

**Efecto de la suplementación con ensilaje de  
pulpa de café (*Coffea arabica* L.) sobre el  
desempeño productivo de ganado lechero en  
Zamorano, Honduras**

**Erick Daniel Oliva Fuentes  
Jorge Alfredo Reyes Lucero**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de la suplementación con ensilaje de  
pulpa de café (*Coffea arabica* L.) sobre el  
desempeño productivo de ganado lechero en  
Zamorano, Honduras**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingenieros Agrónomos en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Erick Daniel Oliva Fuentes**  
**Jorge Alfredo Reyes Lucero**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2017

## **Efecto de la suplementación con ensilaje de pulpa de café (*Coffea arabica* L.) sobre el desempeño productivo de ganado lechero en Zamorano, Honduras**

**Erick Daniel Oliva Fuentes**  
**Jorge Alfredo Reyes Lucero**

**Resumen.** La pulpa de café constituye el 40% del peso del fruto, en Honduras para la cosecha 2015-2016 se generó aproximadamente 18.2 millones de quintales de pulpa fresca que pueden ser utilizados en la alimentación de rumiantes por sus características nutricionales que pueden ser aprovechadas para obtener una dieta de menor costo. El objetivo fue analizar el efecto de la alimentación con ensilaje de pulpa de café sobre el desempeño productivo de ganado lechero. La elaboración del ensilaje de pulpa de café se hizo mediante la mezcla de pulpa de café fresca con harina de coquito en una proporción de 70:30, respectivamente. El periodo de ensilaje fue de 120 días. Se seleccionaron vacas cruzadas de Holstein, Pardo y Jersey con más de dos lactancias con un promedio de producción de 15 L y más de 200 días en lactancia. El método de alimentación fue una ración totalmente mezclada (RTM). El diseño experimental implementado fue un “cross-over”. Se utilizaron 12 vacas como repeticiones. El estudio se realizó en la unidad de ganado lechero Zamorano en junio-agosto 2017. Los tratamientos fueron: testigo y dieta con 8 lb de ensilaje de pulpa de café por vaca/día. Al analizar las variables producción de leche, producción de leche corregida al 3.5% de grasa, porcentaje de grasa y proteína, el porcentaje de proteína promedio por tratamiento fue  $2.91 \pm .19$  y  $2.86 \pm .18$ , respectivamente, la cual fue la única variable en la que se encontraron diferencias ( $P=0.0001$ ).

**Palabras clave:** Alimentación, harina de coquito, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, producción de leche corregida, RTM.

**Abstract.** The coffee pulp represents 40% of the weight of the fruit, in Honduras for the harvest 2015-2016 was generated approximately 18.2 million quintals of fresh pulp that can be used in the feeding of ruminants due to its nutritional characteristics that can be harnessed to obtain a lower cost diet. The objective was to analyze the effect of feeding with coffee pulp silage on the productive performance of dairy cattle. The preparation of the coffee pulp silage was done by mixing fresh coffee pulp with coquito flour in a ratio of 70:30, respectively. The ensilage period was 120 days. Crossbred Holstein, Brown Swiss and Jersey cows were selected with more than two lactations with an average yield of 15 liters over 200 days in lactation. The feed method was a total mixed ration (TMR). The experimental design implemented was a cross-over. Twelve cows were used as replicates. The study was carried out at the Zamorano dairy cattle unit in June-August 2017. The treatments were: Control and diet with 8 pounds of coffee pulp silage per cow / day, analyzing the variables milk production, corrected milk production to 3.5% fat, percentage of fat and protein. The mean protein percentage by treatment was  $2.91 \pm .19$  and  $2.86 \pm .18$ , respectively, which was the only variable in which differences ( $P=0.0001$ ) were found.

**Key words:** Palm kernel meal, feeding, milk production corrected, percentage of fat, percentage of protein, TMR.

## CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| Portadilla .....                         | i         |
| Página de firmas .....                   | ii        |
| Resumen .....                            | iii       |
| Contenido .....                          | iv        |
| Índice de Cuadros, Figuras y Anexos..... | v         |
| <br>                                     |           |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>              | <b>1</b>  |
| <b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>      | <b>4</b>  |
| <b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>    | <b>11</b> |
| <b>4. CONCLUSIONES .....</b>             | <b>17</b> |
| <b>5. RECOMENDACIONES .....</b>          | <b>18</b> |
| <b>6. LITERATURA CITADA.....</b>         | <b>19</b> |
| <b>7. ANEXOS .....</b>                   | <b>21</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

| Cuadros  | Página |
|--|--------|
| 1. Evaluación nutricional del ensilaje de pulpa de café a los 120 días de realizado en Zamorano, Honduras. ....  | 5      |
| 2. Días de lactancia y peso de las vacas seleccionadas para suplementar ensilaje de pulpa de café en la unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras. ....   | 6      |
| 3. Perfil nutricional del concentrado vaca alta producción utilizado para la alimentación de las vacas del ensayo elaborado en la planta de concentrados de Zamorano, Honduras. ....   | 7      |
| 4. Contenido nutricional de los ingredientes utilizados para formular las dietas evaluadas en el estudio realizado en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras. ....  | 7      |
| 5. Composición de la dieta con ensilaje de pulpa de café y testigo para alimentación de vacas lecheras en la Unidad de Ganado Lechero, Zamorano, Honduras.....   | 8      |
| 6. Promedio de producción de leche, leche corregida al 3.5 % de grasa, porcentaje de grasa y porcentaje de proteína para la dieta testigo y con ensilaje de pulpa de café ofrecido a las vacas de la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras..... | 11     |
| 7. Composición nutricional en base seca (%) de las dietas ofrecidas en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras. ....   | 12     |
| 8. Composición de leche de las vacas alimentadas con la dieta testigo por 15 días en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.....  | 14     |
| 9. Composición de leche de las vacas alimentadas con la dieta con ensilaje de pulpa de café por un periodo de 15 días en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras. ....   | 15     |
| 10. Costos obtenidos de la dieta testigo comparada con la dieta con ensilaje de pulpa de café de las vacas alimentadas en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.....   | 15     |

| Figuras  | Página |
|--|--------|
| 1. Diagrama de la línea de tiempo para la realización del ensayo en la Unidad de Ganado Lechero de Zamorano, Honduras.....   | 9      |
| 2. Diagrama de la relación entre contenido de Carbohidratos no fibrosos (CNF) y Proteína Degradable (PD) en una dieta y su impacto en el contenido de grasa y proteína en leche.....   | 13     |
|  |        |
| Anexos   | Página |
| 1. Fases del ciclo de lactancia y gestación y gestación con cambios en producción, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína de la leche, ingestión de materia seca (IMS) y calificación de condición corporal de vacas Holstein (9,500 kilos de leche). ..... | 21     |

## 1. INTRODUCCIÓN

La actividad cafetalera es la base de la economía hondureña (IHCAFE 2016). Para la cosecha 2015-2016 la producción fue de 7.28 millones de quintales de café trillado (oro), posicionándose en el tercer mayor productor de América y sexto a nivel mundial. El sector cafetalero generó más de un millón de empleos directos, en 15 departamentos del país. Su aporte es del 4% al PIB nacional y de 30% al PIB agrícola. El café se constituye como el principal producto agrícola de exportación con más de \$842 millones en generación de divisas (IHCAFE 2016).

El beneficiado del café se puede realizar de dos formas: la primera es la vía húmeda, metodología utilizada en Honduras, que consiste en la transformación del fruto maduro a café pergamino seco; en dicho proceso se obtienen diferentes subproductos: 20% de café trillado, 40% de pulpa fresca, 20% de mucilago, y 20% de agua (Noriega *et al.* 2008). El segundo tipo de beneficiado consiste en el secado directo del fruto maduro y trillado final para remover todas sus capas (Noriega *et al.* 2008). Considerando que la cantidad de pulpa de café generada en el beneficiado es el 40% del peso del fruto, se calcula que únicamente en el período 2015-2016 se generaron alrededor de 18.2 millones de quintales de pulpa fresca de café en Honduras.

Un kilogramo de café cereza provoca mediante la generación de desechos una contaminación equivalente a la generada por 5.6 personas adultas (García *sf*). En América Central el beneficiado de café es el responsable del 60% de la contaminación de los ríos. El beneficiado húmedo del café contamina en el período de cosecha más que toda la población de América Central durante un año (Obando 1999). Estos desechos agroindustriales son vertidos al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento causando mucha contaminación al suelo, atmósfera y fuentes de agua. Cuando los desechos llegan a las fuentes de agua alteran las condiciones fisicoquímicas, reduciendo el oxígeno disuelto, afectando directamente a las poblaciones que se benefician de las mismas, flora y fauna acuática.

La pulpa de café es un subproducto que causa toxicidad al no saber cómo manejarlo, pero contiene gran cantidad de nutrientes. En Honduras el principal uso dado a la pulpa de café es para elaborar abono orgánico. Existen otros usos como producción de biogás, producción de hongos comestibles, vinos, fabricación de carbón activado y el de principal interés para este estudio es para utilizarla en alimentación animal (Blandón *et al.* 2012). En el sector ganadero del país se presenta la problemática que en el verano se reduce la disponibilidad de alimentos. Debido a que se reduce la cantidad de lluvia teniendo un efecto directo en la producción de biomasa de las pasturas. En dicha época se acostumbra a proporcionar una mayor cantidad de concentrado y forrajes conservados como ensilaje en la dieta de los animales. La pulpa de café contiene muchos nutrientes que pueden ser aprovechados para

reemplazar cierto porcentaje de concentrado en la dieta y/o sustituir parcialmente a forrajes en época de escasez. Esto contribuye a reducir los costos de alimentación, que son los más elevados en una explotación ganadera (Blandón *et al.* 2012)

La pulpa de café presenta agentes antinutricionales como taninos, cafeína y ácido clorogénico que impiden su uso de forma directa. Los taninos son moléculas que impiden la hidrólisis ruminal de las proteínas (Piñeiro 2008). En los rumiantes, la cafeína puede aumentar la diuresis y consecuentemente disminuye la retención de nitrógeno (Mayorga 2005; Mazzafera 2002). Es necesario que la pulpa pase por un proceso de ensilaje, que consiste en una fermentación láctica que permitirá disminuir los factores antinutricionales, y mantener o mejorar su valor nutritivo (Noriega *et al.* 2008).

En el proceso de ensilaje, es importante que se asegure un ambiente con pH menores a 4.2; que inhibe el crecimiento de agentes patógenos y conserve las características nutricionales del producto ensilado (Mayorga 2005). Estudios previos han demostrado que con 120 días de ensilaje la pulpa presenta los mejores valores nutricionales correspondientes al contenido de proteína y bajo contenido de taninos (Noriega *et al.* 2008).

La pulpa de café representa una excelente alternativa de alimentación para bovinos (Noriega *et al.* 2008), ya que un caficultor podría diversificar su inversión en un nuevo rubro como es la ganadería basando parte de la alimentación en el ensilaje de pulpa de café y si el caficultor no quisiera realizar esta actividad, podría ya sea vender la pulpa de café en fresco o ensilar la misma y venderla como alimento para bovinos. Pero un factor clave a considerar es la adopción de este tipo de alimentación en la Ganadería de Honduras. Por esta razón es importante investigar y realizar estudios en el ensilaje de pulpa de café para alimentación de bovinos, con el objetivo de brindar datos y pruebas a los ganaderos que estén interesados en aplicar esta forma de producción. Estudios realizados en Nicaragua muestran el costo de producción de una ración de pulpa de café ensilada es de \$ 0.41 dólares por animal y el concentrado comercial con 16% de proteína tiene un costo de \$ 0.70 dólares por animal, lo cual demuestra que el ensilaje de pulpa de café representa una alternativa menos costosa para alimentar ganado (Blandón *et al.* 2012).

El ensilaje de pulpa de café puede ser incorporado en no más de un 30% del total de la dieta en rumiantes ya que provoca un decrecimiento en el peso de los animales (Piñeiro 2008). Esto se debe a que la cafeína puede causar en rumiantes un aumento en la actividad motora, que tiene como consecuencia un aumento en el uso de energía, obteniendo un resultado final de pérdida de peso y eficiencia de conversión. La cafeína y el ácido clorogénico actúan conjuntamente (Braham y Bressani 1979). Por otra parte la pulpa de café se puede incorporar de un 20 a 40% del total de concentrado y de 10 a 20% del total de la ración en cuanto a ganado lechero (Noriega *et al.* 2008)

Los objetivos del presente estudio fueron:

- Analizar el efecto de la alimentación con una dieta a base de ensilaje de pulpa de café sobre el desempeño productivo de ganado lechero como estrategia de suplementación en Honduras.



- Comparar la producción de leche diaria y leche diaria corregida al 3.5% de grasa de vacas lecheras alimentadas con la inclusión de ensilaje pulpa de café en la dieta y sin ensilaje de pulpa de café.
- Determinar el efecto de la dieta con ensilaje de café en parámetros de calidad de la leche como: grasa y proteína y su comparación con la dieta de la Unidad de Ganado Lechero de Zamorano.
- Calcular los costos de producción de leche en vacas lecheras alimentadas con y sin ensilaje de pulpa de café.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **Localización del estudio.**

La primera parte del estudio comprendió la elaboración del ensilaje de pulpa de café (*Coffea arabica* L.) realizado en enero del 2017 en la finca “La Fortuna”, ubicada en el municipio de San José, Copán. La finca se encuentra a 28 km de Santa Rosa de Copán, cabecera departamental de Copán en la región occidental de Honduras. Cuenta con una extensión de 50 ha. A 14°53'46.07" latitud Norte y 88°45'30.82" longitud Oeste a 1000 msnm. La temperatura media anual es de 24 °C y su precipitación media anual es de 1500 mm, lo que corresponde al Bosque húmedo subtropical (bh-ST) según la clasificación de zonas de vida de Holdridge. En dicho predio existe un predominio de relieve ondulado con pendientes superiores al 20%.

La segunda parte que comprende la ejecución del estudio se realizó en la unidad de ganado lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 30 km de Tegucigalpa, Honduras, ubicado a 14°0'9.29" latitud norte y 86°59'49.69" longitud oeste, con una precipitación de 1100 mm por año, una temperatura promedio de 24 °C y una altura de 800 msnm.

### **Elaboración del ensilaje de pulpa de café.**

La pulpa de café fresca fue mezclada con harina de coquito como material secante a una relación 70:30, respectivamente, debido al alto contenido de agua aproximadamente entre 60 y 70% (Cenicafé 2003), con el objetivo de reducir condiciones para la proliferación de bacterias descomponedoras en el proceso de ensilaje; luego de mezclar los dos subproductos anteriormente mencionados se añadió un producto de microorganismos viables para uso en forrajes llamado Sila-Prime ‘S’, el cual es un producto soluble en agua que contiene millones de bacterias que producen ácido láctico, el cual disminuye el pH del ensilaje a 3,8-4,2 en las primeras 24 a 48 horas del proceso de fermentación, inhibiendo la proliferación de hongos y bacterias que deterioran el ensilaje.

#### **Modo de Preparación y Aplicación de Sila-Prime ‘S’**

1. Se utilizó un recipiente limpio.
2. Se disolvió 4.5 g de Sila-Prime ‘S’ por cada litro de agua.
3. La recomendación indica aplicar de 1 a 2 litros de solución por tonelada de silo, dependiendo la humedad del ensilaje. En nuestro caso se utilizó 1 litro de solución por tonelada de ensilaje, debido a que la humedad del ensilaje era mayor al 50%.
4. Se roció uniformemente la solución en el ensilaje.

Posteriormente se realizó el proceso de compactación de la mezcla a una densidad de aproximadamente 900 kg de materia fresca por m<sup>3</sup>, la mezcla contenía un 35% de materia

seca; ambos parámetros son de suma importancia debido a que la densidad es una de las principales variables que provocan pérdidas de ensilaje, y junto con el contenido de materia seca definen su porosidad, que afecta de manera directa la fermentación del ensilaje.

El ensilaje de pulpa de café fue realizado a través de una fermentación anaeróbica, en donde los microorganismos responsables de la realización de procesos que conducen al piruvato a la formación de productos finales de 2, 3 y 4 átomos de carbono (Noriega *et al.* 2008), no requieren de oxígeno para transformar los compuestos químicos en ácidos, principalmente láctico que es responsable de la disminución del pH a niveles que impiden el desarrollo de nuevas bacterias (Ferrer *et al.* 1995).

Se realizó una evaluación físico-química del ensilaje de pulpa de café, 120 días después de realizado, debido a que en esta etapa presenta los mejores valores nutricionales correspondientes al contenido de proteína y bajo contenido de taninos (Noriega *et al.* 2008), enviando muestras homogéneas del ensilaje de pulpa de café al laboratorio de bromatología de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. El análisis proporcionó datos de humedad, cenizas, proteína, grasa, extracto libre de nitrógeno, cafeína, Calcio, fósforo, potasio, fibra ácido detergente y neutro detergente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evaluación nutricional del ensilaje de pulpa de café a los 120 días de realizado en Zamorano, Honduras.

| Parámetro               | Valor  |
|-------------------------|--------|
| Materia Seca            | 37.00% |
| pH                      | 4.10   |
| Proteína                | 13.20% |
| Fibra Cruda             | 27.01% |
| Fibra Acido detergente  | 45.40% |
| Fibra Neutro detergente | 59.54% |
| Cafeína                 | 0.27%  |

### **Selección de vacas para el experimento.**

En el estudio se usaron vacas cruzadas de: Holstein, Pardo y Jersey, todas ellas con más de dos lactancias; con producciones promedio de 15 L por día, que según la clasificación que posee la unidad de Ganado Lechero pertenecen al grupo de vacas de producción intermedia. Se homogenizo el grupo reduciendo la desviación estándar inicial de las pesas de leche de ordeños anteriores obtenidas del VAMPP Bovino<sup>®</sup>. En el Cuadro 2 se observan las distribuciones de pesos y días de lactancia de cada una de las vacas utilizadas para el desarrollo del experimento, distribuidas en sus respectivos grupos para evaluación.

Cuadro 2. Días de lactancia y peso de las vacas seleccionadas para suplementar ensilaje de pulpa de café en la unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.

| Grupo   | ID Vaca                   | Peso (kg) | Días de Lactancia |        |
|---------|---------------------------|-----------|-------------------|--------|
|         |                           |           | Testigo           | Pulpa  |
| Grupo A | 73608                     | 518       | 262               | 285    |
|         | 112113                    | 516       | 215               | 238    |
|         | 726113                    | 402       | 233               | 256    |
|         | 321612                    | 518       | 222               | 245    |
|         | 714909                    | 595       | 264               | 287    |
|         |                           |           |                   |        |
| Grupo B | 821913                    | 418       | 226               | 249    |
|         | 74513                     | 655       | 249               | 226    |
|         | 912008                    | 575       | 290               | 267    |
|         | 715813                    | 489       | 283               | 260    |
|         | 826807                    | 468       | 250               | 227    |
|         | 38013                     | 645       | 298               | 275    |
|         | 78008                     | 480       | 324               | 267    |
|         | Media                     |           | 259.67            | 256.83 |
|         | Desviación Estándar       |           | 33.79             | 20.56  |
|         | Coefficiente de Variación |           | 0.13              | 0.08   |

#### **Alimentación de vacas seleccionadas.**

El alimento fue suministrado dos veces al día (5:00 am y 12:30 pm). El método de alimentación fue una ración totalmente mezclada (RTM) con el fin de disminuir la variabilidad de consumo entre tratamientos. Con el fin de comprobar el efecto de una alimentación con ensilaje de pulpa de café sobre el desempeño productivo de vacas lecheras encastadas. Cada grupo fue conformado por seis vacas las cuales fueron alimentadas durante 15 días con cada uno de los tratamientos. Las vacas que recibieron la dieta con ensilaje de pulpa de café fueron adaptadas por un periodo de ocho días, comenzando con una libra e incrementando una libra diaria, hasta llegar a las 8 lb. Posteriormente a las vacas que salieron del tratamiento con ensilaje de pulpa de café se les realizó una limpieza ruminal por ocho días con la dieta de la unidad de ganado lechero en Zamorano. En los Cuadros 3, 4 y 5 se muestran la composición nutricional del concentrado de vaca alta producción elaborado en la planta de concentrados de Zamorano, contenidos nutricionales de cada uno de los ingredientes utilizados y las composiciones de las dietas evaluadas en el experimento.

Cuadro 3. Perfil nutricional del concentrado vaca alta producción utilizado para la alimentación de las vacas del ensayo elaborado en la planta de concentrados de Zamorano, Honduras.

| Ingrediente          | Composición (%) |
|----------------------|-----------------|
| Maíz molido          | 46.00           |
| Harina de soya       | 19.70           |
| Salvado de trigo     | 8.50            |
| Melaza               | 7.00            |
| Semolina de arroz    | 5.50            |
| Harina de coquito    | 5.00            |
| Bicarbonato de Sodio | 2.00            |
| Grasa bypass         | 2.00            |
| Multiplex lechera    | 1.50            |
| Carbonato de calcio  | 1.50            |
| Sal Blanca           | 1.10            |
| Procreatin® Plus     | 0.15            |
| Rumensin® 20%        | 0.02            |
| Total                | 100.00          |

Cuadro 4. Contenido nutricional de los ingredientes utilizados para formular las dietas evaluadas en el estudio realizado en la unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.

| Ingrediente               | MS (%) | ENL(Mcal/kg) | PC    | FND   | FAD   |
|---------------------------|--------|--------------|-------|-------|-------|
| Ensilaje de Maíz          | 28.00  | 1.43         | 8.30  | 68.00 | 42.00 |
| Pasto Tobiata 24 días     | 24.00  | 1.21         | 11.00 | 59.00 | 36.00 |
| Melaza                    | 70.00  | 1.65         | 3.00  | 0.00  | 0.00  |
| Concentrado               | 88.40  | 1.80         | 17.50 | 15.30 | 7.30  |
| Ensilaje de Pulpa de café | 37.20  | 1.63         | 13.20 | 51.50 | 32.30 |

MS= Materia seca, ENL= Energía neta de Lactancia, PC: Proteína cruda, FND= Fibra Neutro detergente, FAD= Fibra Ácido detergente.

Cuadro 5. Composición de la dieta con ensilaje de pulpa de café y testigo para alimentación de vacas lecheras en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.

| Componentes de la dieta             | Ofrecido (kg) | MS (kg) | (%)    |
|-------------------------------------|---------------|---------|--------|
| Dieta con Ensilaje de Pulpa de Café |               |         |        |
| Ensilaje de Maíz                    | 11.36         | 3.18    | 20.30  |
| Pasto Tobiata 24días                | 25.00         | 6.00    | 38.29  |
| Melaza                              | 0.45          | 0.32    | 2.04   |
| Concentrado                         | 5.45          | 4.82    | 30.76  |
| Ensilaje de pulpa                   | 3.64          | 1.35    | 8.61   |
| Total                               | 45.90         | 15.67   | 100.00 |
| Dieta Testigo                       |               |         |        |
| Ensilaje de Maíz                    | 13.64         | 3.82    | 25.53  |
| Pasto Tobiata 24días                | 25.00         | 6.00    | 40.11  |
| Melaza                              | 0.45          | 0.32    | 2.14   |
| Concentrado                         | 6.36          | 4.82    | 32.22  |
| Total                               | 45.45         | 14.96   | 100.00 |

MS=Materia Seca.

#### **Toma de datos.**

El grupo de vacas bajo estudio fue evaluado dos veces por día en términos productivos a través de la medición del volumen de producción por ordeño, que en las condiciones de ganado lechero de Zamorano se realizaron a las 4:00 am y 2:00 pm. También se obtuvieron muestras de leche para evaluación de su calidad; se realizaron dos mediciones durante el estudio al final de cada combinación de tratamientos, realizadas después de 15 días de iniciado el nuevo tratamiento, con el fin de observar el efecto acumulativo del tratamiento y su impacto en aspectos nutricionales de la leche, a través de la medición del contenido de grasa y proteína de la leche.

#### **Diseño experimental.**

El diseño implementado fue cross-over, que consiste en aplicar ambos tratamientos a cada una de las vacas bajo estudio; se seleccionó dicho diseño debido a la disponibilidad de ejemplares que se tenían para el estudio, que en el caso de investigaciones realizadas en ganado lechero donde las unidades experimentales son limitadas, nos permite que todos los individuos (vacas) reciban los tratamientos y de esta manera incrementar el número de muestras. Pero para utilizar de manera adecuada este diseño es importante tomar en cuenta el tiempo de limpieza del animal para evitar la residualidad del tratamiento anterior y el efecto contaminación en los resultados.

Se utilizaron un total de 12 vacas como repeticiones, el grupo que inicio el estudio con la dieta con ensilaje de pulpa de café fueron sometidas a un período de adaptación; las mediciones de volumen de leche se realizaron diariamente durante 15 días, al final del primer periodo de evaluación se obtuvieron las muestras para evaluación de la calidad de la leche, posteriormente se sometieron las vacas alimentadas con la dieta con ensilaje de café a una semana de periodo de limpieza y simultáneamente el otro grupo fue adaptado

con dicha dieta y asimismo fueron realizadas las mediciones siguiendo la misma metodología del primer periodo. Se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento mixto del paquete estadístico SAS<sup>®</sup> 9.4 (SAS Institute., Cary, NC, USA). La separación de medias se hizo con el método de diferencias mínimas significativas con un nivel mínimo de significancia exigido de  $P \leq 0.05$ . Tratamientos: Dieta de la Unidad de Ganado lechero y Dieta con ensilaje de pulpa de café.

Combinación de tratamientos 1: Grupo A de vacas alimentadas con ensilaje de pulpa de café y Grupo B con la dieta convencional de la unidad de ganado lechero en Zamorano (ver Figura 1).

Combinación de tratamientos 2: Grupo A de vacas alimentadas con dieta convencional de la unidad de ganado lechero en Zamorano y Grupo B con ensilaje de pulpa de café (ver Figura1).

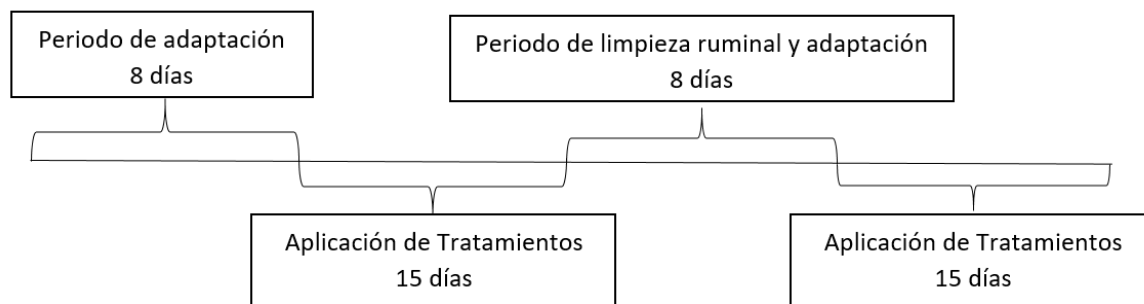


Figura 1. Diagrama de la línea de tiempo para la realización del ensayo en la Unidad de Ganado Lechero de Zamorano, Honduras.

### **Variables medidas.**

Las variables evaluadas fueron el efecto en parámetros productivos de la alimentación con una dieta que incluía ensilaje de pulpa de café versus la dieta convencional de la unidad de Ganado Lechero; los parámetros medidos fueron:

### **Producción diaria de leche.**

La producción de leche fue determinada mediante dos pesados de leche por día. Las pesas de leche se realizaron utilizando el equipo de la unidad de ganado lechero de Zamorano con medidores individuales de la marca DeLaval.

### **Producción diaria de leche corregida al 3.5% de grasa.**

Se pesó la leche diariamente de todas las vacas bajo evaluación. En esta actividad se utilizó el equipo de medición de leche de la máquina ordeñadora Alfa Laval de la unidad de ganado lechero de Zamorano. Posteriormente se corrigió la producción diaria de leche al 3.5% de grasa [1], para estandarizar la producción del hato bajo evaluación y realizar una comparación más apropiada en términos productivos.

$$LCG\ 3.5\ \% = ((0.432 * PL) + (PL * \frac{\%G}{100}) * 16.23) \quad [1]$$

Donde:

LCG3.5%= Leche corregida al 3.5% de grasa.

PL= Producción de leche en litros.

%G= Porcentaje de grasa en leche.

### **Grasa y proteína.**

Estos parámetros fueron medidos mediante el uso del equipo Milkotester, con el cual se obtienen resultados de los componentes de los sólidos totales de la leche. Primero, se realizó la calibración del equipo con leche baja en grasa (2%) y entera (3%), después se realizaba una limpieza del sensor de medición del equipo con agua destilada. Finalmente se procedió a la medición de cada una de las muestras obtenidas de un ordeño completo de cada una de las vacas del estudio. Se debe corroborar la calibración del equipo colocando diferentes muestras de la leche de contenido conocido entre las muestras a medir; con el objetivo de verificar que el equipo este midiendo de manera correcta.



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio en días en lactancia para el tratamiento con ensilaje de pulpa de café fue de 256.83 días y para la dieta testigo de la unidad de ganado lechero de Zamorano fue 259.67 días.

Cuadro 6. Promedio de producción de leche, leche corregida al 3.5% de grasa, porcentaje de grasa y porcentaje de proteína para la dieta testigo y con ensilaje de pulpa de café ofrecido a las vacas de la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.

| Variables              | Testigo    | Pulpa      | CV     | P       |
|------------------------|------------|------------|--------|---------|
| Producción de Leche    | 14.43±0.25 | 14.18±0.27 | 22.49% | 0.5192  |
| LCG al 3.5% de grasa   | 15.48±0.26 | 15.29±0.27 | 18.86% | 0.6306  |
| Porcentaje de Grasa    | 3.98±0.02  | 4.03±0.02  | 15.38% | 0.2212  |
| Porcentaje de Proteína | 3.03±0.27  | 2.68±0.27  | 6.28%  | <0.0001 |

LCG= Leche corregida a grasa.

#### **Producción de Leche.**

La producción de leche en vacas alimentadas con la dieta a base de ensilaje de pulpa de café y con la dieta testigo mostraron producciones similares ( $P = 0.5192$ ), con medias de producción de 14.18 y 14.43 L, respectivamente (Cuadro 6).

#### **Producción Corregida al 3.5% grasa.**

Se puede observar que no existe diferencias ( $P = 0.6306$ ) entre las dos dietas o tratamientos bajo estudio en términos de producción de leche por día al estandarizar la producción a un nivel de 3.5% de grasa; esto con el objetivo de apreciar mejor los rendimientos obtenidos con cada dieta proporcionada. El estimado corregido de producción de leche a un 3.5% de grasa, es superior al valor no ajustado debido a que la mayoría de vacas evaluadas presentaron porcentajes de grasa superiores a 3.5% (Cuadro 6).

#### **Contenido de Grasa.**

Al analizar los resultados obtenidos del análisis estadístico y evaluar el porcentaje de grasa en leche de cada uno de los tratamientos, podemos deducir que no existen diferencias estadísticas ( $P = 0.6306$ ) (Cuadro 6).

### Contenido de Proteína.

Hubo diferencias ( $P \leq 0.05$ ) al alimentar a las vacas con la dieta testigo y la dieta a base de ensilaje de pulpa de café; siendo la primera dieta la que presentó contenidos más altos de proteína en la leche con un promedio estimado de 3.03%; superando en 0.35% de proteína en leche a la dieta a base de ensilaje de pulpa de café con un promedio estimado de 2.68%. Con lo anterior podemos deducir que la pulpa de café tiene compuestos como los taninos que reducen el porcentaje de proteína digerible; entre los efectos que causan los elevados valores de cafeína, así como también se incrementa la evacuación urinaria, que trae como consecuencia la excreción de nitrógeno (Braham y Bressani 1979). Los efectos de la cafeína en los rumiantes podrían estar relacionados con el aumento de la diuresis, lo que disminuye la retención del nitrógeno (Cabezas *et al.* 1987). Además, se sabe que los taninos confieren astringencia a los productos alimenticios y a complejos de proteínas, afectando la digestibilidad de los alimentos y disminuyendo la utilización del nitrógeno por parte del animal (Cabezas *et al.* 1987) (Cuadro 6).

Cuadro 7. Composición nutricional en base seca (%) de las dietas ofrecidas en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.

| Nutriente     | Testigo | Ensilaje de Pulpa |
|---------------|---------|-------------------|
| MS (%)        | 34.70   | 34.10             |
| MS (kg)       | 15.76   | 15.66             |
| ENL (Mcal)    | 23.16   | 23.02             |
| ENL (Mcal/kg) | 1.47    | 1.47              |
| PC (kg)       | 1.95    | 1.95              |
| PC (%)        | 12.50   | 12.47             |
| PDR (%)       | 71.12   | 71.46             |
| PS (%)        | 29.62   | 29.38             |
| PNDR (%)      | 28.77   | 28.44             |
| FAD (%)       | 26.48   | 28.45             |
| FND (%)       | 44.40   | 46.22             |
| CNF (%)       | 29.63   | 28.00             |
| Almidón (%)   | 20.46   | 17.80             |
| Grasa (%)     | 3.87    | 4.00              |
| CNF/PD        | 3.34    | 3.15              |

MS= Materia seca, ENL=Energía neta de lactancia, PC= Proteína cruda, PDR: Proteína degradable en el rumen, PS=Proteína soluble, PNDR= Proteína no degradable en el rumen, FAD=Fibra ácido detergente, FND= Fibra neutro detergente, CNF=Carbohidratos no fibrosos, CNF/PD= Proporción de Carbohidratos no fibrosos y proteína degradable.

Al observar la composición nutricional de cada una de las dietas evaluadas, podemos deducir que ambas dietas cumplieron los requerimientos nutricionales de los animales mostrando similitudes en contenido de MS, ENL y PC y difiriendo en el aporte de carbohidratos no fibrosos principalmente almidones. El porcentaje de carbohidratos no fibrosos y almidones presentes en la dieta con ensilaje de pulpa de café fue 5.5 y 13%

respectivamente, menos comparados con la dieta testigo. Esto se debe a la disminución de la cantidad de ensilaje de maíz y concentrado, al agregar el ensilaje de pulpa de café en la dieta (Cuadro 7).

La importancia de los carbohidratos no fibrosos recae en que son el precursor más importante de proteína microbiana, donde aproximadamente del 60 al 70% del suministro de aminoácidos totales que pasan del rumen al intestino delgado de la vaca lechera se deben a la síntesis de proteína microbiana estimulada por parte de este tipo de carbohidratos; el rango aceptable es del 33 al 42% en base a la materia seca (Hutjens 2003).

En cuanto a la relación existente entre los carbohidratos no fibrosos y la proteína degradable podemos observar que esta es mayor en la dieta de la unidad de Ganado Lechero, lo cual está relacionado con el contenido de proteína en la leche. Debido a que en referencia a la relación entre los carbohidratos de la dieta y la proteína digerible en el rumen CNF: PD oscilan en valores entre 3-4:1 (ver Figura 2). Esto sugiere que a medida que el contenido de carbohidratos no fibrosos es más alto, mayor contenido de proteína degradable puede ser asimilada, lo cual se traduce en mayor contenido de proteína en la leche (Van Saun 2014).

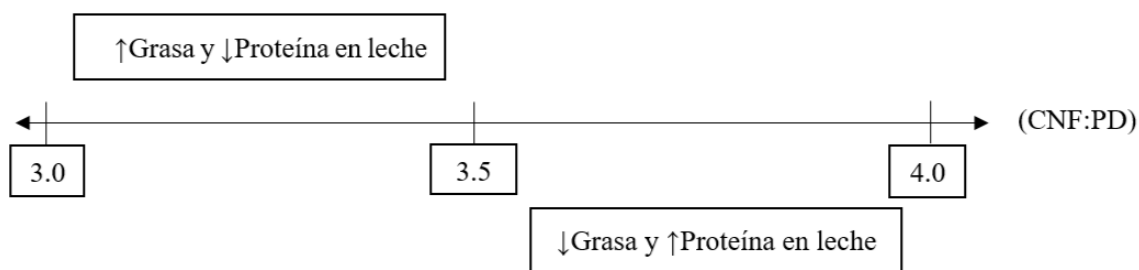


Figura 2. Diagrama de la relación entre contenido de Carbohidratos no fibrosos (CNF) y Proteína Degradable (PD) en una dieta y su impacto en el contenido de grasa y proteína en la leche.

Adaptado de: Understanding ruminant nutrition de Robert J. Van Saun (2014).

### Composición de Leche.

Los Cuadros 8 y 9 muestran las medias, desviación estándar y coeficiente de variación para los componentes grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad y punto de congelación. La especie, raza, edad, dieta, días en lactancia, número de partos, temporada y el ambiente son los encargados de que la composición de la leche varíe. La leche contiene un aproximado de 3 a 4% de grasa. El contenido de proteína es alrededor de 3.5 y un 5% de lactosa (FAO 2017).

Cuadro 8. Composición de leche de las vacas alimentadas con la dieta testigo por 15 días en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.

| Vaca   | Grasa (%) | Proteína (%) | SNG (%) | L (%) | D (gr/mL) | FP (°C) |
|--------|-----------|--------------|---------|-------|-----------|---------|
| 73608  | 4.4       | 3.1          | 9.20    | 4.7   | 1.4       | -0.561  |
| 112113 | 3.4       | 2.7          | 8.03    | 4.1   | 1.2       | -0.48   |
| 726113 | 4.4       | 3.0          | 8.82    | 4.5   | 1.3       | -0.535  |
| 321612 | 3.5       | 2.7          | 8.10    | 4.1   | 1.2       | -0.485  |
| 714909 | 4.1       | 3.0          | 8.83    | 4.5   | 1.3       | -0.535  |
| 821913 | 3.9       | 3.3          | 9.66    | 5.0   | 1.4       | -0.593  |
| 74513  | 4.4       | 3.0          | 8.84    | 4.5   | 1.3       | -0.537  |
| 912008 | 4.8       | 3.0          | 8.79    | 4.5   | 1.3       | -0.534  |
| 715813 | 3.6       | 2.9          | 8.63    | 4.4   | 1.3       | -0.521  |
| 826807 | 4.8       | 2.9          | 8.69    | 4.4   | 1.3       | -0.527  |
| 38013  | 4.9       | 2.9          | 8.65    | 4.4   | 1.3       | -0.524  |
| 78008  | 3.2       | 2.7          | 8.01    | 4.1   | 1.2       | -0.478  |
| Media  | 4.12      | 2.93         | 8.69    | 4.43  | 1.29      | -0.53   |
| STDV   | 0.59      | 0.18         | 0.48    | 0.26  | 0.07      | 0.03    |
| CV     | 14.35%    | 6.05%        | 5.51%   | 5.88% | 5.18%     | 6.33%   |

SNG=Sólidos No Grasos, L=Lactosa, D=Densidad, FP=Punto de Congelación.

STDV=Desviación Estándar, CV=Coeficiente de Variación.

Cuadro 9. Composición de leche de las vacas alimentadas con la dieta con ensilaje de pulpa de café por un periodo de 15 días en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.

| Vaca   | Grasa (%) | Proteína (%) | SNG (%) | L (%) | D (gr/mL) | FP (°C) |
|--------|-----------|--------------|---------|-------|-----------|---------|
| 73608  | 4.4       | 3.1          | 9.2     | 4.7   | 1.4       | -0.561  |
| 112113 | 3.0       | 2.8          | 8.14    | 4.2   | 1.2       | -0.487  |
| 726113 | 5.2       | 3.2          | 9.38    | 4.8   | 1.4       | -0.576  |
| 321612 | 3.5       | 2.7          | 8.1     | 4.1   | 1.2       | -0.485  |
| 714909 | 3.7       | 2.7          | 8.05    | 4.1   | 1.2       | -0.482  |
| 821913 | 4.2       | 2.8          | 8.25    | 4.2   | 1.2       | -0.496  |
| 74513  | 4.2       | 2.8          | 8.33    | 4.2   | 1.2       | -0.0501 |
| 912008 | 4.0       | 3.0          | 8.74    | 4.5   | 1.3       | -0.529  |
| 715813 | 3.6       | 2.6          | 7.67    | 3.9   | 1.1       | -0.456  |
| 826807 | 4.4       | 2.8          | 8.3     | 4.2   | 1.2       | -0.5    |
| 38013  | 3.4       | 2.8          | 8.16    | 4.2   | 1.2       | -0.489  |
| 78008  | 3.0       | 3.0          | 8.63    | 4.5   | 1.3       | -0.52   |
| Media  | 3.88      | 2.86         | 8.41    | 4.30  | 1.24      | -0.47   |
| STDV   | 0.64      | 0.18         | 0.49    | 0.27  | 0.09      | 0.14    |
| CV     | 16.54%    | 6.23%        | 5.86%   | 6.19% | 7.25%     | 29.06%  |

SNG=Sólidos No Grasos, L=Lactosa, D=Densidad, FP=Punto de Congelación.  
STDV=Desviación Estándar, CV=Coefficiente de Variación.

### Análisis de Costos.

Se realizó un análisis económico comparando los costos de alimentación de cada una de las dietas evaluadas en este estudio (Cuadro 10). Esto con el objetivo de medir la diferencia en costos por litro de leche y proyectar estos resultados al diferencial en costos por vaca, y con esto conocer la oportunidad que existe de reducción de costos de alimentación al implementar una nueva dieta a base de ensilaje de pulpa de café.

Cuadro 10. Costos obtenidos de la dieta testigo comparada con la dieta con ensilaje de pulpa de café de las vacas alimentadas en la Unidad de Ganado Lechero en Zamorano, Honduras.

| Ingrediente       | Cantidad | Testigo |              |              | Ensilaje de Pulpa de Café |       |              |              |
|-------------------|----------|---------|--------------|--------------|---------------------------|-------|--------------|--------------|
|                   |          | \$/kg   | \$/vaca      | \$/litro     | Cantidad                  | \$/kg | \$/vaca      | \$/litro     |
| Ensilaje de Maíz  | 13.636   | 0.038   | 0.522        | 0.036        | 11.363                    | 0.038 | 0.053        | 0.030        |
| Ensilaje de Pulpa | 0.000    | 0.000   | 0.000        | 0.000        | 3.636                     | 0.055 | 0.200        | 0.014        |
| Concentrado       | 6.436    | 0.448   | 2.872        | 0.199        | 5.454                     | 0.448 | 2.444        | 0.172        |
| Melaza            | 0.454    | 0.273   | 0.124        | 0.008        | 0.454                     | 0.273 | 0.124        | 0.008        |
| <b>TOTAL</b>      |          |         | <b>3.531</b> | <b>0.244</b> |                           |       | <b>3.204</b> | <b>0.225</b> |

La alimentación representa aproximadamente el 55-60% de los costos totales de un sistema de producción lechero; el principal costo incurrido en la alimentación son los costos de materia prima de la ración, otros como la mano de obra, combustible y mantenimiento de equipo (Carvajal y Pérez 2007). Los costos de alimentación al representar una gran proporción de nuestros costos de producción en una explotación ganadera de leche, es importante buscar alternativas de suplementación económicamente más baratas sin descuidar la calidad de la dieta y no afectar de manera directa los parámetros productivos de nuestro hato.

Al analizar el cuadro de costos de las dietas evaluadas podemos mencionar que la incorporación del ensilaje de pulpa de café a razón de 3.63 kg representa una reducción del 8% de los costos de alimentación, lo cual representa una reducción de \$ 0.019 por litro de leche producido, que por ejemplo en el caso de la Unidad de Ganado Lechero representaría \$ 84.04 menos en costos diarios, considerando la producción actual de aproximadamente 4,400 litros por día.

## 4. CONCLUSIONES

- El ensilaje de pulpa de café representa una alternativa para la alimentación de ganado lechero sin disminuir la producción de leche ya que no se encontraron diferencias para la producción de leche promedio, producción de leche corregida al 3.5% de grasa y porcentaje de grasa en leche.
- Con ensilaje de pulpa de café se disminuyen los costos de alimentación en un 8%, es decir, una reducción de \$ 0.019/litro, lo cual, para el hato de ganado lechero con una producción aproximada de 4,400 litros diarios, representaría una reducción de \$30,674.87 al año en de costos de alimentación.
- Para la variable proteína si presento diferencias entre los tratamientos, siendo la dieta con la inclusión de pulpa de café 0.35% más baja.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios evaluando la utilización de otro tipo de materia prima como material absorbente diferente a la harina de coquito tomando en cuenta su disponibilidad y el contenido nutricional.
- Extender el periodo de evaluación en las vacas, para observar el impacto de la inclusión de ensilaje de pulpa de café sobre los parámetros reproductivos.
- Incrementar el contenido de proteína cruda y carbohidratos no fibrosos (almidones) en el concentrado, para alimentarlo con el ensilaje de pulpa de café.
- Evaluar diferentes niveles de incorporación de ensilaje de pulpa de café en la dieta de vacas lecheras.



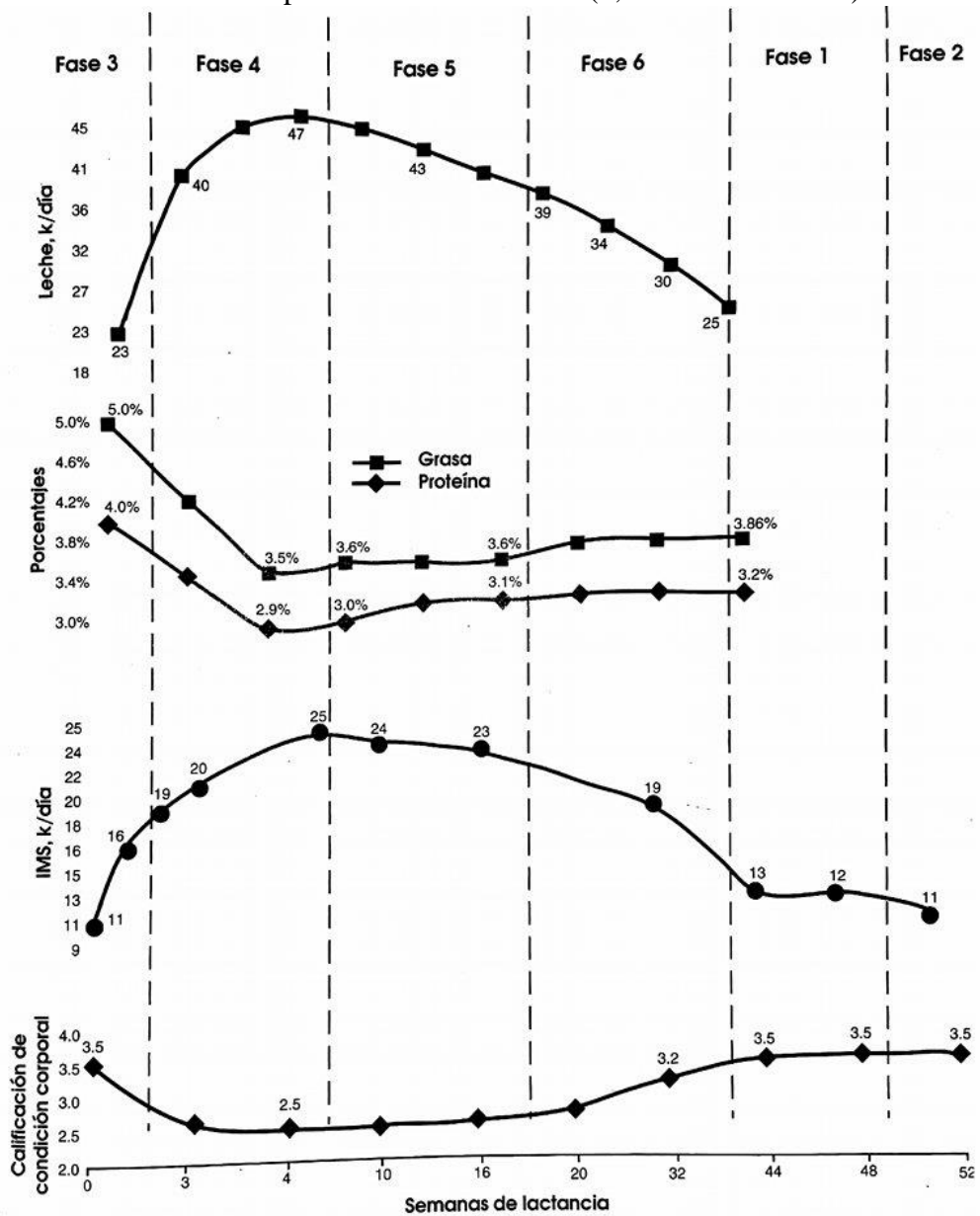
## 6. LITERATURA CITADA

- Blandón Sobalvarro M, Blandon Navarro SL, Torres Chavarría KP. 2012. Validación de ensilaje elaborado a partir de pulpa de café como una alternativa de alimentación de ganado lechero en dos etapas de experimentación [Tesis]. Recinto Universitario Augusto C. Sandino, Universidad Nacional de Ingeniería, Estelí-Nicaragua. 147 p.
- Braham JE, Bressani R. 1979. Coffee pulp: composition, technology and utilization. 1 ed. Ottawa (Canada): Institute of Nutrition of Central America and Panama. 99 p.
- Cabezas T, Menjivar B, Murillo B, Bressani R. 1987. Alimentación de vacas lecheras con ensilaje de pulpa de café. Informe anual del INCAP. 52 p.
- Carvajal Núñez DL, Pérez Perdomo OC. 2007. Evaluación de cuatro frecuencias de alimentación en ganado Holstein, en la comarca lagunera, Las lomas, Durango, México [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 29 p.
- Cenicafé. 2003. Ensilaje de pulpa de café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas, Colombia.
- FAO. 2017. Composición de la leche. [consultado 2017 sep 9]. <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/composicion-de-la-leche/es/#.WbSm6ciGM2x>
- Ferrer J, Páez G, Chirino M, Mármol Z. 1995. Ensilaje de la pulpa de café. Rev. Fac. Agron. LUZ, 12:417-428.
- García S. sf. Mitigación del impacto ambiental que generan los residuales solidos del beneficio de café a partir de la producción de abono orgánico. Guantánamo, Cuba. [consultado 2017 ago 23]. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar09/HTML/articulo05.htm>
- Hutjens M. 2003. Feeding Guide. Segunda Edición. Estados Unidos: Hoard's Dairyman, 84 p.
- IHCAFE. 2016. Informe Estadístico Cosecha 2015-2016. [consultado 2017 ago 15]. <http://www.ihcafe.hn/?mdocs-posts=informe-estadistico-anual-2015-2016>.
- Mayorga E. 2005. La pulpa de café: residuo o alimento. Universidad Central del Ecuador, Quito. [consultado 2017 ago 17]. <http://www.ugr.es/~ri/antecedentes/dial03/d28-3.htm>

- Mazzafera P. 2002. Degradation of caffeine by microorganisms and potential use of decaffeinated coffee husk and pulp in animal feeding. [Tesis]. Depto. Fisiología Vegetal – Instituto de Biología/UNICAMP, Brasil. 7 p.
- Noriega A, Silva R, García M. 2008. Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. [Tesis]. Universidad de Oriente, Monagas, Venezuela. p. 411-419.
- Piñeiro 2008. Potential of condensed tannins for the reduction of emissions of enteric methane and their effect on ruminant productivity. [Tesis]. Universidad autónoma de Yucatán, Yucatán, México. 10 p.
- Obando 1999. Estudio de caracterización de políticas en la cadena de café. Managua: Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). [consultado 2017 sep 1]. [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnack158.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnack158.pdf)
- Van Saun R. 2014. Understanding ruminant nutrition: Feeding for two. Pennsylvania: Department of Veterinary Science, Pennsylvania State University. 26 p.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Fases del ciclo de lactancia y gestación y gestación con cambios en producción, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína de la leche, ingestión de materia seca (IMS) y calificación de condición corporal de vacas Holstein (9,500 kilos de leche).



Fuente: Feeding Guide 2003.