que consiste en la consolidación de todos los costos y gastos para hallar el costo total de un litro de leche de búfala.

En la parte de graficación de curvas se tiene en cuenta que la evolución de la producción lechera desde el parto hasta el secado puede ser representada gráficamente por una curva de lactancia, este es un proceso biológico del cual obtenemos un resumen de los patrones de producción de leche determinados por la eficiencia biológica de la búfala.

La forma de la curva de lactancia es obtenida a partir de los parámetros que la caracterizan como a nivel de producción inicial, el tiempo requerido en obtener la producción máxima, la persistencia o el nivel que se mantiene la producción y la longitud de la lactancia.

El sector pecuario toma como herramienta la curva de lactancia para la toma de de cisiones con respecto a la vida útil del animal a nivel genético y

obviamente a nivel productivo. Para la caracterización de las curvas de lactancia es necesario conocer los modelos que mejor las definen, estos nos permiten predecir los valores esperados y a su vez ayudan a estimar los coeficientes para conocer los valores más probables de lactancia extendidas.

# **1. OBJETIVOS**

## **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Calcular el costo de producción de un litro de leche y graficar la curvas de lactancia en un sistema Bufalino.

## **1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Recolectar información de costos de producción en la hacienda Bufalera Santa Isabel.
- Realizar el cálculo de costos de producción de cada litro de leche.
- Realizar pesajes, con el fin de recolectar la información de producción de leche
- Graficar las curvas de lactancia a partir de la información de pesajes obtenida.
- Realizar el análisis de los resultados para determinar el grado de eficiencia del sistema.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Dentro de un sistema productivo es de vital importancia el conocimiento de los costos de producción y el hallazgo de las variables que lo afectan, con el fin de determinar el grado de eficiencia de dicho sistema en cuanto a rentabilidad y confiabilidad, es por esto que realizar un análisis de los costos de producción se hace necesario, inicialmente para determinar la viabilidad de la producción de leche de búfala y posteriormente para su mejora continua, es así como este trabajo busca determinar los costos de producción del litro de leche de búfala para determinar si es rentable o no este tipo de lechería.

También se pretende encontrar el nivel de producción de un hato Bufalero lechero de acuerdo al periodo de lactancia con las curvas de lactancia, a su vez pueden ser utilizadas para una variedad de propósitos, como el pronóstico de la producción total a partir de muestras parciales, planificación del hato con la ayuda de la predicción confiable de la producción, selección a partir del conocimiento de las relaciones entre las diferentes partes de la curva entre otros, esto con el propósito de mantener o descartar un pie de cría.

### **3. MARCO TEÓRICO**

Actualmente Colombia cuenta con un inventario de animales superior a los 100.000 búfalos, repartidos en todos el territorio nacional, cantidad bien inferior cuando la comparamos con países como la India, que posee un inventario de aproximadamente 98 millones de animales, con Pakistán con 26,3 millones, China con 22,745 millones y con el Brasil, país que posee el mayor número de animales en Latinoamérica, 1.174 millones de cabezas.( FAO, 2006).

Los búfalos son reconocidos por su excelente capacidad de conversión de alimentos, por utilizar gramíneas de baja calidad de manera más eficiente que los bovinos. La capacidad de sobrevivir en condiciones precarias de manejo y alimentación, garantiza una gran ventaja sobre las otras especies de explotación lechera. Además de eso, las hembras bufalinas tienen una vida productiva mayor, pudiendo sustentar de 9 a 10 lactancias. Todavía, en comparación al que se observa en la bovinocultura, ese potencial genético ha sido poco estudiado o explorado en el sentido de alcanzarse una mayor adaptación de las búfalas a las practicas modernas de producción lechera en gran escala. (THOMAS, 2004)

La superioridad nutricional y de rendimiento industrial de la búfala en relación a la de la vaca, se debe a su composición química que comprende mayores niveles de proteína, grasa, minerales como calcio y fósforo, además un mayor contenido de lactosa y cenizas, esa composición le confiere a la leche bufalina, en relación a la leche bovina, una acidez titulable con valores elevados, sabor levente más dulce y una coloración totalmente blanca en función de la ausencia total de pigmentos carotenoides. (MADALENA, 1988; BENAVIDES, 1999).

### 3.1. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Son una medida específica para cada empresa, producto y situación particular, por tanto deben calcularse sobre datos específicos y propios de cada caso, evitando generalizaciones o promedios.

También se definen como la valoración económica de los recursos incurridos o sacrificados en la obtención de productos y / o servicios.

#### 3.1.1. Clasificación de los costos

##### Clasificación de costos según su identificación

- **Costos directos:** Son los elementos de costo que pueden identificar específicamente en su aspecto físico o su valor con un producto, función, o proceso en particular, por tanto, existen materiales y mano de obra directa cuando para un producto o dependencia es posible registrar y cuantificar la cantidad y valor de los materiales y mano de obra requeridos específicamente por el producto o la dependencia para lo cual se costea. Sería el caso que en una finca se disponga de operarios solo para el ordeño, en este caso sería mano de obra directa en producción de leche, así mismo, los insumos de alimentación de la vaca como son el pasto y la sal son considerados como costos directos.
- **Indirectos:** Son los recursos que no se identifican fácilmente en cantidad y valor con el área, producto o proceso que se esté costeaando, ó sea es todo lo contrario de los directos, como puede ser la energía, intereses financieros, etc., en relación a la mano de obra, esta se considera como indirecta si, el operario ordeña, pero también realiza otro tipo de actividades en la finca no relacionadas directamente con la



producción de leche, como puede ser el manejo de otro tipo de animales como pueden ser las hembras de levante y novillas o equinos que pertenecen a otros centros de costos, por tanto sería considerado como mano de obra indirecta.

### **Clasificación de costos según su comportamiento**

Es la clasificación de los costos de acuerdo a su comportamiento con relación a su variación respecto a la variación de los niveles de producción, y de acuerdo a esto se tienen costos fijos y variables.

- **Costos Fijos:** Son aquellos costos que en un corto plazo económico permanecen invariables a pesar de los cambios en el nivel de producción, o sea que se mantienen constantes así la producción disminuya o aumente. Estos se dividen en costos fijos desembolsables como los salarios por mano de obra de producción y administrativa, arriendos, intereses financieros, primas de seguro y los impuestos, y se tienen los fijos no desembolsables como son la depreciación de la maquinaria y equipo, además la mano de obra familiar, estos últimos factores aunque su uso no supone desembolso alguno para la empresa, tienen un costo, ya que desde el punto de vista económico los recursos deben ser valorados por su costo de oportunidad. En teoría, el sueldo que se le asigne a la mano de obra propia debería ser igual al que podría haber obtenido fuera de la explotación. Sin embargo esto es difícil de llevar a cabo en la práctica y se debe tener un criterio lógico en su asignación. Los costos fijos pueden llegar a aumentar, si la empresa ganadera decide aumentar su capacidad productiva, cosa que normalmente se logra a largo plazo, por esta razón, el concepto costo fijo debe entenderse en términos de aquellos costos que se mantienen constantes dentro de un período de tiempo relativamente corto, este aumento se presenta cuando se amplía la capacidad de las instalaciones para alojar y ordeñar las vacas, cuando se compra un

tanque de almacenamiento de mayor capacidad, en este caso se tendría un mayor costo fundamentalmente por depreciación de estos activos, inversiones que se justifican solo si a esta mayor capacidad corresponde incrementos en los niveles de producción, de lo contrario tendríamos aumento de costos fijos totales y aumento de costos fijos por unidad producida.

- **Costos Variables:** Son aquellos costos que varían en función directa a la variación del volumen de producción. El costo de la materia prima y el costo de la mano de obra directa son los elementos más importantes del costo variable. La decisión de aumentar el nivel de producción significa el uso de más materia prima y más mano de obra, por lo que el costo variable total tiende a aumentar la producción. Es de anotar que finalmente, cuando las explotaciones llegan a su máxima utilización todos los costos tienden a comportasen como fijos.

Con respecto a los costos de forraje, aunque cumplen la condición de ser variables, deben ser manejados con más detalle y cuidado debido a la importancia que estos representan en las ganaderías, debido a que en una explotación ganadera se pueden tener áreas dedicadas a ceba, cría y leche, por tanto el costo de forraje será proporcional al uso que haga cada actividad del forraje o área de pastura.

### **3.1.2. Centros de costos**

En las empresas ganaderas se desarrollan diferentes actividades de acuerdo al sistema de producción y a su estructura organizativa, estas actividades corresponden a procesos, que nos entregan un producto que le genera ingresos tanto al centro como a la empresa en general. A cada una de estas actividades les asignamos costos, pues en cada uno de estas debemos invertir recursos físicos y humanos, y estas actividades nos van a entregar productos, que representan los ingresos esperados de cada actividad de estas y podemos

realizar los análisis financieros a cada uno de estos para conocer su costo de producción y demás índices de rentabilidad.

Estos centros son cuentas transitorias, a las cuales se le asignan, tabulan o acumulan los costos y gastos operacionales, tanto directos como indirectos, siempre que estos estén incorporados a la producción de la renta.

Esta creación de centros de costos permite mayor exactitud y facilidad operativa, para evaluar la eficiencia técnico – económica de cada una de las actividades en la explotación agropecuaria, y de esta forma, obviar posibles sesgos que enmascaren deficiencias de alguna de dichas actividades, mediante el rendimiento de las demás.

En lechería Especializada se pueden diferenciar claramente tres actividades que representan los respectivos centros de costos:

- Proceso de cría.
- Levante – primer parto.
- Producción de leche.

Además se tiene un trabajo muy específico con las praderas, el cual tiene su propio centro de costos, este centro se presenta en todos los sistemas de producción, pues es necesario para cada uno de los procesos, en la tabla 1 observamos los centros de costos asociados a la lechería especializada.

**Tabla 1.** Centros de costos sistema de lechería especializada.

<b>FORRAJES</b>			
<b>PROCESOS</b>	Levante de crías	Levante primer parto	Producción de leche
<b>PRODUCTOS</b>	Crías	Novillas de reemplazo	Leche
<b>INGRESOS</b>	Ventas de M y H, transferencias	Venta de H y transferencias	Venta de leche y vacas de descarte

Fuente: SANCHEZ TRUJILLO, Alberto. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHESISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPECIALIZADO, U de A.

Estos procesos que generan costos, tienen productos como son las crías, las novillas de reemplazo y la leche, y estos productos son los que generan los ingresos al centro de costos y van a constituir los centros de utilidades.

En praderas el producto esperado es kilos de forraje, el cual se debe suministrar a cada una de las actividades de cría, levante y producción y debemos conocer que cantidad de forraje se va a consumir o que área del total va a utilizar cada uno de éstas y poder asignar el costo de este consumo.

En el sistema de producción doble propósito se integra la cría con la producción de leche pues éstas se levantan con las vacas hasta el destete, donde pasan al levante y desarrollo hasta su primer parto, donde continúan en la actividad de producción de leche,

Proceso de producción de leche y cría.

Levante – primer parto.

Al igual que la lechería especializada se tiene el centro de costos de praderas, en Tabla 2 vemos los centros de costos para esta.

**Tabla 2.** Centro de costos sistema doble propósito.

<b>FORRAJES</b>		
<b>PROCESOS</b>	<b>Producción de leche</b>	<b>Levante primer parto</b>
<b>PRODUCTOS</b>	<b>Leche – vacas - destetos</b>	<b>Novillas de reemplazo</b>
<b>INGRESOS</b>	<b>Venta de leche y vacas de descarte, destetos</b>	<b>Venta de H y transferencias</b>

Fuente: SANCHEZ TRUJILLO, Alberto. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHESISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPECIALIZADO, U de A.

En el sistema doble propósito se genera carne y leche en el centro de costos de producción de leche y el centro de levante nos produce las novillas de reemplazo.

En la ganadería de cría, al igual que en el doble propósito solo se tiene dos centros de costos en cuanto al manejo de los animales, la diferencia es que el centro de cría (leche) solo produce carne representado en los animales destetos, pues las vacas no se ordeñan, en la tabla 3 observamos los centros de costos para la cría.

**Tabla 3.** Centro de costos sistema de cría

<b>FORRAJES</b>		
<b>PROCESOS</b>	<b>Cría</b>	<b>Levante primer parto</b>
<b>PRODUCTOS</b>	<b>Crías destetas – vacas</b>	<b>Novillas de reemplazo</b>
<b>INGRESOS</b>	<b>Venta de crías destetas y vacas de descarte</b>	<b>Venta de H y transferencias</b>

Fuente: SANCHEZ TRUJILLO, Alberto. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHESISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPECIALIZADO, U de A.

En ceba se tiene el centro de costos de ceba con un producto que es el animal cebado, al igual que en los otros sistemas se tiene un centro de costos para los forrajes, el cual observamos en la tabla 4.

**Tabla 4.** Centro de Costos Sistema de Ceba.

<b>FORRAJES</b>	
<b>PROCESOS</b>	<b>Producción de carne</b>
<b>PRODUCTOS</b>	<b>Animal cebado</b>
<b>INGRESOS</b>	<b>Venta de animales cebados</b>

Fuente: SANCHEZ TRUJILLO, Alberto. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHESISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPECIALIZADO, U de A. (SANCHEZ,2004)

### **3.1.3. La ganadería de doble propósito y su racionalidad económica**

En las zonas tropicales bajas como la Costa Caribe colombiana, los recursos productivos más abundantes son la tierra y la mano de obra no calificada, pero con frecuencia éstos tienen pocos usos alternativos. Una de las características de los suelos tropicales, como las sabanas existentes en las Llanuras del Caribe, “es su baja fertilidad, asociada con problemas físicos y químicos como la acidez, la saturación de aluminio, la susceptibilidad a la erosión y en general la fragilidad de su estructura física”. Al ser estos suelos poco aptos para la agricultura, la ganadería extensiva se convierte en una de las escasas formas de explotación comercial, y dentro de ésta el sistema de doble propósito, que por su escaso nivel de especialización implica bajos montos de inversión en infraestructura y equipos. Un reciente trabajo sobre los sistemas de doble finalidad en Colombia muestra que una alta proporción de la inversión total está representada por tierra (74%) y ganado (14%), mientras la infraestructura y equipos representaba el 12%. Por el contrario, en las ganaderías de leche la inversión por hectárea en instalaciones y equipos es considerablemente mayor que en las de doble propósito. En Colombia esta relación puede llegar a ser de 4 a 1.

La lechería especializada produce entre 7 y 10 veces más leche que el doble propósito, pero al estimar los costos por unidad de producción, estos últimos son altamente competitivos frente a los especializados. Al analizar las cifras de

la tabla 5 para Colombia encontramos que durante el período 1988-2000 la rentabilidad ganadera en general mostró una tendencia decreciente, pero tal caída afectó en mayor medida a los sistemas especializados. Mientras la ganadería de doble propósito pasó de una rentabilidad de 4,2% a 2,7% durante el período analizado, el sistema de lechería especializada cayó de 6,8% a 2,8% en el mismo lapso. El análisis muestra cómo el sistema de doble propósito se ajusta a la dotación de recursos de la región Caribe, al utilizar en forma intensiva recursos abundantes y de bajo costo de oportunidad, como mano de obra familiar y tierras de bajo valor comercial, a continuación en la tabla 5 observamos los diferentes valores de productividad, costos y rentabilidad para 1988 y 2000

**Tabla 5.** Productividad, costos y Rentabilidad de la ganadería en Colombia 1988 y 2000

Variables	Sistemas de producción			
	Doble propósito		Lechería especializada	
	1988	2000	1988	2000
<u>Productividad</u>				
Leche (kg/ha/año)	453	654	4.132	4.708
Carne (kg/ha/año)	115	107	212	114
Carga animal (AU/ha)	1.3	1.5	2.3	2.7
<u>Costos de producción</u>				
Leche (US\$/kg)	0.19	0.16	0.21	0.19
Carne (US\$/kg)	0.73	0.57	0.98	0.60
Inversión total (US\$/ha)	2.632	3.359	11.114	7.787
Rentabilidad (%)	4.2	2.7	6.8	2.8

FUENTE: Rivas y Holmann, 2002, p. 25.

En esta misma línea argumentativa, investigadores de Colciencias, Corpoica y CIAT se propusieron evaluar la ganadería de doble propósito en una de las subregiones de las Llanuras del Caribe. Con la ayuda de modelos de optimización, en 1999 los investigadores adelantaron un análisis técnico y económico de los actuales sistemas de producción en el valle del río Cesar, y evaluaron la introducción de alternativas tecnológicas. La microrregión del valle del río Cesar está conformada por un área de 611.000 hectáreas, localizada en el piso térmico cálido (28° C en promedio). Este valle tiene una larga tradición agrícola, con suelos de alta fertilidad y adecuada infraestructura vial. Por razones diversas, en los últimos años la frontera agrícola se redujo en un 80%,

afectando cultivos anuales como algodón, arroz y sorgo. Estas áreas originalmente agrícolas, están sembradas con pasturas para la ganadería. El 75% de las explotaciones ganaderas son mayores a 200 hectáreas, 21% cuentan con predios entre 51 y 200 hectáreas y 4% corresponde a predios menores de 50 hectáreas. Con los recursos disponibles en la región y para una finca representativa de 300 hectáreas sembrada con pasto angleton, el mayor ingreso neto se obtiene con el sistema de doble propósito. Este sistema generaría 2.090 jornales al año, albergaría 287 animales (un trabajador por cada 7 unidades animal), con un costo operativo anual de 36.000 dólares y un ingreso neto por finca de 34.700 dólares anuales, en la tabla 6 analizamos observamos los diferentes escenarios.

**Tabla 6.** Escenarios resultantes utilizados para el análisis de los sistemas de producción agropecuarios en el Valle del Cesar 1997.

Sistema de producción	Doble propósito	Doble propósito	Doble propósito	Cultivo de arroz	Cultivo algodón	Cultivo de sorgo
Área (Ha.)	300 de pasto angleton	169 colosuana 131 angleton	300 de colosuana	300 de arroz	300 de algodón	300 de sorgo
Unidades animal (#)	287	251	202	0	0	0
Utilización mano obra (jornal/año)	2.090	1.813	1.537	15.300	15.450	2.208
Costos operativos (US\$/año)	36.247	27.747	19.861	733.391	282.794	106.946
Ingreso neto/finca (US\$/año)	34.780	28.766	10.333	37.356	34.986	35.070

FUENTE: *Pasturas Tropicales*, Vol. 23, N° 3, Consorcio Tropicoleche, Cali, 1999, p. 4.

Por unidad productiva se generaría un ingreso neto anual de 0,96 dólares por cada dólar de costos operativos, lo que muestra las bondades económicas de la propuesta, por lo que se plantea como una alternativa viable para la región Caribe, debido a que es posible su manejo con pasturas nativas o mejoradas. El arroz era el sistema de producción agrícola que mejor competía con la explotación bovina doble propósito, pero sus principales limitantes eran el alto requerimiento de mano de obra (siete veces más), la baja disponibilidad de



agua para riego que sólo cubría 15% del valle del Cesar y los altos costos de producción (20 veces más por hectárea).

El estudio conceptúa que en el valle del Cesar es factible introducir el sistema de Lechería especializada, el cual podría ser más rentable que el sistema de doble propósito. Para llegar a esta situación se hace necesario introducir animales con mayor potencial genético y reforzar la práctica de dos ordeños diarios. En síntesis, para finales de la década de 1990 los sistemas de levante y ceba no presentaron buenas rentabilidades en el valle del río Cesar. Por el contrario, la ganadería de doble propósito constituía la mejor opción para la zona del Cesar y la Región Caribe en general, “debido a que presentaba menores costos de mano de obra y la posibilidad de venta de leche y carne simultáneamente. Este resultado explica por qué en la región se han incrementado las áreas de pasturas mejoradas para remplazar los cultivos agrícolas”.(VILORIA 2003)

En la ganadería la estructura de costos es diferente en cada sistema de producción. Al respecto, es útil conocer el indicador global de costos de la ganadería en colombiana desarrollada por Fedegan, que se ha convertido en referente para evaluar la competitividad de estas empresas agropecuarias. La estructura y seguimiento de los costos parte de una tecnología específica e identifica los componentes de costos y gastos por unidad productiva. Fedegan trabaja ponderadores fijos por actividad ganadera, y en este sentido la participación de los costos de mano de obra son los más elevados en los diferentes sistemas ganaderos, en la siguiente tabla observamos los diferentes componentes de los costos en cada uno de los sistemas y su participación porcentual dentro del costo total.

**Tabla 7.** Estructura de costos por sistema de producción ganadera, 2001 (%)

Ponderador	Leche	Ceba	Cría	Doble utilidad
<b>I. Mano de obra</b>	35,2	50,05	66,38	67
<b>II. Insumos de consumo corriente</b>	26,24	13,1	11,24	9,92
A. Nutrición	22,81	5,98	6,41	3,62
i. Sales	2,43	5,02	4,92	3,26
ii. Complementos alimenticios	20,18	0,97	1,49	0,36
B. Sanidad	3,62	7,12	4,82	6,3
i. Vacunas		2,08	1,4	0
ii. Implantes		0	0	0
iii. Drogas		5,04	3,42	0
<b>III. Sosténimiento de potreros</b>	17,37	13,19	7,23	7,06
A. Fertilizantes	9,81	0,95	0,25	0,12
B. Correctores de suelo	0,71	0	0	0,02
C. Herbicidas	1,48	8,45	3,95	4,27
D. Insecticidas	0,72	0,16	0,02	0,28
E. Adherentes	0,01	0,45	0,16	0,03
F. Semillas	2,87	0,75	0,82	0,36
G. Mantenimiento de cercas	1,97	2,42	2,05	1,89
<b>IV. Otros gastos</b>	15,35	18,5	11,88	10,97
A. Inseminación artificial	3,08	0,6	2,93	0,31
B. Combustibles y lubricantes	2,35	4,35	1,86	5,71
C. Construcciones	0,85	3,09	1,21	1,56
D. Arrendamiento de pastos	3,46	0,13	0	0,02
E. Arrendamiento de maquinaria	0,28	0,8	0	0,14
F. Transporte	3,12	8,01	4,37	1,92
G. Servicios	1,85	1,31	1,19	1,23
H. Uniformes y botas	0,35	0,2	0,31	0,07
<b>V. Maquinaria y equipo, reposición</b>	5,85	5,16	3,27	5,05
A. Maquinaria	0,56	0,18	0,28	0,7
B. Implementos agrícolas	0,23	0,15	0,24	0,26
C. Equipos	3,82	0,58	0,58	1,4
D. Aperos	0,86	2,48	1,86	2,26
E. Herramientas	0,38	0,37	0,31	0,43
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

FUENTE: Fedegan, Oficina de Planeación.

Así, en las ganaderías de cría y de doble utilidad los costos de mano de obra tienen una participación superior a 66% dentro de los costos totales, mientras en la ganadería lechera tal participación se reduce a 35%. Ahora, al relacionar esta estructura de costos (participaciones) con los costos de producción propiamente tal, encontramos que los gastos en mano de obra en el sistema de lecherías especializadas ascendían a \$664.000 por hectárea año, mientras en la Región Caribe no alcanzaban los \$200.000. Esta diferencia se presenta por los bajos costos de producción y la menor generación de empleo por hectárea

en la ganadería costeña, a pesar de tener un ponderador de mano de obra más elevado que en las regiones con lechería especializada. (Holmann y Rivas , 2003).

### **3.2. CURVAS DE LACTANCIA**

La evolución de la producción lechera desde el parto hasta el secado puede ser representada gráficamente por una curva de lactancia, la cual a su vez puede ser descrita por medio de una función matemática de un proceso biológico extremadamente complejo y sujeto a influencias, tanto genéticas como ambientales. Esto implica que se deba tener cuidado al emplearla para evitar interpretaciones erróneas.

A menudo se usan descripciones algebraicas de la curva de lactancia para una variedad de propósitos, entre los cuales se pueden citar: pronóstico de la producción total a partir de muestras parciales, planificación del hato con la ayuda de la predicción confiable de la producción, selección a partir del conocimiento de las relaciones entre las diferentes partes de la curva, entre otros. Pero es importante encontrar en cada medio de producción la función matemática que mejor describa la curva de lactancia de los animales.

La curva de lactancia es un resumen conciso de los patrones de producción de leche, determinados por la eficiencia biológica de una vaca. Por otro lado, los modelos estimados a partir de los registros de producción podrían ser empleados para predecir la producción de leche futura de un individuo o de un hato con el propósito de descartar o mantener un pie de cría. La forma de la curva de la lactancia indica a los ganaderos y profesionales, la necesidad de hacer cambios en el manejo alimenticio, por ejemplo, la porción pendiente de la curva indica que la vaca necesita un aumento en el plan nutricional y el declive de la misma indicaría una restricción en el plan nutricional de la misma.

La forma de la curva de lactancia es obtenida a partir de los parámetros que la caracterizan, como el nivel de producción inicial, el tiempo requerido en

alcanzar la producción máxima, la producción máxima o al pico, la persistencia o el nivel que se mantiene la producción, y la longitud de la lactancia.

Madsen 1975, considera de interés práctico el estudio del perfil de la curva de lactancia por varias razones:

- Cuando el alimento es suministrado de acuerdo con la producción estimada con anterioridad, una vaca que tiene una curva de lactancia más plana, necesita menos concentrado durante una lactancia en relación con otra de igual producción total pero con una curva más empinada.
- Una alta producción de leche al comienzo de la lactancia requiere de la vaca una alta actividad fisiológica, lo que a menudo conduce a desordenes reproductivos o enfermedades metabólicas. Por consiguiente, una moderada producción inicial combinada con una alta persistencia, es preferible a una alta producción inicial y un rápido descenso.
- El conocimiento de la probable configuración de la curva de lactancia permitiría realizar ensayos nutricionales mucho más eficientes, puesto que las diferencias entre tratamientos son más fáciles de detectar cuando los animales son agrupados de acuerdo con la curva esperada.

Para describir la producción de leche a través de la lactancia en animales domésticos, se han propuesto diversos modelos matemáticos. En ganado lechero, la modelación de las curvas de lactancia ha sido objeto de extensa investigación. La ecuación más ampliamente utilizada fue la propuesta por Wood en 1967 derivada de la función gama incompleta; sin embargo, en

animales domésticos similares a bovinos para carne, sólo se han propuesto y recomendado pocas ecuaciones .

Varios autores concluyeron que la forma de la curva de lactancia se ve afectada por diversos factores ambientales, tales como: año de parto, mes de parto y número de partos. Existe una relación directa entre la forma de la curva de lactancia y la producción de pasturas en la pradera, en sistemas de alimentación a potreros.

El uso de modelos matemáticos, tanto mecanísticos como empíricos, ha permitido conocer las curvas de lactancia de animales domésticos en diferentes sistemas de producción lechera. Sin embargo, no todos los modelos matemáticos se adecúan a una curva de lactancia típica, con sus respectivas fases secuenciales de producción ascendente, máxima y descendente. Por consiguiente, un modelo adecuado sería aquel que permita predecir la producción máxima y el lapso requerido para que ella ocurra. Asimismo, los parámetros de un modelo adecuado de la curva de lactación deben reflejar las influencias de factores genéticos, fisiológicos, productivos, ambientales, y sus interacciones.

Dentro de los modelos matemáticos empíricos que permiten describir una curva de lactancia, están los exponenciales negativos, los gamma incompletos y los de tipo polinomial, los cuales permiten estimar el promedio de la producción de leche ( $y$ ) en un tiempo dado ( $t$ ). Cada uno de estos modelos matemáticos presenta sus respectivas ventajas y desventajas: los modelos exponenciales negativos fueron las primeras aproximaciones empíricas que describieron la curva de la lactancia de un animal y su énfasis descriptivo radica en la persistencia para la producción de leche; por otro lado, los modelos gamma incompletos son los más usados para describir la curva de lactación en ganado lechero, y los modelos polinomiales son simplificaciones lineales de la curva de la lactancia.

### **3.2.1. El interés de la curva de lactancia**

En el área del mejoramiento genético, las curvas de lactancia permiten predecir el desempeño de todas las madres, información que se puede utilizar en la preselección de animales jóvenes destinados a las pruebas de progenie, desempeño o ambas.

Para caracterizar las curvas de producción lechera es necesario conocer los modelos que mejor las definen; estos son los que permiten predecir los valores esperados y a su vez, ayudan a estimar los coeficientes para conocer los valores más probables de las lactancias extendidas. Esta metodología se basa en la obtención de una curva de lactancia estándar para grupos animales, a partir de la cual, en combinación con la parte conocida de la lactancia, se estime la producción de los controles faltantes y posteriormente la producción total. Las extensiones de lactancia son de interés práctico en las valoraciones genéticas, ya que permiten predecir la producción total de leche a partir de registros parciales, para realizar las evaluaciones de toros y seleccionar, lo antes posible, las madres de los futuros sementales. (REKAYA ,BEJAR, CARABAÑO,1995).

Los trabajos sobre modelación de datos experimentales desde la metodología de modelos mixtos, han brindado la posibilidad de analizar datos con estructuras de dependencia, no balanceados y en ocasiones con falta de normalidad. Esta metodología permite contemplar la falta de cumplimiento de los supuestos tradicionales y modelar de la mejor forma posible complicadas estructuras de bases de datos y representan una rica y poderosa herramienta para analizar datos con medidas repetidas.

Los modelos mixtos permiten analizar tanto los efectos aleatorios como los fijos y relacionarlos con la variable respuesta. Estos modelos pueden tomar varias formas, pero la más común es la que indica una distribución condicionada para la variable respuesta dada por los efectos aleatorios.

Para caracterizar las curvas de producción lechera es necesario conocer los modelos que mejor las definen. Estos son los que permiten predecir los valores esperados y a su vez, ayudan a estimar los coeficientes para conocer los valores más probables de las lactancias extendidas. (Rekaya et al 1995). En el caso de modelos mixtos, para las curvas de lactancias se consideran los parámetros  $b_0$ ,  $b_1$  y  $b_2$ , como efectos fijos con la inclusión de efectos aleatorios, los cuales permiten tener una relación no lineal con la variable respuesta.

Por ejemplo, al incluir un parámetro aleatorio en la curva de Wood se tiene:  $y_{ij} = (A_1 + b_{0i})t^{A_2} \exp^{-A_3 t} + e_{ij}$ . Donde:  $b_{0i} \sim N(0, \sigma_{b_0}^2)$ , es una variable no observable que representa una desviación aleatoria del coeficiente  $b_0$  de la  $i$ -ésima lactancia, y  $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$ , es el error, asociado a la variabilidad individual de las observaciones que no se explican con el modelo y que reflejan el hecho de que las curvas pueden estar afectadas por efectos aleatorios no considerados.

Lindstrom y Bates (1990) encontraron, que la incorporación de estos términos otorga la flexibilidad necesaria al modelo logístico, eliminar la necesidad de ajustar formas funcionales diferentes para individuos de un mismo hato.

La interpretación de los coeficientes de regresión de la ecuación de la curva de lactancia, en los modelos con efectos aleatorios, es la misma que la realizada en un modelo con estructura de covarianza simple. Luego, estos modelos que permiten obtener mejores predicciones y realizar comparaciones de curvas de lactancia poblacionales con errores estándares apropiados no presentan mayor complejidad para realizar interpretaciones de lactancia modelos basados en el cuestionamiento supuesto de independencia.

Los modelos no lineales consideran la presencia de efectos fijos y aleatorios en bases de datos, se muestra bastante flexible y de mayor precisión, cuando es comparada con metodologías que utilizan solamente los efectos fijos en los modelos.

Esta metodología ha sido poco implementada en trabajos de modelación para curvas de lactancia, siendo esta una buena forma para modelar, ya que considera la presencia de efectos fijos y aleatorios que están influyendo en el proceso biológico de lactancia. (Calegario y Mastri 2005).

La leche de búfala tiene alto valor nutritivo, es excelente para la preparación de derivados como quesos, manteca, leche en polvo, leche maternizada, leche fermentada, helados y dulce de leche, entre otros. Además, posee un óptimo rendimiento en la elaboración de estos alimentos, pues contiene más sólidos totales, grasa, proteína y lactosa que la leche bovina.

Cada búfalo recaba entre una y media y dos hectáreas de espacio en los potreros para alimentarse en suelos de baja calidad, indicador que se conoce como la carga animal por pasto.

Con la cantidad de terrenos que permanecen improductivos en la ganadería por la falta de rebaño vacuno, la especie tiene grandes perspectivas de desarrollo en Colombia.

La proporción ingestión-rumia es mucho mejor que la obtenida por los otros vacunos, debido a que los búfalos dedican menor tiempo a la ingestión y mayor a la rumia, a la inversa de otras razas bovinas.

### **3.2.2. Comparativo leche de búfalo vs leche de vaca**

La leche de búfala es más cara de producir y más escasa que la de vaca, es más blanca porque carece de pigmentos carotenoides como el beta-caroteno (provitamina A), la leche de búfala tiene el doble de grasa (8%) que la leche de vaca entera (3,7%), si bien la concentración de colesterol (275 miligramos cada 100 gramos de grasa) es inferior a la de la leche de vaca (de 330 a 380 mg/100g), es más rica en calcio (199 mg/100 g frente a los 115 mg/100 g de la leche de vaca) y magnesio (18 mg/100 g frente a 10 mg/100 g), pero más



pobre en sodio, potasio y cloro, aporta más calorías que la de vaca: entre 1,5 y 2 veces más energía.

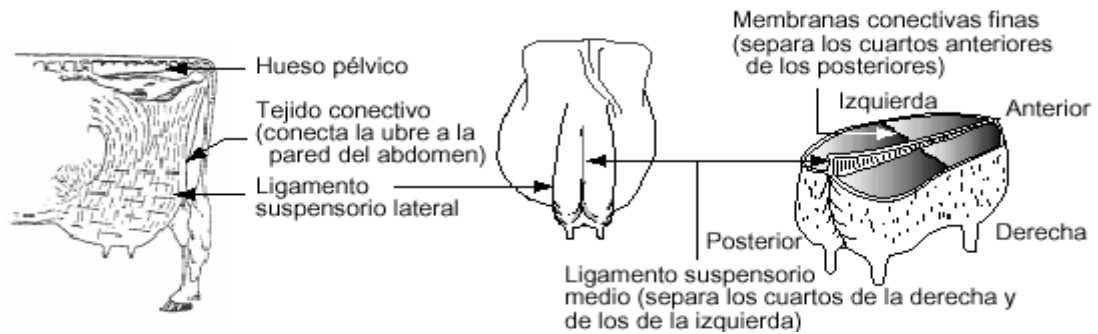
Dado que la leche de búfala es la materia prima para elaborar la mozzarella original, el valor nutritivo y energético superior de la leche de búfala determina también la diferencia nutritiva entre los mozzarella al estilo tradicional y los elaborados con leche de vaca.

La leche de vaca, oveja, cabra y búfala es de gran importancia para la economía en la elaboración de quesos, cremas mantequillas, helados y yogurts. Los ciclos de lactancia condicionados biológicamente limitan la disponibilidad de cada tipo de leche al tiempo de lactancia, que comprende 300 días en las vacas, 240 días en las cabras y 150 días en las ovejas, pero hay diferencias según las regiones y las estaciones que deben considerarse en la producción de leches de ovejas y cabras. Las cualidades de la leche de estos animales contribuyen decisivamente a su porcentaje de participación en la elaboración de queso. Así, de una vaca adulta se espera una producción anual de leche de al menos diez veces el peso del animal. Según las razas, las producciones anuales de leche alcanzan entre los 5,000 y los 7,000 Kg. de leche. En las cabras, estas cantidades oscilan entre los 500 y los 800 Kg., y en las ovejas entre 400 y 500 Kg.

### **3.2.3. Producción de leche**

La ubre está diseñada para producir y ofrecer al recién nacido un fácil acceso a la leche. La ubre se encuentra suspendida por fuera de la pared del abdomen posterior y no se encuentra fijada, soportada o protegida por ninguna estructura ósea. Existe un grupo de ligamentos y tejido conectivo que son los que mantienen a la ubre cerca de la pared corporal; esas estructuras que soportan a la ubre son el ligamento suspensorio medio y el ligamento suspensorio lateral, como se indica en la figura 1.(WATTIAUX, 2005).

**Figura 1.** Sistema de soporte de la ubre de la vaca.



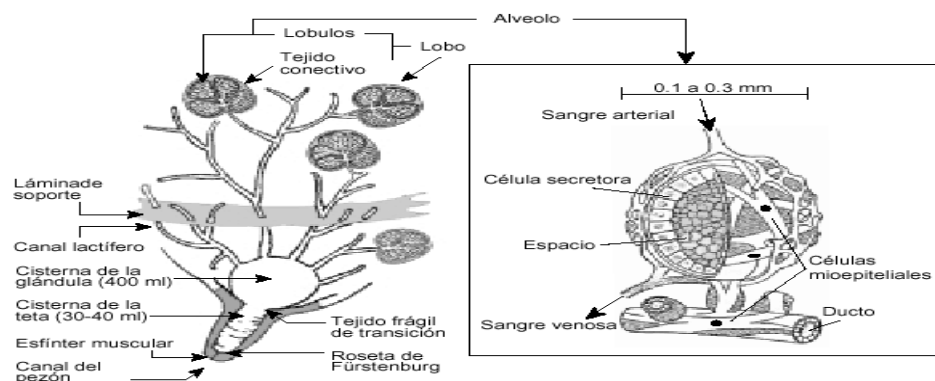
Fuente: Wattiaux, Instituto Babcock

El ligamento suspensorio medio es un tejido elástico que fija la ubre a la pared abdominal. Cuando la vaca se observa desde atrás, un surco medial distintivo, marca la posición del ligamento suspensorio medio. La elasticidad del ligamento medio le permite actuar como un amortiguador cuando la vaca se mueve y también adaptarse a los cambios de tamaño y peso de la ubre con la producción de leche y la edad. Los daños o debilidades en el ligamento suspensorio pueden causar el descenso de la ubre, esto hace difícil el ordeño y expone a los pezones a ser dañados. La selección genética para un ligamento suspensorio fuerte es efectiva para minimizar estos problemas. En contraste con el ligamento suspensorio medio, el ligamento suspensorio lateral es un tejido fibroso poco flexible. Alcanza los lados de la ubre desde los tendones alrededor de los huesos púbicos para formar una estructura de soporte. (WATTIAUX, 2005)

La glándula mamaria es originada de la capa ectodérmica, es histológicamente del tipo túbulo-alveolar compuesto, se constituye de un parénquima (tejido glandular secretor) y el estroma (tejido conectivo). El tejido glandular está compuesto por numerosos alvéolos (pequeñas cavidades), con diámetro de 0,1 a 0,25 mm, estos alvéolos se agrupan y luego forman una especie de racimo, este está recubierto por una capa de células secretoras, epiteliales o alveolares, envueltas por células mioepiteliales, que poseen estructuras contráctiles y actúan en el proceso de eyección de leche. (PRATA, 2001).

Un lóbulo es un grupo de 10 a 100 alvéolos que drenan por medio de un conducto en común ( ver siguiente figura). Los alvéolos se comunican con los canales galactóforos, formando una intensa red, que terminará en canales de mayor calibre que desembocan en una cavidad de mayor tamaño denominada cisterna de la glándula, que se prolonga hasta la cisterna del pezón. Estas cisternas (del pezón y de la glándula), están revestidas por un epitelio de doble capa, una primera capa de células cúbicas, recubiertas por una segunda, constituida por células cilíndricas altas.

**Figura 2.** Los alvéolos y conductos que forman el sistema secretor de leche.



Fuente: Wattiaux, Instituto Babcock

La ubre, posee cuatro glándulas (cuartos) y a cada una le corresponde una teta o pezón, este pezón está compuesto por una cisterna y un esfínter, el cual se localiza en el extremo inferior, su función como esfínter está dada por el músculo orbicular, que promueve el cierre impidiendo la salida espontánea de la leche y dificulta el ingreso de patógenos. Además de esto, en el interior del pezón existe una estructura llamada "Roseta de Fustenberg", compuesta por algunos dobleces de la membrana mucosa, en disposición radial con algunos dobleces secundarios; externamente la piel está constituida por epitelio escamoso estratificado, que a nivel de la abertura externa, por descamación,

produce un material ceruminoso con propiedades bacteriostáticas, dificultando el desarrollo y la penetración de microorganismos.(PRATA,2001).

#### **3.2.4. Diferenciación anatómica de la glándula mamaria de la búfala**

En la mayoría de las especies mamíferas dedicadas a la producción de leche, encontramos que la glándula mamaria se divide en, porción alveolar y porción cisternal. Del total de la leche secretada en 10 a 12 horas en vacas, la fracción de leche de la cisterna ha sido reportada entre el 20 y el 40% mientras en cabras y ovejas las cavidades de las cisternas son entre el 50 y el 70% respectivamente. Sin embargo recientes estudios en búfalas donde la fracción de la cisterna y de los alvéolos fueron medidas revelaron que en búfalas el 95% de la leche secretada entre ordeños es almacenada en el tejido secretor o alveolar. De acuerdo con lo anterior observamos que la búfala cuenta tan solo con un 5% de fracción cisternal y en algunos casos no existe evidencia de dicha estructura, razón por la cual en la mayoría de los casos los pezones se encuentran totalmente vacíos antes del momento de la eyección de la leche. En cuanto al área cisternal total (Pezón y glándula) las búfalas tienen de alrededor de 22 cm<sup>2</sup> por cada cuarto, lo cual corresponde a la mitad de lo que se ha observado en vacas 40 – 45 cm<sup>2</sup>. Sin embargo un estudio llevado a cabo recientemente demuestra que el búfalo mediterráneo tiene un volumen cisternal que varía entre 75 y 220 cm<sup>3</sup> y un volumen alveolar que va desde 3000 a 4000 cm<sup>3</sup>., esto evidencia claramente que los parámetros de volumen cisternal encontrados actualmente en Vacas, cabras, ovejas y aun en Búfalas mediterráneas son resultado del trabajo de selección y mejoramiento genético enfocado hacia la obtención de animales de alta producción y facilidad de ordeño adaptados a condiciones de producción especializada. Esto no quiere decir que razas con menor capacidad de almacenamiento tal como la Murrah carezcan de una aptitud lechera si no que por el contrario han sido manejadas bajo parámetros de sistemas de producción doble propósito en donde además de una buena producción, la habilidad materna juega un rol importante dentro del concepto del sistema. (Thomas 2.004).

De una forma u otra es importante resaltar que la velocidad de secreción y de remoción de la leche está influenciado directamente por el tamaño de la cisterna y en consecuencia de la porción cisternal de leche. Animales con mayores tamaños de cisternas tienen la habilidad de producir y almacenar mayor cantidad de leche, de requerir menores estímulos al momento del ordeño, y por ende facilitar el manejo de las rutinas y del proceso de extracción. Es por esto que aquellos productores que pretendan especializar sus sistemas de producción pasando de sistemas de doble propósito a lechería especializada, deben enfocar su trabajo inicialmente en la búsqueda de líneas genéticas inter raciales o intra raciales que permitan obtener características que faciliten los procedimientos de producción, ya que de lo contrario encontrarán un tipo de animal que no se adapta a los requerimientos del sistema que pretenden establecer.

Además del factor cisternal anteriormente descrito, anatómicamente la ubre de la Búfala se caracteriza por tener pezones más largos y flácidos que los del ganado bovino, estos a su vez pueden poseer diferentes formas tales como, cilíndricos, cónicos y en forma de botella. Los más frecuentemente encontrados son los de forma cilíndrica. En cuanto al tamaño de los pezones, razas como la Murrah posee pezones más largos y con mayor rango de tamaños que los encontrados en razas tales como la mediterránea. Por otro lado el epitelio del canal del pezón es más fuerte y compacto en las búfalas que en las vacas y a su vez el canal del pezón es más largo en la búfala. En un estudio reciente se demostró que el canal del pezón en Búfalas Egipcias era 30 a 40% más largo que el de las vacas Holstein. (El-Ghousien et al, 2.002).

### **3.2.5. Diferenciación fisiológica de la eyeción de la leche en la búfala**

Comúnmente se habla de la dificultad y de la falta de regularidad en los tiempos correspondientes a la bajada de la leche en las búfalas, esto debido

principalmente a la debilidad del reflejo de eyección por el cual se requiere de un mayor estímulo para su correspondiente activación, y del fuerte tono del esfínter del pezón, que si bien actúa como un excelente mecanismo físico de defensa, contribuye a una mayor resistencia para la extracción de la leche al momento del ordeño.

La Búfala por naturaleza es un animal inteligente y de una gran habilidad materna, características que lo conllevan a considerarse un animal especial que requiere de un manejo tranquilo y rutinario, ya que mínimos cambios en los procedimientos, en el manejo o en el trato pueden llegar a ser reconocidos con facilidad y por ende interrumpen el estado de confort del animal traduciéndose en estímulos interrumpidos o anulados que inhiben directamente la acción de la oxitocina por hormonas tales como la Adrenalina. En consecuencia la eyección retardada puede ser no solamente un factor común de la especie si no que puede llegar a intensificarse en cada individuo. Sin embargo, si se hace una selección genética cuidadosa enfocada a la producción de leche y a la facilidad de ordeño se puede lograr el objetivo de un buen ordeño de manera satisfactoria.

Por otro lado es importante comprender que del total de la leche extraída durante el ordeño, los primeros volúmenes de leche son los correspondientes a la fracción cisternal y los consecuentes son los correspondientes a la fracción alveolar, esto debido a que para evacuar la fracción cisternal tan solo es necesaria la acción de apertura sobre el esfínter, mientras que para evacuar la fracción alveolar es necesaria la acción directa de la oxitocina sobre el tejido secretor.

Si tenemos en cuenta que la oxitocina es determinante para la eyección de la leche y que mas del 95% de la leche se encuentra en el tejido alveolar el cual actúa solamente bajo el efecto de la oxitocina, podemos concluir que fisiológicamente el éxito de la extracción de la leche en la búfala radica en la calidad del estímulo y en la elocuencia con la que este desencadena la bajada

de la leche, pues de ser incompleto o anulado por situaciones de estrés dicha acción de la oxitocina será interrumpida, los alvéolos no se contraerán, la leche no se eyectará y finalmente quedara acumulada en el tejido secretorio, lo cual desencadenará a corto plazo un proceso inflamatorio en la glándula mamaria y su consecuente aumento en el recuento de células somáticas , y a largo plazo la activación del mecanismo de retroalimentación negativo del Factor inhibitorio de la Lactancia o FIL, el cual es secretado por las células alveolares y cuya activación sucede cuando hay acumulación de leche sobre las mismas, actuando como un mecanismo inhibitorio de producción causante de apoptosis y regresión celular, traduciéndose en una caída dramática de la producción. (Costa & Reineman, 2004).

La suma de una eyección de leche insuficiente, de una cisterna pequeña, de una alta cantidad de leche residual, del efecto del FIL y de las características anatómicas especiales hacen de la búfala un animal totalmente diferente a la vaca, y que requiere como tal un trato exclusivo y especializado. Definitivamente la búfala no es una vaca, es un animal maravilloso y particular, para lo cual debe ser manejada como tal, pues de lo contrario llevar a cabo procedimientos inadecuados y totalmente adoptados sin ningún tipo de adaptación o selección genética para trabajar bajo dichos sistemas pueden conllevar a situaciones dramáticas de confort y salud para el animal, y de baja eficiencia y producción para el sistema.

#### **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

Este trabajo fue realizado en departamento de Córdoba, en el municipio Planeta Rica vía La Manta, hacienda bufalera LA REINA, que cuenta con un área de 1.104 Hectáreas, en su mayoría con brachiarías, como humidícola y decumbens distribuidas para bovinos de ceba (779) y búfalas de leche, hembras bufalinas de levante, machos de levante, butoros reproductores y búfalas horras (1941). Las razas de tipo Bufalino que se encuentran en la finca son: Murrah, Jaffarafadi y Mediterraneo, teniendo en cuenta que se han ido cruzando a lo largo del tiempo.

La hacienda cuenta con un sistema de rotación alterna con potreros de 10 Hectáreas dichos potreros sostienen una carga de 40 -50 animales en producción con una rotación de 24 días.

Las características del terreno corresponden a Terreno plano 90%, el resto 10% con topografía ondulada las cuales no pasan de 300 MSNM.

En los terrenos bajos, sometidos a inundaciones prolongadas, los suelos son pasados, contienen más arcilla y por consiguiente su porosidad es inferior a la que presentan los terrenos más elevados con mejores desagües naturales. Las limitaciones más importantes para la producción están asociadas a los planos de inundación y las zonas montañosas de extremo pendiente. Terrenos los cuales son ideales para la especie bufalina de alta rusticidad

Está localizada entre los 09º 26` 16" y 07º 22` 05" de latitud norte, y los 74º 47` 43" y 76º 30` 01" de longitud oeste. Su clima varía, la temperatura media es de unos 27°C a 28°C. Los registros indican que las temperaturas máximas (32°C se presentan en el período de marzo - abril y las mínimas (24.5°C) en el período de junio - julio.

Los registros pluviométricos dan un promedio anual de 1537 mm. En la zona norte del municipio. La distribución es muy regular. Hay escasa precipitación



durante los meses de diciembre a marzo (29.8 mm/mes) para luego, paulatinamente aumentar y mantener un nivel de precipitación apreciable (188.5 mm/mes) y volver a disminuir durante los últimos meses del año.

Su humedad es de 81% dándose la más alta en el mes de octubre con 84% y la más baja en el mes de marzo con 76% coincidiendo con la terminación del invierno y el verano respectivamente.

Para el hallazgo de los costos de producción de un litro de leche de búfala se utilizó la consolidación de gastos y costos de ocho meses en un periodo de enero a agosto del 2008, En este periodo se contó con un promedio de 236 búfalas en producción con un promedio de 3 litros diarios

La hacienda en el último mes utilizó un circuito con las búfalas de producción de leche que contaba con 30 potreros de 1 ha con rotación diaria.

En esta Finca se realizaba un ordeño diario, entre 1:30am y 10:00am, éste se realizaba con estimulación del ternero En el corral de ordeño se cuenta con un jefe de ordeño, y varios ordenadores dependiendo de la cantidad de búfalas a ordeñar, se contaban con normas de esenciales de higiene que son: Ropa limpia, aseo personal, lavado de pezones con Yodo y secado, lavado de baldes en cada vaciada.

Para el hallazgo de las curvas de lactancia de esta lechería se utilizó la consolidación de pesajes de leche realizados con una balanza de reloj de 12.5 kg, realizados en dos periodos: el primero a partir de la segunda semana de agosto hasta la tercera semana de septiembre con dos pesajes por semana .el segundo a partir de la primera semana de noviembre hasta la segunda semana de diciembre del 2008 con 3 pesajes por semana de 150 búfalas.

## **5. CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN POR LITRO DE LECHE**

Para el cálculo de los costos de producción se utilizó la información suministrada por el área contable de la empresa, tomando los costos de un periodo de 8 meses comprendido entre enero de 2008 y agosto del mismo año, se tuvieron en cuenta los costos directos de fabricación, los indirectos y los gastos, debido a que los costos indirectos y los gastos no se encontraban diferenciados entre la producción de leche y la ceba, se utilizó un factor porcentual para la aplicación de dichos costos y gastos a la producción de leche.

La siguiente tabla muestra el resumen de los costos y gastos durante el periodo antes mencionado, así mismo dentro de los datos de entrada está el valor de la producción mensual de leche (Litros) con el fin de hallar el costo individual de cada litro de leche mes a mes.

**Tabla 8.** Resumen de costos de Producción de un litro de leche de Búfala Enero a Agosto de 2008, Hacienda La reina – Planeta Rica - Córdoba.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
<b>DATOS DE ENTRADA</b>								
Litros producidos	13.285.50	17.045.50	12.785.00	11.707.00	11.490.00	14.306.00	16.563.00	19.953.00
Precio de Venta x Litro de leche	\$ 1.083.44	\$ 1.083.44	\$ 1.175.75	\$ 1.344.29	\$ 1.376.44	\$ 1.351.94	\$ 1.441.55	\$ 1.465.45
Bufalas en producción	236	236	236	236	236	236	236	236
Hectareas en pastos	200	200	200	200	200	200	200	200
Total Animales en Finca (Bufalos + Bovinos)	2.719	2.719	2.719	2.719	2.719	2.719	2.719	2.719
Total (Bufalas + Crias) en Produccion	472	472	472	472	472	472	472	472
<b>COSTOS &amp; GASTOS</b>								
Mano de Obra Directa	\$ 1.785.310.00	\$ 1.304.969.00	\$ 3.650.811.00	\$ 4.993.745.00	\$ 6.446.136.00	\$ 5.522.303.00	\$ 6.798.263.00	\$ 8.017.816.00
Costos Indirectos de Fabricacion	\$ 1.575.699.99	\$ 2.103.124.09	\$ 1.905.537.69	\$ 1.826.532.47	\$ 1.280.695.52	\$ 2.085.396.97	\$ 2.600.788.28	\$ 2.517.864.57
Gastos Operativos	\$ 2.996.351.32	\$ 6.303.029.59	\$ 6.835.808.75	6.641.244.08	5.231.201.94	5.590.667.64	3.596.356.56	4.752.751.32
<b>TOTAL COSTOS Y GASTOS</b>	<b>\$ 6.357.361.30</b>	<b>\$ 9.711.122.68</b>	<b>\$ 12.392.157.44</b>	<b>\$ 13.461.521.55</b>	<b>\$ 12.958.033.45</b>	<b>\$ 13.198.367.60</b>	<b>\$ 12.995.407.84</b>	<b>\$ 15.288.431.89</b>
<b>DATOS DE SALIDA</b>								
Costo de Produccion x Litro	\$ 478.52	\$ 569.72	\$ 969.27	\$ 1.149.87	\$ 1.127.77	\$ 922.58	\$ 784.60	\$ 766.22
Total Venta	\$ 14.394.072.87	\$ 18.467.815.97	\$ 15.031.970.04	\$ 15.737.566.26	\$ 15.815.344.55	\$ 19.340.793.74	\$ 23.876.406.49	\$ 29.240.166.87
Utilidad Bruta \$ x Litro	\$ 604.92	\$ 513.72	\$ 206.48	\$ 194.42	\$ 248.68	\$ 429.36	\$ 656.95	\$ 699.23
Margen Utilidad Bruta %	55.83%	47.42%	17.56%	14.46%	18.07%	31.76%	45.57%	47.71%

**Tabla 9.** Total de Costos de Producción de leche de Búfala Enero a Agosto de 2008, y porcentajes de cada elemento del costo dentro de los costos totales, Hacienda La reina – Planeta Rica Córdoba

COSTOS & GASTOS	TOTALES	% DE COSTOS TOTALES
Mano de Obra Directa	\$ 38.519.353.00	40.0%
Costos Indirectos de Fabricación	\$ 15.895.639.57	16.5%
Gastos Operativos	41.947.411.18	43.5%
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 96.362.403.75</b>	<b>100.0%</b>

**Tabla 10.** Resumen de Resultados estudio de costos Enero a Agosto de 2008, Hacienda La reina – Planeta Rica Córdoba

<b>RESUMEN DE RESULTADOS ENERO A AGOSTO DE 2008</b>	
Produccion Promedio Lts x Mes	14.641.88
Precio Venta Promedio \$ x Lt	\$ 1.290.29
Costo de Produccion x Litro Promedio	\$ 846.07
Utilidad Bruta \$ x Lt	\$ 444.22
Margen Utilidad Bruta % Promedio	34.80%

## 6. GRAFICACIÓN DE CURVAS DE LACTANCIA

Para el hallazgo de las curvas de lactancia de esta lechería se utilizaron de 2 a 3 pesajes por semana en 2 periodos de mes y medio cada uno. Fueron empleados 2264 controles de 150 búfalas.

En la siguiente tabla se muestran los modelos matemáticos que se probaron con el fin de observar cual de estos se ajusta mejor a la curva de lactancia de las búfalas, considerando un parámetro aleatorio.

**Tabla 11.** Modelos Utilizados para describir la curva de lactancia en búfalas y sus resultados según la información recolectada.

MODELO	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
LINEAL	15.327	18.625
CUADRATICO	29.034	22.493
CUBICO	39.540	24.511
WILMIK	29.444	22.312
BRODY 1	95.020	3.679
BRODY 2	65.794	32.682
PAPAJE	94.924	3.763
MADALE	15.327	18.625

En términos generales los siguientes modelos fueron los que presentaron mejores ajustes a los datos reales de producción.

**Tabla 12.** Modelos de curvas de lactancia con mejor ajuste para el caso.

MODELO	REPRESENTACION
BRODY 1	produccion =bo*dl*EXP(-b1*dl)
PAPAJE	producción =bo*EXP(-b1*dl)

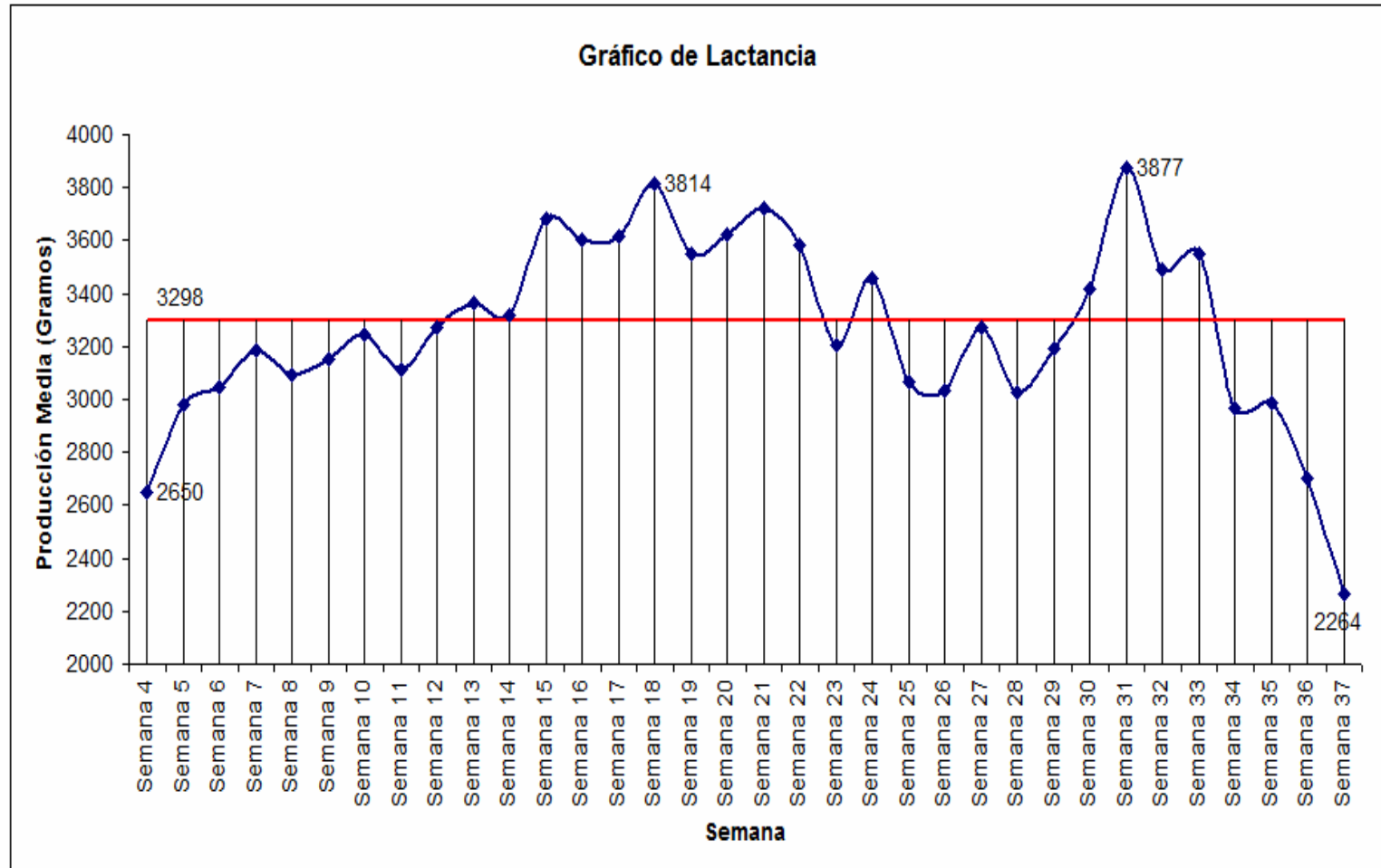
En donde:

- Producción: es la variable respuesta medida en litros.
- $b_0$  y  $b_1$  :son parámetros de ajustes.
- EXP: es la función exponencial.
- dl: son los días en leche.

La siguiente figura muestra la gráfica de lactancia del hato evaluado, los controles se realizaron a búfalas de diferentes razas, en diferentes números de lactancias que se encontraban desde la cuarta semana de lactancia otras que se encontraban en ultima semana de lactancia y así sucesivamente se consolidaron todos los pesajes para encontrar la grafica desde la cuarta semana hasta la semana treinta y siete.

Figura 3. Grafico de Lactancia del hato evaluado.

Periodo	Produccion
Semana 4	2650
Semana 5	2977
Semana 6	3048
Semana 7	3188
Semana 8	3090
Semana 9	3154
Semana 10	3247
Semana 11	3114
Semana 12	3271
Semana 13	3362
Semana 14	3317
Semana 15	3680
Semana 16	3602
Semana 17	3618
Semana 18	3814
Semana 19	3552
Semana 20	3622
Semana 21	3719
Semana 22	3580
Semana 23	3203
Semana 24	3459
Semana 25	3067
Semana 26	3035
Semana 27	3272
Semana 28	3024
Semana 29	3191
Semana 30	3415
Semana 31	3877
Semana 32	3488
Semana 33	3548
Semana 34	2965
Semana 35	2988
Semana 36	2700
Semana 37	2264



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El costo de producción es utilizado con distintos fines, uno de ellos es el de utilizarlo como una herramienta para determinar la viabilidad del producto a nivel económico, para este caso el litro de leche de búfala en la hacienda La Reina se determinó que el costo promedio está en el 63.5% del precio de venta de cada litro, lo que nos permite concluir que es un producto viable a nivel económico y que a pesar de los altos costos de producción debido a las adecuaciones iniciales del proceso presentó una alta rentabilidad comparado con los datos de rentabilidad arrojados en Colombia en los años 1998 y 2000 que fue del orden de 4.2% y 2.7% respectivamente para la ganadería doble propósito y aquellos para la lechería especializada que fueron de 6.8% y 2.8%, respectivamente. (Ver Tabla 5)

Este trabajo pretende generar un aporte para facilitar la toma de decisiones a nivel económico para asegurar la permanencia del negocio, así mismo abrir el camino para que el análisis de costos sea un elemento del día a día que permita el mejoramiento continuo del proceso.

Si bien no es posible contar con un único valor del costo mes a mes, es importante que se tengan definidos los valores máximos permisibles para que el producto siga siendo viable y aporte el margen de rentabilidad mínimo establecido por la empresa, de manera que se cuiden los gastos y los costos en función de la rentabilidad.

Según informes de Fedegan (Tabla 7), el componente con mayor valor porcentual dentro del sistema de costos de la producción doble propósito es la mano de obra, alcanzando un 67%, pero para el caso particular de la hacienda la reina para los ocho primeros meses el componente con mayor valor fueron los gastos (43.5%), debido a las adecuaciones que se estaban realizando; labores de montaje del proceso de ordeño (Tanque frío, construcciones, adecuación de potreros, instalaciones eléctricas) ésta situación se va



normalizando en la medida en que se finalicen las labores de adecuación y vuelve a ser la mano de obra el elemento mas representativo dentro del costo.

En la gráfica de lactancia se pudo observar que hubo dos picos, uno en la semana 18 y otro en la semana 31, de los búfalos en Colombia se tiene muy poca información de sus picos de lactancia, en investigaciones realizadas en las mismas condiciones de la hacienda la reina se han tenido picos de producción en búfalas a las 5,10,16 semanas. este animal ha sido evaluado teniendo como parámetro la vaca, Pero hay que tener en cuenta que la búfala tiene una estructura mamaria diferente a la de la vaca, requerimientos y necesidades diferentes lo cual nos indica que este ultimo pico podría llegar a ser muy normal en esta especie, Lo que si se conoce de la producción de leche en las búfalas es que está altamente influenciada por factores de tipo genético, ambiental y el numero de lactancia en la que ese encuentra, lo que también puede explicar de alguna manera el pico de la semana 31. Otra explicación es que durante la semana 31 se pudieron haber tomado pesajes a búfalas de razas mas lecheras que las búfalas de las otras semanas, encontrándose en la lactancia de mas alta producción que van desde la cuarta a sexta lactancia, la producción láctea de estos animales es muy dependiente de la disponibilidad de forrajes, y estos a su vez de la presencia o no de las lluvias en las regiones de explotación. Estos registros fueron tomados en época lluviosas , este tipo de animales consumen mas alimento en estas épocas y a su vez su producción aumenta siendo los meses de septiembre a noviembre los de mayor producción.

La grafica observada demuestra que el búfalo es un animal de verdadero potencial de producción, en el caso de esta hacienda bufalera en particular, seria necesario aplicar herramientas de mejoramiento en cuanto a registros de lactancias, trazabilidad, tipo de raza, continuar con los controles lecheros y mejoramientos genéticos y estudios serios sobre sus requerimientos nutricionales para lograr incrementar los valores que se han obtenido hasta el presente.

## BIBLIOGRAFIA

ASHOUR, G.EL-GHOUSIEN S.S, SHAFIE M.M., BADRELDIN A.L. Comparative study of the udder structure in buffaloes and cattle: 1- Morphological and anatomical characteristics of the mammary tissue. Book of abstracts of the 53<sup>rd</sup> annual meeting or the European Association of animal production, Book of abstracts, No. 8 Cair: Egipto, 2002. 186p

COSTA D.A., REINEMANN D.J., The purpose or the milking routine and comparative physiology of milk removal. Proce. National Mastitis Council Ann. Meeting. 2004 43: 189 – 197.

COLEGARIO, N,MASTRI R. Estimativa do crescimento de povoalimentos de eucaliptos baseadana teoria dos modelos no lineares em multinivel del efecto mismo. En: Ciencia forestal, santa maria. Vol. 15, No.3(2005);p.285-292.

EL-GHOUSIEN S.S., ASHOUR G., SHAFIE M.M., BADRELDIN A.L., Comparative study of the udder structure in buffaloes and cattle: 1- Morphological and anatomical characteristics of the mammary tissue. Book of abstracts of the 53<sup>rd</sup> annual meeting or the European Association of animal production, Book of abstracts, No. 8 Cairo, Egipto, 2002 P. 186

FAO. Faostat agriculture data (Agricultural production-live animals-livestock). Disponible en: <<http://apps.fao.org>> (01/20/09).

FUNEP-UNESP, JABOTICABAL PRATA, L. F. Fundamentos de Ciência do Leite. Brasil 2001. (Funep-Unesp. Apostila).

HOLMANN Y RIVAS, et al., “Evolución de los sistemas de producción de leche en el trópico latinoamericano y su interrelación con los mercados: un análisis del caso colombiano”, versión electrónica, Cali, IICA,2003.

INSTITUTO BABCOCK PARA LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO INTERNACIONAL DE LA INDUSTRIA LECHERA WATTIAUX, M. A. Secreción de la leche por la ubre de una vaca lechera.

LINDSTROM M J and BATES D M .nonlinear mixed effects models for repeated measures data: biometrics.1990. p 46, 673-687.

MADALENA, f. e. Economic evaluation for milk and beef production in tropical environments. In: WORLD CONGRESS GENETIC.

OCHOA, g. s. y RESTREPO e. f. et al. Caracterización de lactancias mediante un modelo matemático en hato Paysandú. Medellín, 1986, 120p. Trabajo de grado. universidad nacional de Colombia. facultad de ciencias agrarias.

RECAYA R, BEJAR F, ALENDRA R, CRABAÑO MJ.extension de la lactancia a 350 dias. En: CONFERENCIA. AREA DE MEJORA GENETICA ANIMAL.(1995: Universidad de Barcelon España). Memorias conferencia area de genetica animal.Madrid: España, 1995.p.80 .

SANCHEZ TRUJILLO. et al. Costos de producción de leche sistema de producción especializado. Medellín, 2004, 31p. diplomatura en ganado de leche. Universidad nacional de Colombia.

SANINT. historia del búfalo en Colombia. En: PRIMER ENCUENTRO DE CRIADORES DE BÚFALOS. ( 2008: Montería, Colombia). Memorias primer encuentro de criadores de búfalos, Montería : Colombia, 2008.

THOMAS, C. S. et al. Milking management of dairy buffaloes. Uppsala, 2004, 52p. Thesis (Doctor)- Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

VILORIA d.l.h. et al. La ganadería bovina en las llanuras del caribe colombiano. Cartagena, 2003, 79p. documentos de trabajo sobre economía regional. centro de estudios económicos regionales.