

## EVALUACION DE LA TRIYODOTIRONINA (T3), TIROXINA (T4) Y COLESTEROL (CHO), EN CUATRO GRUPOS DE BOVINOS HOLSTEIN UBICADOS EN SISTEMAS DE PRODUCCION EN TROPICO ALTO Y BAJO

Rómulo Campos G.<sup>1</sup> - Angela Rodas V.<sup>2</sup>

### COMPENDIO

*Se analizó el funcionamiento tiroideo a través de la medición en suero sanguíneo de las hormonas triyodotironina (T3) y Tiroxina (T4), igualmente, se determinaron los niveles séricos de colesterol (CHO), con el fin de conocer la influencia de la altura y de la producción de leche sobre las funciones fisiológicas de adaptación climática mediada por la función de la glándula tiroidea, y de la capacidad de movilización grasa en respuesta a la producción láctea y a la compensación térmica. Se analizaron cuatro sistemas de producción, dos ubicados por encima de los 2900 msnm y dos por debajo de los 1000 msnm : Se emplearon 88 unidades experimentales de la raza Holstein Friesian, distribuidos en cuatro grupos fisiológicos (novillas, inicio y final de la lactancia y vacas secas), analizadas en un diseño completamente al azar. Se encontró influencia altamente significativa del Sistema de producción en trópico alto o bajo, del Grupo de producción y de la interacción Sistema x Grupo, frente al comportamiento de la función tiroidea y los niveles de colesterol. Para los sistemas ubicados en trópico alto se encontraron los siguientes valores promedio para : T3 , 1.95 nmol/l ; T4, 77.28 nmol/l y colesterol 3.79 mmol/l. Para los sistemas de trópico bajo los valores obtenidos fueron T3, 1.83 nmol/l ; T4, 62.34 nmol/l y para colesterol 3.16 mmol/l.*

**Palabras claves :** Tiroidea, Altura, Colesterol, Producción de Leche, Bovinos

### ABSTRACT

#### EVALUATION OF THE TRIYODOTIRONINE (T3), TIROXINE (T4) AND CHOLESTEROL (CHO), IN FOUR HOLSTEIN BOVINE GROUPS UBICATED IN PRODUCTION SYSTEM OF THE HIGHT AND LOW TROPICAL

*The major objective of the present study was the determination of thyroid function. The assessment of T3, T4 and cholesterol in serum allowed know the effect of the altitude and milk production level related to physiological functions on thyroid gland. The work, were used four production system : two ubicated in mountain on 2900 m in altitude and two systems in low tropical (under 1000 m altitude). 88 animal of Holstein Friesian breed were used for analyze, this animals in four production gropus : heifers, lactating innitial and finish, and prepartum (dry period). Under random design allowed significantly statical effect : the system, group and interaction system x group. The thyroid function and fat movilization are influenced for altitude and production group. For hight tropical systems, the medium values are : T3 , 1.95 nmol/l ; T4, 77.28 nmol/l, and cholesterol 3.79 mmol/l. For low tropical systems the medium values are : T3, 1.83 nmol/l ; T4, 62,34 nmol/l and cholesterol 3.16 mmol/l.*

**Keys Words :** Thyroid, Altitude, Cholesterol, Milk Production, Bovine

### INTRODUCCION

En el trópico Andino se encuentra buen número de explotaciones en condiciones agroecológicas desfavorables para una adecuada producción lechera. El control fisiológico de supervivencia y adaptación a la altura en los diferentes estados productivos de animales de interés zootécnico, se acompañan homeostáticamente de procesos intrínsecos de regulación metabólica en la producción de calor y consumo de oxígeno, que

dependen de un complejo neuroendocrino en el cual participan, entre otras, las hormonas tiroideas (Cunningham, 1994 ; McDonald, 1991 ; Ecker, 1989 ; Illera, 1984).

Las razas bovinas especializadas en la producción lechera presentan dinámicas metabólicas de alta exigencia, dado que en el complejo lactogénico existe clara participación de las hormonas tiroideas, se ha indagado sobre el verdadero papel de ellas en los

<sup>1</sup> Profesor Asistente, Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira ; AA 237 ; romo@palmira.unal.edu.co. <sup>2</sup> Monitor académico, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

diferentes niveles de producción (Blum, et al, 1983 ; Smith, 1988 ; Ramírez, Fernández, & Faure, 1991 ; Richards, Spicer, & Wetternann, 1995).

En la secreción láctea se presenta considerable excreción de grasa y a la vez ésta, como reserva energética, debe movilizarse para soportar la producción. La medición del colesterol sérico puede facilitar información sobre el nivel de movilización grasa (McClure, 1995) ; igualmente, existe relación clínica entre los niveles de hormonas tiroideas y los niveles de colesterol sérico (Kaneko, 1988).

El experimento se planeó con el fin de conocer el papel desempeñado por la T3 y la T4 en algunos grupos fisiológicos de producción ubicados en sistemas a diferente altura sobre el mar y la relación de la actividad tiroidea con el colesterol, en niveles de producción láctea de diferente intensidad.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se seleccionaron cuatro sistemas de producción de leche con bovinos especializados Holstein Friesian, situados en diferentes áreas agroecológicas y con sistemas de alimentación específicos.

El Sistema Uno, "La Floresta" se encuentra a 2900 msnm, las temperaturas oscilan entre 7 y 16 °C con un promedio de 12°C, precipitación media de 800 mm distribuidos en forma bimodal ; la base de la alimentación esta constituida por pasturas de Raigrás, *Lolium spp.*, y se suplementa con mezcla de galleta-urea ; adicionalmente se suministra sal mineralizada comercial, el promedio de producción es de 10 litros/día.

El Sistema Dos "Las Galias", a 2950 msnm, el rango de temperatura esta entre 5 y 14°C, el promedio es 11 °C, la precipitación alcanza los 950 mm ; la base de la alimentación es pasto Kikuyo, *Pennisetum clandestinum*, se proporciona sal mineralizada comercial ; promedio de producción 7 litros/día. Los dos sistemas corresponden al Bosque Seco Montano (Holdridge, 1978) y se encuentran en jurisdicción del municipio de Tuluá (Barragán/Santa Lucía) en el Valle del Cauca.

El Sistema Tres, corresponde al núcleo de producción de la Estación Experimental en Lechería Tropical CNI-Palmira de la Corporación para la Investigación Agropecuaria CORPOICA, ubicado a 950 msnm, temperaturas mínima y máxima de 14 y 32 °C , el promedio de 24°C, la precipitación media anual alcanza los 1000 mm distribuidos en forma bimodal; la base de alimentación es pasto Estrella, *Cynodon plectostachyus*, suplementado con concentrado comercial (14% de proteína), el promedio de producción es de 6.5 litros/día.

El Sistema Cuatro, "San José del Hato", está situado a 960 msnm, temperatura extremas de 14 y 31°C, promedio de 24°C, la precipitación media es de 1050 mm. Producción promedio de 25 litros/día. La base de la dieta es pasto Estrella, *Cynodon plectostachyus*, silo de maíz, *Zea mays*, silo de alfalfa, *Medicago sativa*, concentrado comercial (16 % proteína) y sal mineralizada, el ganado se encuentra en confinamiento. Los Sistemas Tres y Cuatro se encuentran en la formación Bosque Seco Tropical (Holdridge, 1978), en jurisdicción del municipio de Palmira, Valle del Cauca.

En cada Sistema se seleccionaron 22 animales pertenecientes a los siguientes grupos fisiológicos de producción: cinco (5) novillas, seis (6) vacas de inicio de lactancia, primeros 60 días ; seis (6) vacas de final de lactancia, posterior al día 150 y cinco (5) vacas secas, gestantes y con menos de 20 días preparto. A los animales se les colectó sangre mediante venipunción coxígea, en sistema vacutainer sin anticoagulante; las muestras se refrigeraron y se centrifugaron a 5000 rpm para extraer suero sanguíneo, éste se congeló a - 20°C hasta el momento de la determinación de Triyodotironina (T3), Tetrayodotiroxina (T4) y Colesterol.

Las hormonas se analizaron a través de Radioinmunoanálisis en fase sólida con reactivos comerciales (DPC, Los Angeles, CA); la lectura (cpm) se efectuó en equipo monopoza (Nucleonics), el análisis de concentración se realizó mediante el programa para determinación hormonal RIAPC de la Universidad de Guelph. El colesterol (CHO) se determinó mediante reactivos comerciales (Randox, Antrim, UK), con técnica enzimática colorimétrica para equipo de lectura óptica automatizada (Technicon RA-50, Bayer, Munich, AL).

La información se procesó con el paquete Statical Analises System (SAS, Cary, NJ), a través de General Lineal Model (GLM) se analizó el modelo experimental a una vía (diseño completamente al azar) en el cual se midieron los efectos : Sistema, Grupo y la interacción Sistema x Grupo, sobre las variables dependientes niveles de T3, T4 y Colesterol; igualmente se realizó una prueba de medias (método de Duncan) y un análisis de correlación entre las variables estudiadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### • Valores Séricos de las Variables metabólicas

Con un Coeficiente de Determinación de R= 0.60 en el modelo propuesto se encontró alta significancia estadística del efecto del grupo de producción (estado fisiológico) sobre los valores de T3 ( $p > 0.0001$ ), del Sistema de Producción ( $p > 0.0201$ ) y de la interacción Sistema x Grupo ( $p > 0.0105$ ) ; estos resultados también

fueron encontrados por Cunningham (1994), Blum et al (1983), Trenkle (1978) para bovinos lecheros en similares grupos fisiológicos.

El Sistema de producción Dos presentó los mayores valores de T3, siendo diferente de los Sistemas Uno, Tres y Cuatro, los cuales no presentaron diferencias estadísticas; explicable en parte, por su ubicación a la mayor altura, sin embargo, la similar localización del sistema uno no permite deducir el efecto único de ésta sobre el nivel de T3, aunque la tendencia sea a que los sistemas ubicados en alturas por encima de los 2900 msnm presenten los mayores valores. El sistema Tres de producción, en la zona baja, pudo presentar valores altos de la hormona por el tipo de dieta y el bajo nivel de producción láctea, lo cual según Nixon, Akasha & Anderson (1988) ocasiona menor gasto metabólico y acumulación de hormonas tiroideas. El Sistema Uno presentó valores de T3 inferiores y similares a los de los Sistemas Tres y Cuatro, y éste último registró la mayor producción lechera, lo cual incide sobre la función metabólica basal (Magdub, Jhonson & Belyea, 1982).

Con el Coeficiente de Determinación ( $R=0.69$ ) en el modelo, se encontró efecto del grupo de producción ( $p > 0.0001$ ), del sistema de producción ( $p > 0.0001$ ) y de la interacción Grupo x Sistema ( $p > 0.0001$ ), sobre los valores de T4.

Para la T4, la tendencia a valores mas altos correspondió a los sistemas de producción localizados en alturas superiores a los 2900 msnm; este resultado evidencia el papel calorígeno y de disponibilidad fisiológica propuesto por Piedrahita (1982) y Cunningham (1994) para la glándula tiroidea sobre el consumo de oxígeno a grandes alturas. El sistema Dos de producción, ubicado en la máxima altura, presentó los mayores valores 84.18 nmol/l lo cual evidencia la influencia de la altura sobre los niveles de T4; el menor valor correspondió al Sistema Cuatro, el cual tiene condiciones para el manejo de la influencia climática sobre los animales (estabulación, aspersión) disminuyendo a través de esta vía el estrés ambiental y el efecto directo de la radiación solar, igual situación fue demostrada por los estudios experimentales de Trenkle (1978), Magdub, Jhonson & Belyea (1982) y Pérez & Fernández (1988). Por otra parte, el segundo menor valor correspondió al Sistema Tres de producción, ubicado en zona baja, sin embargo, con valores estadísticamente similares a los hallados para el Sistema Uno, al parecer este comportamiento pudo deberse a la influencia del nivel de producción láctea, la que es sensiblemente menor en el Sistema Tres, en este sentido Fabry (1983) y Bitman, Tau & Akers (1984) describen la relación entre los valores de tiroxina y los

niveles de producción, con la misma tendencia hallada en el presente estudio.

Los valores de T3 y T4 (Cuadro 1), se encuentran dentro del rango sugerido como valor de referencia (Nixon, Akasha and Anderson, 1988; Campos, 1993; Cunningham, 1994)

**CUADRO 1. Valores séricos de Triyodotironina (T3), Tiroxina (T4) y Colesterol (CHO) en los cuatro Sistemas de Producción**

	T3 nmol/l	T4 nmol/l	CHO nmol/l
SIS 1	1.83 <sup>b</sup>	70.39 <sup>ab</sup>	3.82 <sup>a</sup>
SIS 2	2.07 <sup>a</sup>	84.18 <sup>a</sup>	3.76 <sup>a</sup>
SIS 3	1.94 <sup>b</sup>	65.45 <sup>bc</sup>	2.66 <sup>b</sup>
SIS 4	1.72 <sup>b</sup>	59.23 <sup>c</sup>	3.67 <sup>a</sup>
Promedio	1.89	69.93	3.48
DE	0.53	2.10	1.05

*Valores con letras diferentes en las columnas presentan diferencias estadísticas entre sí*

El colesterol (CHO) presentó un efecto estadísticamente significativo ( $p > 0.0001$ ), sobre Sistema de producción y la interacción Sistema x Grupo ( $p > 0.0001$ ), el análisis permitió inferir que la medición de esta variable aporta información válida sobre la movilización grasa en los sujetos experimentales cuando éstos se encuentran en diferentes altitudes. Los valores (Cuadro 1) fueron similares a los informados por Gueorgieva & Gueorgiev (1997).

La prueba de Duncan para el análisis del comportamiento de los sistemas de producción, mostró dos tendencias: Valores similares en los Sistemas Uno, Dos y Cuatro; el Sistema Tres muestra valores diferentes debido posiblemente al bajo nivel de producción lechera y al alto aporte energético en la dieta, en este Sistema los animales mostraron la mejor condición corporal, lo cual puede indicar que no se moviliza grasa de importancia, presentando por tanto los valores séricos mas bajos, 2.66 mmol/l, dentro de los sistemas estudiados; lo encontrado está de acuerdo con lo referido por Gueorgieva & Gueorgiev (1997).

#### • Comportamiento de los Grupos Fisiológicos de Producción

El grupo de las vacas secas presentó los mayores valores de T3. Si se tiene en cuenta que el metabolismo basal para soportar las funciones fisiológicas del crecimiento fetal y la preparación de la glándula mamaria para la futura lactancia, facilitan la acumulación grasa y

la adecuación homeostática (Fish & Swanson, 1983 ; Payne, 1987) y que estas funciones están mediadas solo parcialmente por acción de la tiroides (Diez-Monforte, Fernández & Abad, 1993), se puede explicar el resultado por el efecto calorígeno proveniente de la progesterona, cuyos niveles son altos en este estado fisiológico (Illera, 1984). El menor valor se halló en el grupo del inicio de lactancia, que concuerda con las situaciones de desbalance nutricional, pico de producción y movilización de reservas corporales, las cuales repercuten sobre los procesos de ajuste endocrino (McClure, 1995). En la medida que avanza la lactancia la dependencia de ésta, en relación con los niveles de hormonas tiroideas es menor (Nixon, Akasha & Anderson, 1988) ; comportamiento que se registró en el presente trabajo, por esto, los valores del grupo del final de la lactancia fueron mayores (Cuadro 2). El grupo de novillas y del final de lactancia presentaron valores estadísticamente similares, lo cual se explica según Campos (1993) por los requerimientos nutricionales para desarrollar el metabolismo basal de crecimiento moderado o de baja producción láctea.

**CUADRO 2. Valores Séricos de Triyodotironina (T3), Tiroxina (T4) y Colesterol (CHO) Según los Grupos Fisiológicos de Producción**

	T3	T4	CHO
Novillas	1.75 <sup>c,b</sup>	88.52 <sup>a</sup>	3.43 <sup>a,b</sup>
Inic. Lact	1.56 <sup>c,b</sup>	55.56 <sup>c</sup>	3.85 <sup>a</sup>
Fin. Lact	1.85 <sup>b</sup>	68.94 <sup>b</sup>	3.84 <sup>a</sup>
Vacas Secas	2.48 <sup>a</sup>	69.01 <sup>b</sup>	2.99 <sup>b</sup>

*Valores con letras distintas en las columnas, difieren estadísticamente entre sí*

Para los valores de la tiroxina (T4), los grupos de producción sin altos requerimientos metabólicos (novillas y vacas secas) presentaron los mayores valores séricos, dada la poca utilización de la hormona, considerada como biológicamente no activa frente a la actividad basal, sin altas exigencias ; de este modo, las novillas presentaron los valores mas altos 88.52 nmol/l y si bien la producción de tiroxinas es activa (Wilson & Foster, 1992), su utilización es menor y por ello los mayores valores circulantes. Los grupos final de lactancia y vacas secas, presentaron estadísticamente

valores similares, diferentes a los de novillas y del inicio de la lactancia ; en este último, el valor de 55.56 nmol/l (Cuadro 2) evidencia el esfuerzo metabólico de este grupo de producción. Los valores de hormonas tiroideas hallados en relación con el grupo fisiológico, corrobora el efecto altamente significativo de éste en el diseño experimental efectuado; similar evidencia hallaron Cruz & Ramírez (1993).

En relación con el colesterol (CHO) circulante, los grupos inicio y final de la lactancia registraron los mayores valores, siendo estadísticamente similares entre sí y diferentes de los grupos de producción de novillas y vacas secas; básicamente la situación parece deberse a la escasa movilización grasa en las novillas y a la acumulación de ésta en los animales secos, situación que se reflejaría en la condición corporal y en la determinación de los valores séricos del metabolito (Wittwer, 1995).

El análisis de correlación entre las variables metabólicas en estudio no mostró significancia estadística alta para ninguna asociación tiroxina : triyodotironina : colesterol ; esto puede deberse a que la dinámica tiroidea de la tiroxina genera un comportamiento independiente de la actividad biológica neta de la triyodotironina ; Wilson & Foster (1992) plantean que la actividad moduladora del metabolismo se da por la T3 y en forma de sustrato de reserva, que la posibilita, está la T4. La relación entre actividad tiroidea y niveles de colesterol parte de la prueba clínica de que altos niveles de colesterol se encuentran en pacientes con hipertiroidismo (Vélez, et al., 1991; Cunningham, 1994), lo cual en el presente estudio no se pudo probar ya que no se valoraron situaciones clínicas relacionadas con la glándula tiroides ; así mismo los niveles de hormonas tiroideas varían según la etapa o fase de producción y la localización del Sistema, mientras que los niveles de colesteremia están directamente relacionados con el nivel de producción y la calidad de la dieta suministrada.

#### Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al profesor Carlos V. Durán por su colaboración en el análisis estadístico, a los productores quienes facilitaron el muestreo y al proyecto de Investigación Semilla CINDEC-DPA 001/97, el cual financió parcialmente la investigación.

#### BIBLIOGRAFIA

BITMAN, J. ; TAU, H. & AKERS, R. M. Triiodothyronine and thyroxine during gestation in dairy cattle selected for high and low milk production. J. Dairy Sci. 67(2) :2614-2619. 1984

BLUM, J. W. ; HUNZ, P. ; LEUENBERGER, H. ; GAUTSCH, K. and KELLER, M. Thyroid hormones, blood plasma metabolites and hematological parameters in relationship to milk yield in dairy cows Anim. Prod. 36:93-104. 1983

- CAMPOS, R. Niveles séricos de Triyodotironina y Tiroxina durante el ciclo estral en novillas Holstein Friesian en el Trópico Alto. Santafé de Bogotá. 1993. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- CRUZ, A. y RAMIREZ, M. Niveles séricos de Tiroxina, Triyodotironina, Progesterona y Yodo inorgánico en el periparto de vacas lecheras. Santafé de Bogotá. 1993. Tesis de grado (Médico Veterinario). Universidad Nacional de Colombia.
- CUNNINGHAM, J. Fisiología Veterinaria. México : Interamericana, 1994
- DIEZ-MONFORTE, C. ; FERNANDEZ, I. y ABAD, M. Hormonas tiroideas en ganado vacuno de actitud lechera : Relación con la actividad reproductiva. Arch. Zoot. 42 :160 :435-440. 1993
- ECKER, R. Fisiología Animal: Mecanismos y adaptaciones. Madrid : McGraw-Hill. 1989
- FABRY, J. Thyroid hormones and daily gain in cattle. Anim. Prod. 36:355-61. 1983
- FISH, R.E. and SWANSON, E.W. Effect of excessive iodine administered in the dry period on thyroid function and health of dairy cows and their calves in the periparturient period. J. Anim. Sci. 56(1):162-172. 1983
- HOLDRIDGE, L. R. Ecología : Basada en zonas de vida. San José, Costa Rica : IICA. 1978
- ILLERA, M. Endocrinología Veterinaria. Zaragoza : Acribia. 1984
- GUEORGUIEVA, T. M. and GUEORVIEV, I.P. Serum cholesterol concentration around parturition and in early lactation in dairy cows. Revue. Med. Vet. 148 (3):241-244. 1997
- KANEKO, J. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 4 ed. San Diego , CA : Academic. 1989
- McCLURE, J. Infertilidad Nutricional de la Vaca Lechera. Zaragoza : Acribia. 1995
- McDONALD, L.E. Endocrinología Veterinaria y Reproducción, 4 de., México : McGraw-Hill. 1991
- MAGDUB, A. ; JHONSON, H.D. and BELYEA, R.L. Effect on environmental heat and dietary fiber on thyroid physiology of lactating cows. J. Dairy Sci. 65:2323-2332. 1982
- NIXON, D. ; AKASHA, M. and ANDERSON, R. Free and total thyroid hormones in serum of holstein cows. J. Dairy Sci. 71:1152-1160. 1988
- PAYNE, J.M. The Metabolic diseases. Oxford University Press. 1987
- PEREZ, H. y FERNANDEZ, O. Niveles de hormonas tiroideas en novillas Holstein Friesian tolerantes y no tolerantes al calor. Revista de Salud Animal 10 (2) : 121-130 1988
- PIEDRAHITA, G. Influencia de la altura sobre el funcionamiento de la glándula tiroidea en bovinos. Bogotá. 1982. Tesis de grado (Médico Veterinario). Universidad Nacional de Colombia.
- RAMIREZ, R. ; FERNANDEZ, O. y FAURE, R. Comportamiento productivo y niveles de tiroxina, triyodotironina y glucocorticoides en vacas Holstein Friesian en el trópico cálido húmedo. Revista de Salud Animal 13 (2) : 160-165. 1991
- RICHARDS, M.W. ; SPICER, L.J. and WETTEMANN, R.P. Influencing of diet and ambient temperature and bovine serum insulin like growth factor-I and tiroxine relationships with non-esterified fatty acids, glucose, insulin, luteinizing hormone and progesterone. Animal Reproduction Science 37 (3-4) : 267-279 . 1995
- SMITH, R. Fisiología de la lactogenesis. Madrid : Reverté. 1988
- TRENKLE, A. Relation of hormonal variations to nutritional studies and metabolism of ruminants. J. Dairy Sci. 61(3) : 281-293. 1988
- VELEZ, H. ; ROJAS, W. ; BORRERO, J. y RESTREPO, J. Endocrinología. Medellín : Corporación para Investigaciones Biológicas. 1991
- WILSON G. and FOSTER. R. Textbook of endocrinology. Boca Ratón, FA :CRC, 1992
- WITWER, F. Empleo de los perfiles metabólicos : Desbalances metabólicos nutricionales. Buiatría 2(1) : 16-20. 1995