

CORRELACIÓN DE NIVELES DE UREA EN LECHE CON CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE DIETAS BOVINAS EN GANADERÍAS DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA

CORRELATION OF MILK UREA LEVEL WITH PHYSICO-CHEMICAL AND
NUTRITIONAL COMPOSITION OF DIETS FOR CATTLE IN PICHINCHA PROVINCE

Nancy Bonifaz y Francisco Gutiérrez

Centro de investigación de la leche CILEC, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Cayambe, Av. Natalia Jarrín y 9 de Octubre, telf. (593 2) 3962885, Ecuador.

Autores para correspondencia: nbonifaz@ups.edu.ec, franciscogutoleon_1@hotmail.com

Manuscrito recibido el 1 de diciembre de 2013. Aceptado, tras revisión, el 29 de diciembre del 2013.

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar los niveles de urea en leche (MUN por *Milk Urea Nitrogen*) como metabolito que permite determinar si la relación energía/proteína es la correcta, y su incidencia sobre los parámetros productivos. La urea es el producto final del metabolismo de las proteínas, cuando se produce esta se difunde a todos los tejidos del cuerpo de la vaca y aparece en orina, saliva y leche. La proteína de los pastos y los niveles de fibra bruta en el suplemento tienen una relación directa con los niveles de MUN. Los niveles de MUN presentan una relación inversa con el contenido de proteína láctea y se relacionan también con la producción de leche (litros leche/vaca/día) y el periodo de lactancia.

Palabras claves: Urea en leche, proteína, energía, metabolito, rumen.

Abstract

The objective of the research was to determine the Milk Urea Nitrogen (MUN) levels and use it as a metabolite that helps to determine if the energy/protein balance is correct, and its impact on productive parameters. Urea is the end product of protein metabolism, when urea is produced it spreads to all body tissues and is present in cow urine, saliva and milk. Pasture protein and crude fiber in the supplement are directly related to MUN levels. MUN exhibited an inverse relation with milk protein and also relates to milk production (liters milk/cow/day) and lactation period.

Keywords: Urea in milk, protein, energy, metabolite, rumen.

Forma sugerida de citar: Bonifaz, N. y F. Gutiérrez. 2013. **Correlación de niveles de urea en leche con características físico-químicas y composición nutricional de dietas bovinas en ganaderías de la provincia de Pichincha.** La Granja. Vol. 18(2): 33-42. ISSN: 1390-3799.

1. Introducción

La lechería ecuatoriana se desarrolla en un sistema productivo, donde predomina el pastoreo de forrajes de variable calidad. Esta práctica es sin lugar a dudas la más lógica y recomendable en un país donde tenemos condiciones favorables para realizarla; más aún si consideramos que la estructura de costos de producción y el precio actual de la leche (0,42 centavos de dólar) inevitablemente obliga al productor a implementar prácticas alimenticias de bajo costo y alta rentabilidad (Batallas, 2011).

Uno de los principales objetivos de las investigaciones en nutrición animal ha sido la búsqueda de la máxima eficiencia de uso de los alimentos consumidos por los animales. Para optimizar la alimentación y suplementar los animales en pastoreo de manera eficiente, es necesario conocer la cantidad y la calidad del forraje básico consumido. Sin embargo, la medición de estas variables en la finca es una actividad dispendiosa y poco precisa. Para evitar estos escollos, se han identificado las características de la dieta que afectan la concentración de metabolitos en la sangre y leche, y usar estos últimos como indicadores y herramientas de ajuste del estatus nutricional de los bovinos (Pardo, 2008).

La urea es el producto final del metabolismo de las proteínas. La proteína que la vaca no utiliza para su mantenimiento y producción, se descompone en amoníaco, que es tóxico para las células y se convierte en urea en el hígado. La urea posteriormente entra en el flujo sanguíneo para después reciclarse en el rumen o excretarse en la orina. Este componente se difunde en todos los tejidos del cuerpo de la vaca y su nivel en la leche tiene una relación directa con la cantidad de proteína ingerida y la concentración de urea en sangre (González, 2000).

Por lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue establecer los niveles de urea en leche bovina, su relación con las características físico-químicas de la leche, la alimentación y los parámetros productivos y reproductivos en ganaderías de la provincia de Pichincha.

2. Materiales y Métodos

2.1 Población y Muestra

La selección de las unidades productivas y el muestreo se realizó en coordinación con los propietarios

de las fincas ganaderas de los cantones, Cayambe, Pedro Moncayo, Quito y Mejía (Anexos 1, 2).

Para este estudio se seleccionaron 10 fincas distribuidas de la siguiente forma: 2 en el cantón Cayambe, 5 en Pedro Moncayo, 2 en el cantón Mejía y una en el cantón Quito-Parroquia Pifo, las fincas se encuentran a altitudes entre los 2 800 a 3 500 m.s.n.m. con una producción promedio de 17 litros/vaca/día y una producción total superior a los 500 litros/día.

El tamaño de la muestra fue de 1 060 vacas de razas Holstein, Jersey, Brown Swiss y cruzadas en diferentes etapas de lactancia. En cada época del año, verano (agosto, septiembre y octubre) e invierno (diciembre, enero y febrero), se recolectaron 530 muestras de leche individuales. El levantamiento de la información de datos productivos, reproductivos, pesaje, toma de la muestra de leche y de pasto, se realizó el mismo día para evitar el estrés e inconvenientes en el manejo de los animales en las fincas.

Se debe aclarar que para el análisis estadístico se trabajó con 965 datos, entonces se consideró pertinente eliminar el 8,96 % de los animales que presentaron alteraciones en los datos por motivos como: muestras con rangos fuera de perfiles de las normas de laboratorio, insuficiente cantidad de muestra, presencia de suciedades, mastitis, muestras con calostro.

2.2 Técnicas y Herramientas

2.2.1 Muestreo del alimento y análisis bromatológico

La toma de muestras de pasturas y de sobrealimento se realizó en dos épocas del año, una en el verano y otra en el invierno, ya que la composición nutricional de las pasturas cambia con las estaciones del año y pueden incidir en los parámetros productivos, reproductivos y nutricionales de los animales.

Las muestras de pasto se obtuvieron mediante tres lanzamientos al azar de un cuadrante de un m² en cada parcela del área del potrero; que los animales estaban consumiendo ese día. Una vez recolectadas todas las muestras, se tomó una submuestra de un kilogramo de pasto con su respectiva identificación: mezcla forrajera, producción de pastos, ubicación, número de lote, propietario; las muestras fueron deshidratadas en una estufa a 105 °C en el labo-

ratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Politécnica Salesiana y, posteriormente, enviadas en fundas de papel identificadas al laboratorio para el análisis bromatológico. También se tomó una muestra del sobrealimento que se les suministra a los animales durante el ordeño, un Kg por cada finca; se envió al laboratorio etiquetado en fundas de papel, así como también se pesó la ración/vaca/día. Las muestras de pasto y sobrealimento fueron enviadas al laboratorio de Bromatología de AGROCALIDAD para el análisis del valor nutritivo de los mismos, mediante el método Proximal: Humedad, MS proteína, fibra bruta, Extracto Etéreo EE, Elementos No Nitrogenados ENN y cenizas.

2.2.2 Toma y análisis de la muestra de leche

La toma de muestras de leche se realizó en verano e invierno, se tomaron dos muestras de leche por animal en frascos de 40 mL en cada una de las fincas, 530 muestras para el análisis composicional y 530 para el análisis de MUN. En total, se enviaron al laboratorio de calidad de leche de Universidad Politécnica Salesiana 1 060 muestras en verano y 1 060 en invierno. El laboratorio realizó el análisis composicional por espectrofotometría por infrarrojo con el equipo MILKOSCAN FT 6200, protocolo PEE02 que determina, proteína, grasa y sólidos totales en leche, para el análisis de MUN se utilizó el equipo RQ-FLEX PLUS (MERCK) mediante reflectometría utilizando la enzima ureasa de la casa MERK

2.2.3 Levantamiento de información sobre los parámetros productivos y reproductivos

El levantamiento de la información en la finca, se realizó en base a los registros físicos y/o digitales de cada animal en cada finca. Se recolectaron datos sobre el estado productivo: periodo de lactancia, producción (litros/vaca/día); y reproductivo: días abiertos, número de partos; e información sobre el manejo, raza y peso. La información fue recolectada en época de verano (agosto, septiembre y octubre del 2012) e invierno (diciembre del 2012, enero y febrero del 2013).

2.2.4 Pesaje de los animales

Los pesos de los animales se obtuvieron utilizando una báscula digital TRUE TEST en el menor tiempo posible para reducir el estrés sobre el animal. Los

animales fueron pesados tanto en verano como en invierno.

2.3 Análisis estadístico

Se utilizó un modelo estadístico de factores múltiples. Los datos se analizaron usando la opción de modelos lineales con el programa INFOSTAT, obteniendo la significancia de cada uno de los factores y sus interacciones y las pruebas de comparaciones múltiples. Considerando el valor de p para diferencia significativa ($p < 0,05$).

3. Resultados y Discusión

3.1 Relación época del año y valor nutritivo de las pasturas

Tabla 1. Composición química de los pastos en invierno y verano. FB=Fibra bruta; ENN=elementos no nitrogenados; EE= extracto etéreo; Sd=desviación estándar

Composición Química	Invierno		Verano	
	Media %	± Sd	Media %	± Sd
Proteína	11,6	2,2	14,7	3,2
EE	2,5	0,3	2,3	0,4
FB	20,3	2,9	21,1	1,1
ENN	55,0	4,9	49,8	3,1
CENIZA	10,6	1,2	12,2	0,9

La Tabla 1 muestra la composición bromatológica de los pastos en las dos épocas del año evaluadas. Se observó una mayor cantidad de proteína, fibra bruta y cenizas en los pastos en verano ($p < 0,05$), y una menor cantidad ENN, mientras que los niveles de EE y cenizas no presentaron variaciones significativas entre las dos épocas evaluadas (Anexo 3).

3.2 Relación época del año y MUN

En la Figura 1, se observa la influencia de la época del año sobre los niveles de MUN. En promedio, los niveles de MUN fueron diferentes ($p < 0,05$) de manera que en verano los niveles de MUN son mayores que en invierno.

Estos resultados obedecen a la diferente composición nutricional de las pasturas provocadas por los

cambios medio ambientales, dados en las dos estaciones del año. Estos cambios en el valor nutritivo de las pasturas altera la sincronía entre la degradación de los carbohidratos y la disponibilidad de la proteína en rumen. Pedraza (2006) indica que la primavera genera una mayor concentración de urea en leche, probablemente debido a las características de la pradera que presenta un alto contenido de proteína rápidamente degradable, alta digestibilidad, baja fibra; en general, un mayor valor nutritivo comparado a las otras estaciones. Yamandú (2005) observó que los niveles de MUN fueron significativamente ($p < 0,0001$) menores en invierno con respecto a primavera.

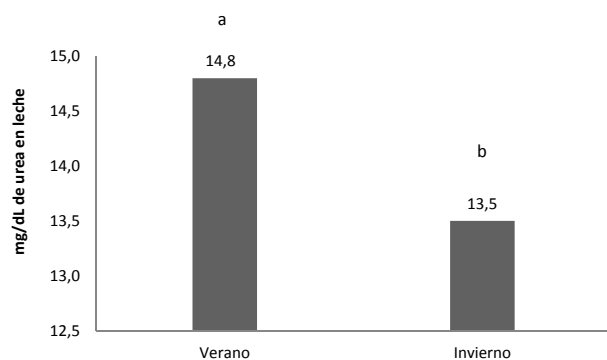


Figura 1. Relación época del año y MUN.

3.3 Relación entre niveles de proteína en pastos y MUN

En la Figura 2, se observa la relación entre los niveles de MUN con el contenido de proteína en los pastos de manera que, animales alimentados con pastos con mayor contenido proteico ($> 18\%$) presentaron mayores niveles de MUN ($p < 0,05$); aquellos pastos con niveles de proteína menores al 14% presentaron valores de MUN más bajos ($13,38$ mg/dL). Un rango de MUN de 12 a 16 mg/dL, es apropiado cuando se evalúa a un rebaño y valores de 8 a 18 mg/dL cuando se tienen muestras individuales (Yamandú, 2005).

Valores de MUN menores a 12 mg/dL, se consideran bajos e indican un bajo contenido de proteína degradable en los alimentos en comparación a la disponibilidad ruminal de energía; lo que conlleva a una menor eficiencia en la utilización y consumo de alimento y un efecto negativo sobre la producción de leche. Niveles de MUN por encima de 25 mg/dL, se consideran elevados y pueden producirse porque la cantidad de proteína degradable en rumen es de-

masiado alta o porque la relación de proteína soluble/carbohidratos no fibrosos degradables en el rumen, también es muy alta.

Es conocida la relación entre FB y ENN. Los pastos con mayores niveles de celulosa, hemicelulosa y lignina tienen paredes celulares gruesas con poco espacio para el citoplasma de las células. De este citoplasma, se deriva el ENN (fructosa, glucosa, almidones, sacarosa) cuyo nivel influye sobre el metabolismo de la proteína en el rumen (Correa, 2010). El balance entre proteína y la fuente de energía de los rumiantes (provenientes de la fermentación de los carbohidratos), influye sobre la síntesis de los ácidos grasos propiónico, acético y butírico que son metabolizados en el hígado para producir energía (Anexo 3).

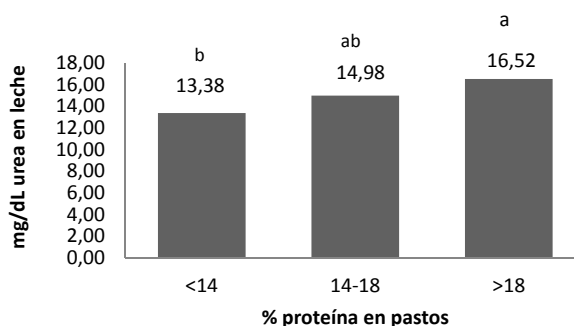


Figura 2. Relación entre MUN en leche y niveles de proteína en pastos.

3.4 Relación entre nutrientes en el balanceado y MUN

En la Figura 3, se muestra la interacción que existe entre los nutrientes del balanceado y MUN. Los niveles de FB y ENN, presentaron una relación significativa con los niveles de MUN; esto se da ya que al incrementarse los niveles de fibra en el balanceado lo hacen en desmedro de los niveles de ENN; de manera que a mayor cantidad de ENN mejor relación de energía/proteína para la bacterias del rumen. A menor aprovechamiento de la proteína por parte de las bacterias, mayores niveles de MUN en leche. Cuando la dieta contiene un exceso proteico con poca disponibilidad energética, la velocidad de crecimiento microbiano también es baja por cuanto los microorganismos están obligados a utilizar los péptidos como fuente energética y la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) es moderada. Por el contrario, cuando en la dieta la energía es superior a

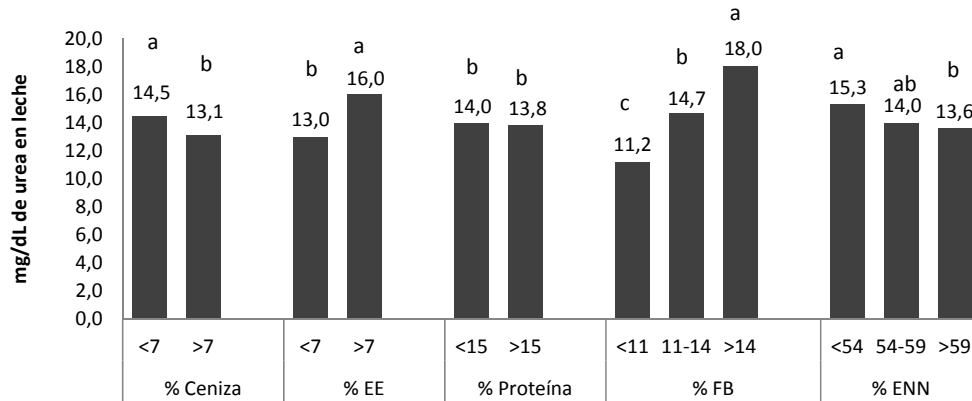


Figura 3. Relación nutrientes en el balanceado y MUN EE= extracto etéreo; FB= Fibra bruta; ENN=extracto no nitrogenado.

la proteína, entonces, se satisfacen ampliamente los requerimientos energéticos, pero es insuficiente el nivel de nitrógeno para la adecuada multiplicación microbiana, por lo que la energía se emplea en el mantenimiento microbiano y no en su multiplicación.

3.5 Relación niveles de proteína en leche y MUN

En la Figura 4 se observa que, los niveles de proteína en la leche están inversamente relacionados con los niveles de MUN. Leches con menor concentración de proteína (< 2,9%) presentaron los niveles más altos de MUN ($p < 0,05$). Esta relación inversa entre los dos factores ha sido descrita anteriormente por otros autores (Pedraza, 2006); sin embargo también se ha observado una correlación positiva entre proteína en leche y MUN (Correa, 2010), o ninguna correlación entre las dos variables. Lo contrario, quienes describen bajos niveles de MUN en los animales cuyo nivel de proteína en leche superó el 3,2% (Correa, 2010). Resulta bastante irónico, entonces, que praderas con alto contenido de proteína, pero sobre todo de proteína degradable en rumen (PDR), produzcan leche con bajo contenido de proteína pero con alto contenido de urea.

Así, no es posible establecer con claridad las razones por las cuales la relación, entre el MUN y el contenido de proteína en la leche es tan poco consistente. Es probable que esto se deba a la gran variedad de factores que afecta el contenido de MUN: el origen del amoníaco (metabolismo tisular o rumi-

nal de las proteínas), los cambios en la relación entre carbohidratos y proteína degradable en rumen de la dieta. La existencia de varios mecanismos de detoxificación del amoníaco, los mecanismos de transporte entre tejidos, las diferencias en presencia y expresión de transportadores de la urea a diversos tejidos y al efecto que ejercen los mecanismos de reciclaje a través de la saliva y las paredes ruminales (Correa, 2010).

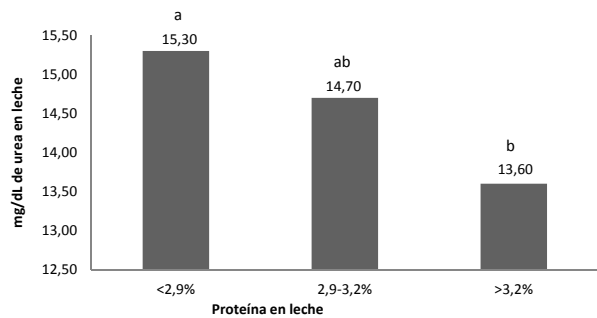


Figura 4. Relación niveles de proteína en leche y MUN.

3.6 Relación entre producción y niveles de MUN

Los niveles de MUN en función de la producción de leche, como muestra la Figura 5, demostró que a menor L/vaca/día mayor contenido de MUN. Es posible que la producción de estos animales incrementa con un adecuado balance de la ración. Por lo contrario, valores de MUN entre 12-14 mg/dL no mostraron relación con la producción de leche. Estos resultados coinciden con otros autores como Pe-

draza (2006), quien concluyó que el grupo de animales con producciones menores a 15 litros de leche/vaca/día, tuvieron el mayor nivel de MUN, seguido por el grupo de 15 a 25 litros, y para definir una clara tendencia el grupo sobre 25 litros presentan los niveles menores. Estos resultados indican una relación inversa entre la eficiencia para producir leche y los niveles de MUN.

Está claramente establecido que un valor alto de urea influye sobre el nivel de producción de leche. (Ferguson, 1993). Animales con bajos niveles de producción y altos niveles de MUN invierten más energía en metabolizar el amoníaco, proveniente del rumen que en sintetizar proteína y lactosa necesarias para la producción de leche (Pedraza, 2006).

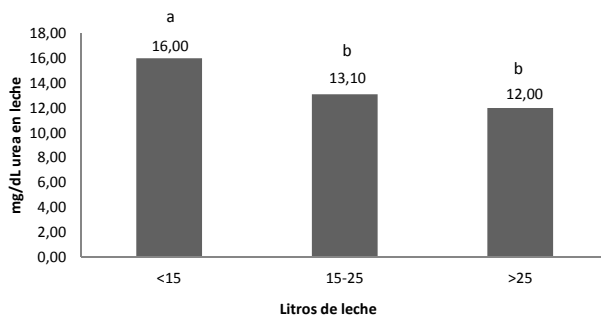


Figura 5. Relación litros de leche/vaca/día y niveles de MUN.

3.7 Relación entre el período de lactancia y niveles de MUN

En la Figura 6, se observa la relación que existe entre el periodo de lactación y número de días en lactancia con los niveles de MUN. Como se observa en el primer periodo de lactancia (< 100 días) los niveles de MUN tienden a subir, pero a medida que aumenta el periodo de lactancia (> 200 d) se observan menores niveles de MUN

La curva de lactación en los bovinos se divide en tres etapas y en cada una se observan cambios en el volumen de producción, composición de la leche, consumo de alimento, y cambio de peso. El pico de producción ocurre aproximadamente a los 60 días postparto y se observa un desbalance energético negativo (BEN) que ocasiona pérdida de peso y bajo consumo de alimento, (primera etapa de lactación). Niveles de MUN superiores a 15 mg/dL; en esta etapa estarían relacionados con el cuadro me-

tabólico adverso presentado por el animal posparto. En la segunda etapa, el nivel de MUN baja, y llega a 14,6 mg/dL, lo cual obedece a la disminución de la producción de leche, aumento del consumo de alimento (pasto) e incremento de peso, es decir su metabolismo se estabiliza. Finalmente, en la tercera etapa de lactación el animal está en su producción más baja de leche; su consumo de alimento aumenta ligeramente; lo mismo ocurre con su peso y generalmente debería estar gestante. Ddificilmente, en esta etapa se podría incrementar su producción de leche nutricionalmente y su metabolismo no debería ver alterado.

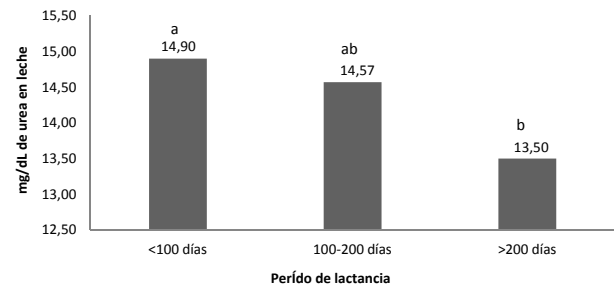


Figura 6. Relación periodo de lactancia y niveles de MUN. Primer período= 100 < días, Segundo período=100-200 días, tercer período de lactancia ≥ 200 días.

4. Conclusiones y Recomendaciones

El contenido de proteína en los pastos está directamente relacionada con los niveles de MUN, es decir a mayor contenido de proteína en los pastos mayor valor de MUN; pastos con niveles de proteína mayores al 18 % el nivel de MUN alcanza 16,52 mg/dL y si la proteína en los pastos desciende al 14 %, los niveles de MUN bajan a 13,38 mg/dL.

En promedio, los niveles de MUN fueron diferentes, en verano el promedio de MUN se incrementa y, en invierno, disminuye. Estos resultados obedecen a la composición nutricional de las pasturas provocadas por los cambios medio ambientales que ocurridos en las dos estaciones del año.

Por otro lado, el nivel de FB en los balanceados es el que tiene mayor impacto sobre los niveles de MUN y es directamente proporcional; niveles de FB mayores al 14 % tienen valores de MUN de los más elevados (18,0 mg/dl), mientras que si la FB

baja a valores menores a 11 % el MUN desciende a 11,2 mg/dL.

La proteína láctea es la única que se relacionó con MUN, esta es inversamente proporcional, proteína láctea mayores a 3,2 % tienen niveles de MUN bajos del 13,6 mg/dL, mientras que la proteína láctea es menor a 2,9 % los valores de MUN se elevan a 15,3 mg/dL.

Las vacas con producciones inferiores a 15 litros leche/vaca/día, tienen mayores valores de MUN 16 mg/dL y vacas con producciones superior el valor de MUN desciende; por otro lado en el primer periodo de lactancia se encuentran los mayores valores de MUN 14,9 mg/dl, conforme avanza la lactación de los animales los niveles de MUN bajan.

Se recomienda que los valores de MUN normales se encuentren entre 12 y 15 mg/dl, valores entre 15 y 18 mg/dL representan riesgo moderado, y valores superiores a 18 mg/dl corresponden a alto riesgo.

Se recomienda monitorear el valor nutritivo de los pastos principalmente el nivel de proteína, de ser necesario utilizar suplementación estratégicas en los animales, en la investigación se determinó que suplementos que tengan niveles de FB menores al 11 % y ENN mayores al 59 % son los que mejor controlan los valores de MUN, lo que permite un adecuado balance energía/proteína.

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana, por el apoyo brindado, tanto económico como logístico, a través de sus laboratorios de Calidad de Leche y Laboratorio de Suelos; particularmente, esta investigación contó con el apoyo del (Centro de investigación de la Leche) CILEC. Asimismo, agradecemos a los señores estudiantes de Ingeniería

Agropecuaria del Centro de Apoyo Cayambe, a los propietarios de las ganaderías que nos abrieron las puertas de sus unidades productivas, y a los señores administradores y trabajadores, por su tiempo prestado.

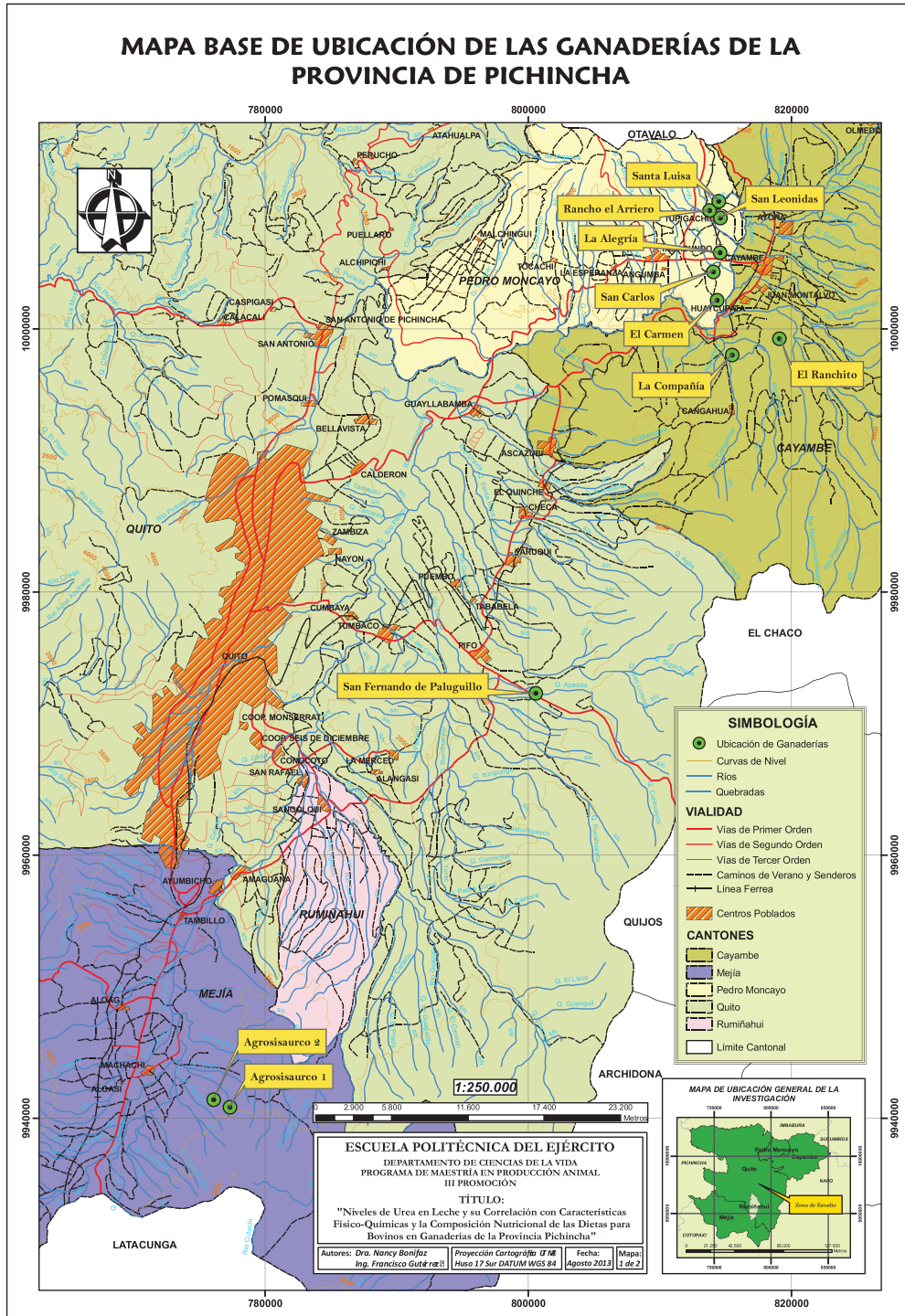
Nuestro reconocimiento y gratitud especial a la Dra. PhD. Pamela Jaramillo del PROYECTO PROMETEO por su aporte científico y su apoyo incondicional para la culminación de esta investigación.

Referencias

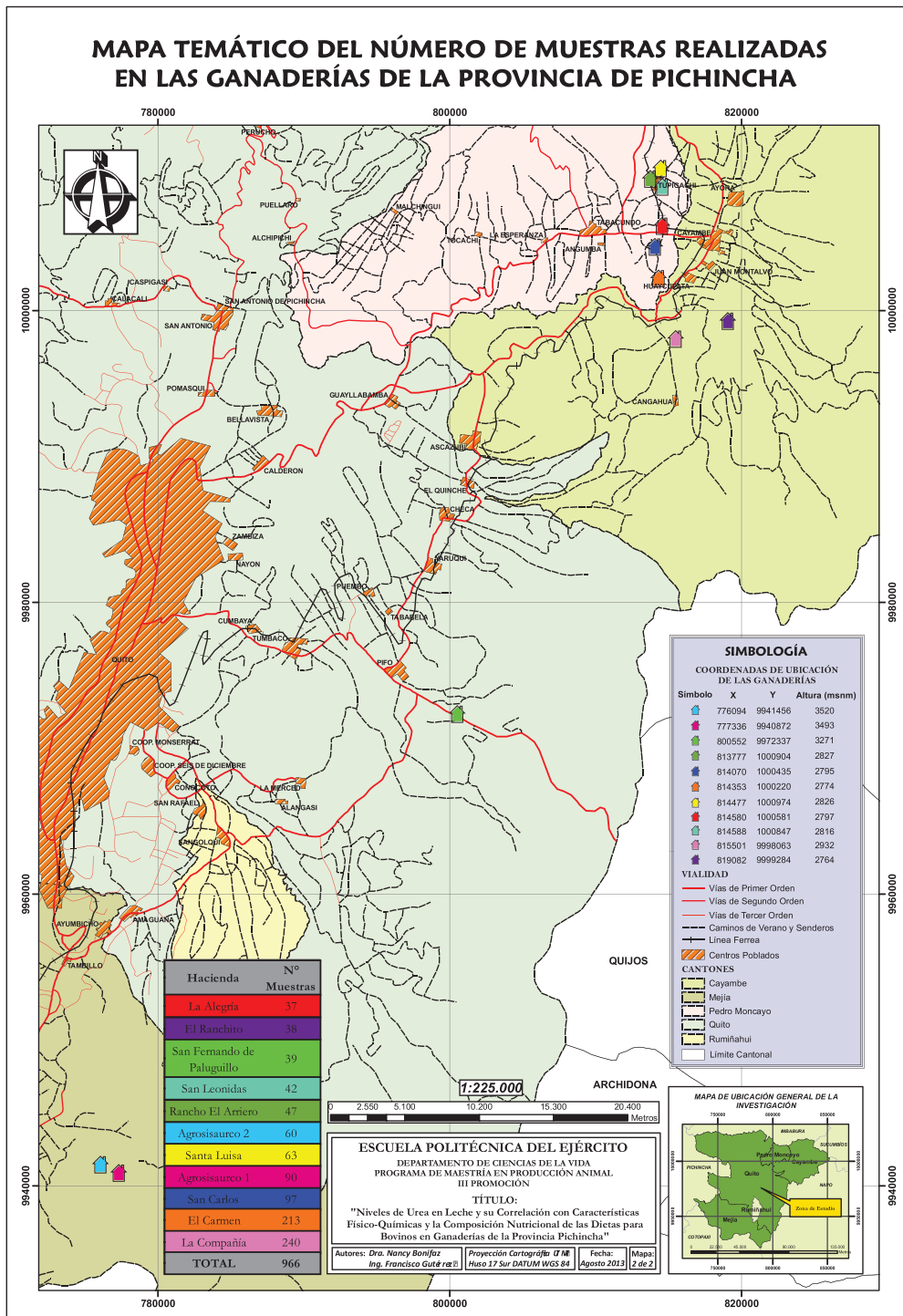
- Batallas, C. 2011. **Tecnología forrajera y sistemas de producción ganadera, módulo de sistemas de producción.** Producción animal, ESPE.
- Correa, H. 2010. **Lo que nos cuenta el nitrógeno en leche.** INFORTAMBO Andina, 26: 18-21.
- Ferguson, J. D. 1993. **Serum urea nitrogen and conception rate; the usefulness of test information.** J. Deiry Sci., 76(5): 3742-3746.
- González, A. V. 2000. **El análisis de urea en leche como indicador del balance nutritivo de la alimentación de las vacas.** Centro de investigación Agrarias Mabegondo: 2-3.
- Pardo, O. C. 2008. **Efecto de la relación proteína y energía sobre los niveles de amonio ruminal y nitrógeno ureico en sangre y leche, de vacas doble propósito del piedemonte llanero, Colombia.** Colombiana de Ciencias Pecuarias: 387-389.
- Pedraza, C. A. 2006. **Niveles de urea láctea en vacas de la región del bío-bío, Chile.** Agricultura Técnica (Chile), 66(3): 264-270.
- Yamandú, M. 2005. **Urea en leche factores que la afectan.** Producción Animal: 1-8.

Anexos

Anexo 1



Anexo 2



Elaborado por: Los autores

Anexo 3

Tabla 2. Consumo promedio de pastos y concentrado y la composición nutricional durante las temporadas de invierno y verano.

Item	Invierno (<i>n</i> = 10)					Verano (<i>n</i> = 9)				
	Media	Promedio	SD	Mín.	Máx.	Media	Promedio	SD	Mín.	Máx.
Composición de la pastura										
kg DM/ha	1523.90	1489.61	127.63	1306.10	1808.00	1600.00	1440.74	316.49	998.20	1868.20
Proteína cruda (% DM)	11.88	11.55	2.15	7.31	15.00	15.31	14.59	3.12	8.71	23.53
Grasa (% DM)	2.45	2.52	0.29	2.07	3.12	2.00	2.20	0.38	1.74	2.80
Fibra cruda (% DM)	19.65	20.31	2.94	15.53	27.23	21.70	21.16	1.17	19.65	22.94
ENN (%)	55.21	55.04	4.86	46.05	64.50	51.21	49.93	3.04	41.86	54.60
Ceniza (% DM)	10.39	10.58	1.17	8.23	12.33	12.10	12.19	0.87	11.09	14.42
Concentrado										
Sólidos totales (%)	91.79	92.58	1.71	90.30	94.37	92.53	92.13	0.63	91.07	92.53
Proteína Cruda (%)	14.63	14.77	2.24	12.25	17.38	15.22	14.99	0.55	14.10	15.77
Grasa (%)	5.54	6.52	2.04	3.77	10.43	7.28	6.31	1.28	4.47	7.28
Fibra cruda (%)	15.81	14.34	3.42	8.32	18.19	11.00	10.95	0.06	10.86	11.00
ENN (%)	58.76	58.20	4.50	49.35	64.41	59.05	59.97	1.64	58.70	62.74