

# Modificación del fotoperiodo en vacas lactantes. Aplicación práctica

## A. INTRODUCCIÓN.

La modificación del fotoperiodo en vacas de ordeño tiene su inicio a finales de los 70 con R.R. Peters (Universidad de Michigan) y como principal impulsor de su aplicación práctica a nivel de granja a G. Dahl (Universidad de Illinois) a finales de los 90.

El fotoperiodo es un proceso biológico que consta de dos fases: fotofase (fase luminosa) y la escotofase (fase oscura); que sigue un patrón circadiano (periodicidad aproximada de 24 h.). Ambas fases han de ser ininterrumpidas y la finalización de ambas es indispensable para que el animal de por acabado el proceso. La no finalización de alguna de las dos fases (p.e. poner 24 horas de luz ininterrumpida) puede afectar claramente al bienestar de los animales.

La modificación del fotoperiodo puede realizarse de dos modos. Partiendo de la base que el fotoperiodo natural consta de 9-12 horas de luz tenemos dos posibilidades:

- Alargar la fotofase (16-18 horas de luz). Es el fotoperiodo de día largo, utilizado principalmente en vacas en ordeño.
- Alargar la escotofase (6-8 horas de luz). Es el fotoperiodo de día corto, utilizado en el periodo seco del animal.

La aplicación de ambos métodos a la vez tiene un efecto sinérgico en los resultados obtenidos.

Hasta la actualidad hay publicados diez trabajos que incluyen 1500 animales y aproximadamente 250 rebaños. En todos ellos los resultados obtenidos son los siguientes:

1. Incremento en la producción lechera entre un 5-10% (2-2,5 litros por vaca y día).
2. Respuesta variable en la modificación de los sólidos de la leche (en dos de los diez estudios había una disminución de la grasa).
3. Incremento en la ingestión de ra-

ción, siempre como consecuencia del aumento de demanda energética debido al incremento de la producción lechera y no como causa.

## B. FISIOLÓGIA ENDOCRINA.

La principal hormona implicada en el patrón circadiano del fotoperiodo es la **melatonina**. La melatonina es una hormona sintetizada a nivel de la glándula pineal que modula la respuesta de multitud de hormonas inhibiendo su síntesis. La duración de la escotofase viene dada por niveles elevados de melatonina en sangre. Cuando la luz incide en los fotoreceptores de la retina se inhibe la síntesis de melatonina lo que favorece la producción de varias hormonas relacionadas con la respuesta a la modificación del fotoperiodo como son la **prolactina**, sintetizada a nivel de hipotálamo cuya función principal es galactopoyética y estimulante del sistema inmune del animal; y la **IGF-I**, sintetizada a nivel hepático cuya función principal es favorecer la proliferación de la células epiteliales a nivel del parénquima mamario, lo que favorece una mayor persistencia de la curva de lactación de las vacas.

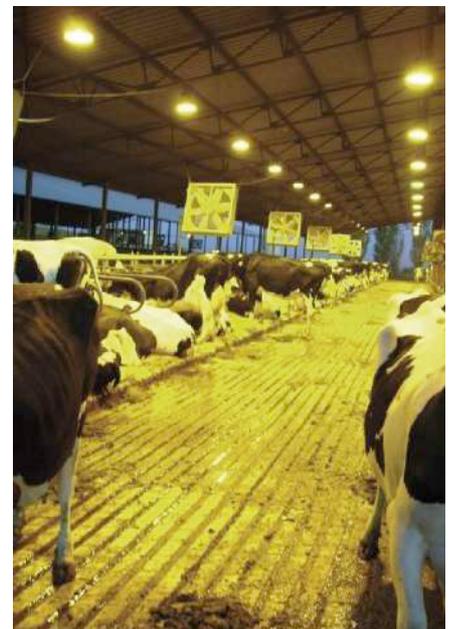
## C. MANEJO E INSTALACIÓN

El manejo adecuado de ambas fases es imprescindible para conseguir los resultados esperados.

### C1. Fotofase

El objetivo está en conseguir un nivel de iluminación entre 160-210 LUX (15-20 FC) tanto en la nave como en la sala de ordeño a nivel de la altura de trabajo. Esta altura varía según si se toma como referencia el cubículo (60 cm) o la comedera (90 cm). Para medir la intensidad en los diferentes lugares se usa el luxómetro. Es básico que cada temporada se haga un chequeo del nivel de iluminación en diferentes puntos para asegurarnos un nivel adecuado. La respuesta a esta modificación tarda de 2 a 4 semanas en producirse.

Para conseguir esta iluminación se están empleando tres tipos de luz dependiendo del tipo de nave (abierta/cerrada) y el tamaño de la nave.



- Fluorescentes: naves cerradas.  
- Lámparas de alta intensidad (haluro metálicas y vapor de sodio): naves abiertas.



Las características técnicas que hay que valorar a la hora de escoger un tipo de luz son principalmente los siguientes:

1. **Rendimiento:** cantidad de lúmenes generados por vatio de potencia.
  - Fluorescentes: 80 lum/W.
  - Haluro metálicas: 90 lum/W.
  - Vapor de sodio: 110 lum/W.

Con las lámparas de alta intensidad con bombillas de 400 W llegamos a los 50000 lúmenes por punto de luz.

2. *Índice de interpretación del color:* capacidad de la luz para reproducir el color verdadero de un objeto.

- Fluorescentes: 80%.
- Haluro metálicas: 80%.
- Vapor de sodio: 60% (este valor bajo es debido al color amarillento que producen y que da lugar a confusiones a la hora de diferenciar determinados colores como p.e. marrón y rojo).

3. *Vida útil:* mide la media de horas de funcionamiento de las luces mientras haya un 70% de las luces instaladas operativas.

- Fluorescentes: 15000 horas.
- Haluro metálicas: 10000 horas.
- Vapor de sodio: 25000 horas.

4. *Media de producción de luz:* es la producción de luz transcurrido el 40% de la vida útil respecto de la producida inicialmente.

- Fluorescentes: 90%.
- Haluro metálicas: 60%.
- Vapor de sodio: 70%.

5. *Temperatura del aire:* a T° inferiores a -10°C el rendimiento de los fluorescentes baja un 50%.



Para saber los puntos de luz necesarios usamos la fórmula desarrollada por G. Dahl en la cual se tiene en cuenta el tipo de nave y de luz que queremos usar.

$$\text{Lúmenes totales} = \text{área} \cdot \text{LUX} \cdot K$$

Siendo K=2 en naves cerradas y K=3 en naves abiertas.

$$\text{Puntos de luz} = \frac{\text{lúmenes totales}}{\text{lúmenes luz escogida}}$$

Según la distancia entre los puntos de luz se conseguirá una iluminación uniforme a nivel de la altura de trabajo. El objetivo es conseguir como mínimo un ratio 1,5:1 entre el punto de máxima iluminación al de mínima iluminación para obtener así unos resultados óptimos al modificar el fotoperiodo.

## C2. Escotofase

En esta fase el objetivo está en conseguir una iluminación menor a 53,8 LUX (5 FC) durante 6-8 horas de manera ininterrumpida. Esto supone un problema logístico en granjas con 3 ordeños ya que un ordeño coincide durante esta fase. Para evitar que la vaca vea alterado el nivel de

iluminación de esta fase se están usando luces rojas de 4-7,5 W cada 7-10 metros a 2,5-3,5 metros de altura par que el personal pueda trabajar en condiciones.

## D. PARÁMETROS ECONÓMICOS

La inversión a nivel de instalaciones consta de varios elementos:

1. Puntos de luz (lámparas reflectantes+bombillas).
2. Temporizador (para automatizar el encendido y apagado de las luces).
3. Fococélula o interruptor crepuscular (para apagar las lámparas cuando con la luz solar se llegue a los lux deseados).
4. Luces rojas (escotofase en granjas con 3 ordeños).
5. Mano de obra.

Las variables que afectan a la rentabilidad de la inversión son:

- Precio de la leche.
- Incremento de la producción lechera.
- Precio de la ración de las vacas en ordeño.

- Incremento en la gestión de MS de la ración.

- Precio del Kwh.

Utilizando un programa de simulación vemos que la inversión por animal está entre 40-60 € en función del tamaño de la nave y la uniformidad luminosa que queramos.

Con el mismo simulador fijando unas variables (precio Kwh=0,11€, el precio de la ración (25 Kg MS) a 5,5 €) y dejando libres las otras dos (precio de la leche e incremento de la producción) obtenemos un beneficio neto por animal y temporada (8 meses) resumido en la tabla 1

Leche	1	1,1	1,3	1,5	2
Precio Leche	39,27	46,59	47,81	62,45	85,63
	0,3	46,59	54,65	57,33	73,43
	0,33	53,91	62,7	66,85	84,41
	0,36				114,91

Las principales variables que afectan a la rentabilidad de la modificación del fotoperiodo por orden de importancia son:

- Precio de la leche.
- Precio de la ración vacas de ordeño.
- Precio Kwh.

## E. ESTUDIOS GRANJA SAN JOSÉ S.A.

Los estudios realizados a nivel de granja se dividieron en 3 fases:

1. Fase 1 (año 2001-2002): efecto en primíparas/multíparas.



2. Fase 2 (año 2003): efecto en parámetros productivos y reproductivos en la lactación posterior a la modificación del fotoperiodo.

3. Fase 3 (año 2006-2007): se intentó diferenciar en efecto entre las múltiparas (2 y >2 lactaciones).

## E1. Fase 1

Los resultados obtenidos en esta fase con unas condiciones técnicas de 210 LUX y 16 horas de luz fueron los siguientes:

En primíparas no hubo diferencias en la producción lechera estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de fotoperiodo modificado. La explicación se podría encontrar en la elevada persistencia de la curva de lactación en las primíparas (superior al 95%).

En múltiparas sí que hubo un incremento muy grande de la producción, entre 2,5-3 litros por vaca y día favorable al grupo de fotoperiodo modificado. Ver tabla 2

### ANIMALES <76 DEL al inicio del estudio

Múltiparas	Grupo I	Grupo II
Animales	54	55
Lactación	3,64	3,78
Duración	132,46	135,12
DEL	22,11	22,96
Post8	47,46	50,48
Dif. producción		+3,02 (p<0,05)

## E2. Fase 2.

Viendo estos resultados tan positivos en múltiparas se tuvo el temor que afectara los resultados productivos y reproductivos en lactaciones posteriores con lo que se decidió parar y analizar si había algún efecto en lactaciones posteriores. En esta fase 2 se introdujeron dos nuevas variables (ingreso y tasa de eliminación). Con los datos analizados se llegó a la conclusión que las lactaciones posteriores no se ven afectadas a nivel productivo ni reproductivo. El ingreso por animal y tem-

# LIBRO sobre ALIMENTACION de vacuno lechero

Sistema Americano NRC ACTUALIZADO



## Se incluye la formulación de raciones

La formulación de raciones es imprescindible para que las vacas demuestren su alto potencial genético para producir leche. Además, al ser raciones equilibradas, no aparecen las enfermedades metabólicas que impiden la alta producción y aceleran la tasa de desechos.

### SE INCLUYEN EJEMPLOS DE RACIONES YA FORMULADAS PARA

#### Terneros:

##### Primer mes de vida:

Estarter (pienso iniciador como único alimento sólido) 4 primeras semanas más lactoreemplazante.

##### 2º mes de vida:

Después del destete sólo "pienso estarter" más agua a libre consumo permanentemente.

##### 3º y 4º mes de vida:

Se sigue con el pienso estarter o se cambia a un "pienso de crecimiento". Agua a libre consumo.

##### Pienso de crecimiento:

##### Lactoreemplazante:

Usado hasta el destete.

#### Novillas:

(Raciones ya formuladas en el texto) con diseño de corrales.

Grupo 1º: Durante 5 a 6 meses de edad.

Grupo 2º: Desde 7 a 10 meses de edad.

Grupo 3º: Desde 11 a 14 meses de edad.

Grupo 4º: Desde 15 a 22-24 meses.

Grupo novillas en preparto (21 días antes del parto)

#### Vacas:

(Raciones ya formuladas en el texto)

Vacas secas.

Vacas secas en preparto con o sin sales aniónicas.

Vacas en lactación: (Raciones ya formuladas en el texto, ejemplos)

- RECIÉN PARIDA.
- FINAL DE LACTACIÓN.
- MITAD DE LACTACIÓN.
- ALTA PRODUCCIÓN.
- MUY ALTA PRODUCCIÓN.
- RACIONES TRADICIONALES.
- RACIONES EN ÉPOCA CALUROSA.

¿Cómo se calcula el promedio rotativo anual del rebaño?

• RACIÓN ÚNICA (único grupo de vacas en ordeño). ¿Cuándo es racionalmente posible?

Manejo del carro mezclador.  
Manejo del preparto y de las recién paridas.

Enfermedades metabólicas, prevención y tratamiento

ANEXOS (1). Tablas de COMPOSICIÓN en nutrientes de los ALIMENTOS

(1) Para hacer los cálculos que exige la formulación se usa la hoja de cálculo EXCEL. Las formulaciones anunciadas se han realizado con ella. Se explica detalladamente su manejo para que Vd. formule sus raciones.

PEDIDOS: B. MARTÍN VAQUERO

## Modificación del fotoperiodo ...

porada durante el fotoperiodo modificado fue de 70-80 € superior por animal y temporada en animales con fotoperiodo modificado respecto al grupo control. Además encontramos que la tasa de eliminación era prácticamente la mitad en animales con fotoperiodo modificado (la explicación más lógica encontrada en la bibliografía es gracias al aumento de las defensas producido por el incremento de la prolactina a nivel sanguíneo).

### E3. Fase 3

Una vez demostrado que no afecta los parámetros productivos y reproductivos de los animales se intentó averiguar si había diferencias entre las múltiparas (2 y >2 lactaciones). En unas condiciones técnicas diferentes (160 LUX y 17 horas de luz) los resultados fueron dispares. En secundíparas la producción sí que mejoraba estadísticamente (2,74 litros por vaca y día), no así en vacas >2 lactaciones (0,67 litros por vaca y día). Lo más destacable que se encontró fue que la tasa de eliminación continuaba siendo la mitad en animales con fotoperiodo modificado (grupo control vs grupo modificado; secundíparas 12% vs 6%; >2 lactaciones 8% vs 4%).

Secundíparas	Grupo I	Grupo II
Animales	66	62
DEL	31,41	27,4
Duración	158,42	164,53
Pre4	45,06	41,82
Post8	50,55	50,05
Dif. producción		+2,74 (p<0,05)
Culling rate	12%	6% (p<0,1)

### F. CONCLUSIÓN.

En resumen, la conclusión a la que se llega después de realizar el estudio es:

- Es un método no invasivo con resultado variable pero siempre favorable en el incremento de la producción de leche dependiendo de las condiciones de luz y el número de lactación.

- Mínima inversión.
- Rentabilidad elevada.

### G. BIBLIOGRAFÍA

- Capuco, A.V. 2003 "Lactation persistency: insights from mammary cell proliferation studies" J. D. Science 81 (Suppl. 3): 18-31.
- Crill, Roberta L. 2001 "Net present value economic analysis model for adoption of photoperiod manipulation in lactating cow barns".
- Dahl, G.E. 1998. "Manipulation of photoperiod to increase milk production in cattle: biological, economic and practical considerations" Pag. 259-265 Proc. 4th International Dairy Housing Conf.
- Dahl, G.E. 1997 "Effects of long day period on milk yield and circulating insulin-like growth factor" J. Dairy Science 80:2784-2789.
- Dahl, G.E. 2000 "Photoperiodic effects on dairy cattle: a review" J. Dairy Science 83:885-893.
- Dahl, G.E. 2002 "Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health" J. D. Science 81 (Suppl. 3): 11-17.
- Janni, Kevin 2000 "Lighting dairy facilities" Biosystems and agricultural engineering department web.
- Peters, R.R. 1978 "Supplemental lighting stimulates growth and lactation in cattle" Science 199:911-912.
- Stanisiewski, E.P. 1985 "Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds" J. D. Science 68:1134-1140.

