

**Efecto de la adición de urea protegida como  
sustituto parcial de harina de soya en el  
concentrado de vacas lecheras en pastoreo**

**Jorge Alejandro Delgado Villarreal  
Tulio Roldan Escoto Sabillon**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2011

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Efecto de la adición de urea protegida como sustituto parcial de harina de soya en el concentrado de vacas lecheras en pastoreo**

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

Presentado por

**Jorge Alejandro Delgado Villarreal  
Tulio Roldan Escoto Sabillon**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2011

# **Efecto de la adición de urea protegida como sustituto parcial de harina de soya en el concentrado de vacas lecheras en pastoreo**

Presentado por:

Jorge Alejandro Delgado Villarreal  
Tulio Roldan Escoto Sabillon

Aprobado:

---

Celia O. Trejo, Ph.D.  
Asesora Principal

---

Abel Gernat, Ph.D.  
Director  
Carrera de Ingeniería Agronómica

---

Isidro A. Matamoros, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

John J. Hincapié, Ph.D.  
Asesor

## RESUMEN

Delgado, J; Escoto. T. 2011. Efecto de la adición de urea protegida como sustituto parcial de la harina de soya en el concentrado de vacas lecheras en pastoreo. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 10 p.

Se evaluó el efecto de la urea protegida como sustituto parcial de la harina de soya en el concentrado de vacas lecheras en pastoreo, para medir el comportamiento en consumo diario por vaca, producción de leche, condición corporal, contenido de grasa en la leche con la utilización de dos tratamientos, con y sin urea protegida; ambos concentrados fueron formulados para ser isonitrógenos y con un contenido de proteína cruda de 17%. Se determinó que el consumo diario por efecto de la utilización de urea protegida fue inferior comparado con el tratamiento control, con un valor promedio 9.51kg para el tratamiento control y 8.4kg con el tratamiento urea protegida. Para el caso de la producción hubo diferencias significativas entre los tratamientos, con producciones de 24.53L para el tratamiento control y 21.7L para el tratamiento de urea protegida. En el caso de la condición corporal no se observó diferencia significativa entre los tratamientos con un valor de 2.57 para el control y 2.73 para el tratamiento con urea protegida. El contenido de grasa en la leche fue mayor para el tratamiento de urea protegida con un valor de 3.61%, mientras que para el tratamiento control se registró un valor de 3.24%. Al calcular el costo de alimentación por vaca se determinó que el tratamiento con urea protegida tiene un menor costo (\$ 3.78) en comparación con el tratamiento control que fue de \$ 4.10 debido a que hubo un menor consumo del concentrado con urea protegida.

**Palabras Clave:** Condición Corporal, consumo diario, isonitrógenos, producción de leche, RTM (Ración Totalmente Mezcladas).

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros .....	v
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>4 CONCLUSIONES.....</b>	<b>8</b>
<b>5 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>6 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>10</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
1.	Aditivos y minerales proporcionados a la ración totalmente mezclada por vaca.....	4
2.	Análisis bromatológico pasto <i>Panicum maximum</i> var Tobiatá.....	4
3.	Costos por quintal de concentrado para el tratamiento control y para el tratamiento con urea protegida.....	5
4.	Promedio de consumo diario por vaca de concentrado sin y con la adición de urea protegida.....	6
5.	Producción de leche en vacas lecheras alimentadas con y sin urea protegida.....	6
6.	Condición corporal de vacas lecheras alimentadas con y sin urea protegida.....	7
7.	Promedio del contenido de grasa en la leche de vacas alimentadas con y sin urea protegida.....	7
8.	Costo de alimentación por vaca/día para el tratamiento con urea protegida y para el tratamiento control.....	7

# 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el alza en los precios de las materias primas para la formulación de concentrados animales, ha obligado a los productores a buscar alternativas que les permitan disminuir los costos de alimentación. Alrededor del 70% de la soya de todo el mundo es utilizada para la alimentación animal. Los avances demuestran que la demanda futura de soya tendrá que ser reducida para tornar lo más sostenible como sea posible la producción de esta materia prima. Existen dos maneras para lograrlo: reducir el consumo de proteína (animal) y reemplazar la soya en el forraje compuesto por fuentes alternativas de proteínas (DSC 2008).

Una parte del nitrógeno en los alimentos para los rumiantes se suministra en forma de compuestos nitrogenados sencillos (Nitrógeno No Proteico o NNP), que son degradados en el rumen para liberar amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Dicho compuesto es utilizado por los microorganismos del rumen para producir aminoácidos (Plaza 2007).

La urea es la fuente (NNP) más empleada en la alimentación de rumiantes, debido a su disponibilidad y a la capacidad de la micro flora ruminal para aprovechar este tipo de sustrato (Maynard 1984). Sin embargo, se trata de una materia prima de alta solubilidad y disponibilidad a nivel ruminal, por lo que se hace necesario conjugarla con una fuente de energía de igual o semejante tasa de degradación (Duque *et al.* 2009).

En el trópico los forrajes presentan altas concentraciones de carbohidratos estructurales de lenta degradación que no acompañan la disponibilidad de nitrógeno cuando se utiliza urea en la ración. Una alternativa para superar esta situación, ha sido la utilización de urea protegida, buscando una liberación paulatina del nitrógeno, en una tasa que optimice la síntesis de proteína microbiana (Cisneros *et al.* 2003).

Debido a que la urea protegida es una fuente concentrada, los productores ganan espacio en las raciones al sustituir la urea protegida por otros alimentos proteicos, permitiéndoles agregar ingredientes, como forraje o subproductos, los cuales pueden mejorar la salud del rumen, el bienestar animal y reducir los costos de la dieta. Dietas balanceadas con urea protegida promueven un mejor crecimiento de las bacterias fibrolíticas las cuales requieren NNP para su desarrollo, mayor producción de proteína microbiana y una mejor gestión ambiental del nitrógeno (Alltech Inc. 2004).

Los objetivos del estudio fueron evaluar la adición de urea protegida como sustituto parcial de harina de soya en las Raciones Totalmente Mezcladas (RTM) en vacas lecheras; al mismo tiempo evaluar el efecto sobre consumo diario de concentrado por

vaca, composición de grasa en la leche, la condición corporal y el costo de consumo de concentrado por vaca.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, en la Unidad de Ganado de Leche, 32 km al SE de Tegucigalpa, a una altura de 800 msnm, temperatura promedio anual de 24° y 1,100 mm de precipitación promedio anual. El estudio se realizó entre los meses de julio y agosto del 2011. Se utilizaron como unidades experimentales 16 vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus encastes. Las vacas fueron distribuidas en 2 tratamientos de 8 vacas en los cuales cada vaca fue una unidad experimental.

Los criterios de selección de los animales fueron: Producción promedio 27 litros diarios, periodo de lactancia < 150 días, condición corporal  $\geq 2.5$  en la escala de 5 y composición racial homogénea.

Los tratamientos utilizados fueron: concentrado de alta producción sin urea protegida (grupo control) y concentrado con adición de 1.3% de urea protegida. Ambos tratamientos fueron formulados para ser isonitrógeno y con un promedio de proteína cruda de 17%.

El estudio se realizó durante cuatro semanas, de las cuales una fue utilizada como semana de adaptación. En cada semana se midió el consumo diario de concentrado por vaca, producción individual, condición corporal por una misma persona tomada en una escala de 1 a 5. Cada semana se tomaron muestras de leche en la mañana y en la tarde para realizar pruebas de contenido de grasa, dichas muestras fueron de un tamaño de 100 cm<sup>3</sup> y tomadas en recipientes esterilizados. Una vez colectadas las muestras fueron refrigeradas a una temperatura de 4°C para luego ser enviadas al laboratorio de la planta procesadora de productos lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, donde se les realizó la prueba de grasa mediante el método de Babcock (Revilla 1982).

A cada vaca del tratamiento control se le proporcionó 5.5kg de concentrado tanto en horario vespertino como matutino; mientras que a cada vaca con el tratamiento de Urea protegida se le suministró 5 kg de concentrado en los mismos horarios de las vacas control.

Cuadro 1. Aditivos y minerales proporcionados a la ración totalmente mezclada por vaca.

Suplemento	Cantidad (g) por animal
Rumensin®	0.75
Sal Mineral	25.00
Levadura	10.00
Bicarbonato de sodio	50.00

A cada grupo de vacas se le proporcionó la cantidad de concentrado correspondiente a su tratamiento de la siguiente forma: En el horario matutino se les suministró la ración después del ordeño, luego del ordeño fueron enviadas al pastoreo; en el horario vespertino se les suministró la ración antes del ordeño; luego de que las vacas consumieron el alimento proporcionado en los comederos se pesó el rechazo para obtener el valor de consumo diario por grupo de vacas.

Se tomó una muestra del pasto *Panicum maximum* var. Tobiata con el que fueron alimentadas las vacas en los potreros, dicha muestra fue enviada a SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria) para hacer un análisis bromatológico (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis bromatológico del pasto *Panicum maximum* var Tobiata.

Componentes del Pasto	Corregido para MS(%)
Humedad	79.84
Materia Seca	20.16
Proteína Bruta	11.13
Fibra Neutro Detergente	73.35
Fibra Acido Detergente	45.04
Hemicelulosa	28.31
Lignina	4.97
Ceniza	14.72
Digestibilidad Materia Seca	53.81

MS= Materia Seca

Se calculó el costo de un quintal de concentrado del tratamiento control y el tratamiento con urea protegida, utilizando los precios de las materias primas proporcionados por la planta de concentrados de la Escuela Agrícola Panamericana (Cuadro 3).

Cuadro 3. Costos por quintal de concentrado para el tratamiento control y para el tratamiento con urea protegida.

Ingredientes	Precio(\$)	Cantidad (kg)				Costo (\$)	
		Control	(%)	UP	(%)	Control	UP
Harina de coquito	0.19	4.54	10	4.54	10	0.87	0.87
Maíz molido	0.42	13.18	29	14.09	31	5.50	5.88
Melaza	0.14	1.81	4	1.81	4	0.25	0.25
Semolina de trigo	0.26	7.72	17	8.18	18	1.97	2.09
Harina de soya	0.56	15.45	34	13.18	29	8.69	7.41
Sal	0.13	0.32	0.7	0.45	1	0.04	0.06
Pecutrin <sup>®</sup>	2.10	0.45	1	0.64	1.4	0.95	1.34
Carbonato de calcio	0.09	0.14	0.3	0.14	0.3	0.01	0.01
Bicarbonato de sodio	0.68	0.45	1	0.45	1	0.31	0.31
Aceite vegetal	0.77	1.36	3	1.36	3	1.05	1.05
Optigen <sup>®</sup>	2.00	0.00	0	0.59	1.3	0.00	1.18
Total		45.42	100	45.43	100	19.63	20.45

UP= Urea Protegida.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 2 tratamientos y 8 repeticiones por tratamiento. Se realizó un análisis de varianza con medidas repetidas en el tiempo. Para las variables consumo diario de concentrado y contenido de grasa en leche se utilizó estadística descriptiva con una media y desviación estándar, utilizando el programa Excel 2007. Para las variables de condición corporal y producción diaria de leche, se utilizó el procedimiento MIXED, bajo un nivel de significancia exigido  $P \leq 0.05$  utilizando el paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS 2009).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Consumo diario.** Al comparar el consumo en kg de MS entre los tratamientos se observó un mayor consumo en el tratamiento control con una diferencia de 1.11 kg respecto al tratamiento con urea protegida (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de consumo diario por vaca de concentrado sin y con la adición de urea protegida.

Tratamiento	Consumo (kg)	Desviación estándar
Control	9.51	0.43
UP	8.40	0.42

UP= tratamiento con urea protegida

**Producción de leche.** Para la producción de leche hubo diferencias significativas entre tratamientos, con un valor de 2.96L más para el tratamiento control (Cuadro 5). Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Plaza (2007) quien obtuvo una producción de 18.88L con urea protegida y 19.13L para el tratamiento control y a los de Ceballos (2006) quien obtuvo una producción de 16.9L con urea protegida y 17.8L con el tratamiento control. En estos estudios la similitud se dio en el sentido que la mayor producción se obtuvo con el tratamiento control.

Cuadro 5. Producción de leche en vacas lecheras alimentadas con y sin urea protegida.

Tratamiento	n	Producción Leche (L)
Control	8	24.53±0.83
UP	8	21.57±0.83
P		0.02

UP= tratamiento con urea protegida

P= Probabilidad

**Condición corporal de vacas lechera.** No hubo diferencia significativa entre los tratamientos con un valor promedio de 2.65 (Cuadro 6). Estos resultados son similares a los obtenidos por Plaza (2007), quien obtuvo una condición corporal de 2.88 con el tratamiento con urea protegida y 2.91 para el tratamiento control. De igual forma coinciden con los resultados de Ceballos (2006) quien obtuvo 2.75 con el tratamiento urea protegida y valor de 2.79 con en tratamiento control. Córdova (2005) también obtuvo

resultados que indican que no hubo diferencias significativas con un valor de 2.96 para el tratamiento control y 2.93 con el tratamiento urea protegida.

Cuadro 6. Condición corporal de vacas lecheras alimentadas con y sin urea protegida.

Tratamiento	n	Condición corporal
Control	8	2.57±0.70
UP	8	2.73±0.70
P		0.12

UP= tratamiento con urea protegida

P= Probabilidad

**Contenido de grasa en leche.** Hubo un mayor contenido de grasa en la leche con el tratamiento con urea protegida con una diferencia de 0.36% de grasa (Cuadro 7). Plaza (2007) obtuvo un mayor porcentaje de grasa con el tratamiento de urea protegida con un valor de 4.3% y 3.8% con el tratamiento control. Sin embargo, Ceballos (2006) no obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos con un valor de 3.18% con urea protegida y 3.01% con el tratamiento control.

Cuadro 7. Promedio del contenido de grasa en la leche de vacas alimentadas con y sin urea protegida.

Tratamiento	Contenido grasa (%)	Desviación estándar
Control	3.24	0.19
UP	3.60	0.27

UP= tratamiento con urea protegida

**Costo de alimentación por vaca/día.** Al comparar el costo de alimentación de una vaca se observó que es menor para el caso del tratamiento con urea protegida debido a que existe un menor consumo por vaca por día. La diferencia del costo de alimentación fue de \$0.32 por vaca alimentada (Cuadro 8).

Cuadro 8. Costo de alimentación por vaca/día para el tratamiento con urea protegida y para el tratamiento control.

Tratamiento	Precio (\$/kg)	Consumo por vaca(kg/día)	Costo de alimentación por vaca/día(\$)
Control	0.43	9.51	4.10
UP	0.45	8.40	3.78

UP=tratamiento con urea protegida

## 4. CONCLUSIONES

- Se obtuvo un menor consumo diario por vaca al ser alimentada con el tratamiento de urea protegida.
- Las vacas alimentadas con urea protegida presentaron menor producción de leche.
- La utilización del concentrado con urea protegida para vacas lecheras dio como resultado un mayor contenido de grasa en la leche.
- A través de la utilización de urea protegida en el concentrado no hubo diferencias en el cambio de la condición corporal.
- El uso de concentrado con urea protegida presentó un menor costo de alimentación por vaca.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Bajo las condiciones de este estudio no se recomienda el suministro de urea protegida en la unidad de producción de leche de Zamorano.
- Realizar el mismo estudio utilizando un mayor número de unidades experimentales y extendiendo el periodo de estudio para así obtener un menor sesgo en los resultados.
- Realizar el mismo estudio formulando las dietas con niveles energéticos y proteicos iguales para ambos tratamientos.
- Para facilidad de manejo en el análisis de muestras de leche, tener un laboratorio en la misma unidad de ganado lechero; ya que con esto se obtendría un resultado inmediato y confiable, en comparación a los resultados obtenidos por otros laboratorios.

## 6. LITERATURA CITADA

Alltech Inc. 2004. USA. Compañía Global de la Salud Animal Anuncia Adquisición. (En línea). Consultado el 13 de mayo del 2011. (En línea). Disponible en:  
[http://www.engormix.com/s\\_news\\_view.asp?news=78&AREA](http://www.engormix.com/s_news_view.asp?news=78&AREA).

Ceballos, G. 2006. Evaluación de la producción y de la composición de la leche con la adición de Optigen 1200<sup>®</sup> a la dieta de vacas lecheras en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 20p.

Cisneros, M. J.; Chávez G. F.; Miranda, R. A. 2003. Comparación de Optigen<sup>®</sup> 1200 y urea común como fuente de nitrógeno no proteico en la nutrición de rumiantes. Consultado 16 de mayo de 2011 (En línea). Disponible en:  
<http://www.chapingo.mx/zootecnia/Ejemplo.pdf>.

Coalición Holandesa de la soya (DSC). 2008. Estrategias para reducir los impactos negativos en la producción de soya. (En línea). Consultado el 17 de mayo del 2011. Disponible en:  
[http://commodityplatform.org/wp/wp-content/uploads/2011/04/bolting\\_informativo-3.pdf](http://commodityplatform.org/wp/wp-content/uploads/2011/04/bolting_informativo-3.pdf).

Córdova, F. 2005. Efecto de la alimentación de terneras con ensilaje de maíz suplementado con leguminosas, concentrado y Optigen 1200<sup>®</sup>. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 23p.

Duque, M; Noguera, R. R.; Restrepo, L.F. 2009. Efecto de la adición de urea protegida y sin protección sobre la cinética de degradación *in vitro* del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Grupo de investigación en Ciencias Agrarias – GRICA. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, AA 1226, Medellín, Colombia.

Maynard, L. A. 1984. Nutrición Animal. Mc Graw Hill. 7<sup>a</sup> ed. México. 175p.

Plaza Tumbaco, F.X. 2007. Evaluación de la adición de Optigen<sup>®</sup> como fuente de proteína en vacas lecheras en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 7p.

Revilla, A. 1982. Tecnología de la Lecha, Procesamiento, manufactura y análisis. 2<sup>a</sup> ed. San José, Costa Rica. 343p.

SAS. 2009. Statistical Analysis System.