

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“EVALUACION DE TRES TIPOS DE PASTURAS Y SU EFECTO
EN EL CONTENIDO DE NITRÓGENO URÉICO EN LECHE DE
VACAS BAJO PASTOREO EN PUCALLPA”**

**PRESENTADO POR:
ROBERTO DEL AGUILA LOMAS**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGÍSTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

Lima - Perú

2014

DEDICATORIA

A la memoria de Juanita Lomas

A mi esposa Ayli Saavedra Paredes

Por su inmenso amor y sacrificio de estar a mi lado.
Por apoyarme indeseablemente en las
buenas y malas para lograr mis objetivos.

A mis padres, Aholiab y Tarcila

Por sus buenas enseñanzas que contribuyeron
en mi formación como hombre de bien.

A mi tía Margarita, mis primas Laura y Rosario Alvarez

Por sus oraciones y haber creído siempre en mí.

A mis hermanos;

Luis, Rocío, Llermé
Samuel, Yowana y Bernabé
Que ven en mí, un ejemplo de perseverancia académica.

A mi promocional

Kim Chiong Su flores y su hermana Miriam
por su apoyo incondicional durante
mi época de estudiante.

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones

- Al Ing. M. Sc. Kenneth Reátegui del Aguila, por su amistad y darme las facilidades para la fase de campo de la presente tesis.
- A los miembros del Comité Consejero; Ph. D. Mariano Echevarría. Ph D. Lucrecia Aguirre y Dr. Jorge Aliaga, por su invaluable dedicación y vocación de enseñar.
- Al Ph. D. José Alberto Barrón López, patrocinador y consejero de la presente tesis, por sus enseñanzas impartidas en su indesmayable labor docente.
- Al Dr. Jorge W. Vela Alvarado profesor y amigo, por su constante e incondicional apoyo, con sugerencias para investigación científica.
- A la Blgo M. Sc. Mirella Clavo Peralta, docente de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por su amistad y constante preocupación por la investigación científica.
- Al Ing. César Reyes Atac, por darme las facilidades laborales, para la defensa de la tesis.
- A los docentes de la especialidad de Producción Animal de la Escuela de Graduados de la UNALM, por contribuir a mi formación académica y profesional.
- Al Ing. M. Sc. Jhonny J. Owaki López y al Téc. Agrop. Geiner Romero Sánchez, por su invaluable apoyo en las evaluaciones de campo, visitando los fundos en las madrugadas durante el ordeño.
- A mis compañeros de promoción; Pedro Zárate García, Rocío Chancayauri Canales, Joel Pomahuali Ospinal, por compartir conmigo muchas horas de estudio.
- A los señores; Guillermo Huayta, Oscar Sánchez y Lázaro Cerdán, por haberme permitido realizar el trabajo de probar los tratamientos con sus vacas en ordeño.
- A mi cuñado Les Saavedra y su esposa Lidu, por esa invaluable confianza depositada en mi, durante la fase de estudiante.

RESUMEN

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE PASTURAS Y SU EFECTO EN EL NIVEL DE NITRÓGENO UREICO EN LECHE DE VACAS BAJO PASTOREO EN PUCALLPA

Los efectos de tres tipos de pasturas en el contenido de nitrógeno ureico en leche (NUL), fueron evaluados en vacas cruzadas de doble propósito bajo pastoreo en el trópico húmedo, región Ucayali, Perú, mediante el diseño de doble cuadrado latino de 3x3. El T1: fue una asociación de gramínea *B. decumbens* con leguminosas; T2: gramínea *B. decumbens* sola y T3: pastura naturalizada con alto porcentaje de malezas. En la época de mayor precipitación la producción del pasto en mezcla (1351 kg MS.ha⁻¹) no fue diferente (P<0.05) al de la gramínea sola, ambos fueron mejores que el T3, en cambio durante la menor precipitación, la pastura asociada fue mejor que las otras pasturas. La proteína cruda (PC) en la asociación (10.6%) fue mayor (P<0.05) que en la gramínea sola y pastura naturalizada. La digestibilidad de la materia seca de la asociación fue similar (P<0.05) a la gramínea sola. La energía metabolizable en la asociación (1110 Kcal/kg MS) fue mejor (P<0.05) que en las otras pasturas. Mayor (P<0.05) contenido de NUL hubo en la época de mayor precipitación (11.2 mg.dL⁻¹). El NUL en la pastura asociada (11.7) fue mayor (P<0.05) que en la *B. decumbens* sola (8.8) y pastura naturalizada (7.3 mg.dL⁻¹). Los resultados sugieren que bajo las condiciones que el productor maneja la alimentación de las vacas en ordeño, es probable que no se logre cubrir las necesidades proteicas de los animales, independientemente de los tipos de vacas, pero se podría lograr una mejor respuesta si se utiliza proteína adicional al de las leguminosas. Se espera entonces que en el corto plazo, la suplementación proteica a vacas de doble propósito pueda mejorar la producción.

ABSTRACT

EVALUATION OF THREE TYPES OF GRASSLANDS AND ITS EFFECT ON THE LEVEL OF UREA NITROGEN IN MILK FROM COWS UNDER GRAZING IN PUCALLPA

The effects of three types of pastures in the content of urea nitrogen in milk (NUL), were evaluated in crossbred dams dual purpose under grazing in the humid tropics, region Ucayali, Peru, through double 3 x 3 Latin square design. T1: was an Association of gramineous *B. decumbens* with legumes; T2: grass *B. decumbens* single and T3: pasture naturalized with high percentage of weeds. More precipitation during the production of the grass mixture (1351 kg MS.ha⁻¹) was not different ($P < 0.05$) to the of the grass alone, both were better than T3, instead during the lower precipitation, the associated pasture was better than other pastures. The crude protein (CP) in the Association (10.6%) was higher ($P < 0.05$) than in the single grass and naturalised pasture. Digestibility of dry matter of the Association was similar ($P < 0.05$) to the grass alone. The metabolizable energy in the Association (1110 Kcal/kg DM) was better ($P < 0.05$) than in other pastures. Greater ($P < 0.05$) content NUL there was at the time of greatest precipitation (11.2 mg.dL⁻¹). The NUL in the associated pasture (11.7) was higher ($P < 0.05$) in *B. decumbens* single (8.8) and naturalised pasture (7.3 mg.dL⁻¹). The results suggest that you low conditions that producer manages milking cows feed, it is likely that is unable to meet the protein needs of animals, regardless of the types of cows, but could be achieved a better response if you use extra protein to the legumes. He is expecting that in the short term, dual purpose cows protein supplementation can improve production.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Sistemas de producción de leche con vacunos de doble propósito basado en pasturas tropicales.....	3
2.1.1 Característica del Sistema de Doble Propósito – SDP	4
2.1.2 Producción de leche en base a pastura naturalizada.....	4
2.1.3 Producción de leche con <i>Brachiaria decumbens</i> en monocultivo	6
2.1.4 Producción de leche con mezcla de <i>B. decumbens</i> y leguminosa	8
2.2 Importancia de la leguminosa en el aporte de nitrógeno.....	9
<i>Arachis pintoi</i> (<i>arachis</i>)	9
<i>Stylosanthes guianensis</i> (<i>estilo</i>).....	10
<i>Puerariaphaseoloides</i> (<i>kudzu</i>)	10
<i>Centrosema pubescens</i> (<i>Centrosema</i>).....	11
2.3 Valor nutritivo de los pastos tropicales.....	13
2.4 La actividad ruminal sobre los compuestos nitrogenados.....	15
2.5 Nitrógeno ureico en la sangre (NUS) y en la leche (NUL).....	18
2.6 Efecto de la dieta en los niveles de urea sanguínea.....	21
2.6.1 Efecto del nivel de proteína.....	21
2.6.2 Efecto de la relación energía:proteína en la dieta.....	23
2.6.3 Efecto de la degradabilidad de la proteína.....	25
2.6.4 Otros factores dietéticos que afectan los niveles del nitrógeno ureico en sangre (NUS).....	26
2.7 Factores no dietéticos.....	27
2.8 Niveles de urea en leche.....	27
2.9 Sospechando desbalances en la dieta.....	29
2.10 Previniendo incrementos en NUS/NUL.....	30
III. MATERIALES Y METODOS	32
3.1 Ubicación y duración del experimento.....	32
3.2 Características del clima y suelo.....	32
3.3 Componentes en estudio.....	34
3.4 Variables evaluadas.....	34
3.4.1 Variables independientes.....	34
3.4.1.1 Balance hídrico.....	34
3.4.1.2 Disponibilidad de materia seca de las pasturas	34
3.4.1.3 Composición botánica	35
3.4.1.4 Calidad nutritiva del forraje	35

3.4.1.5 Tipo de cruce de las vacas	35
3.4.2 Variables dependientes	35
3.4.2.1 Nitrógeno ureico en leche (NUL).....	35
3.5 Diseño experimental.....	36
3.6 Metodología de aplicación de los componentes en estudio.....	37
3.6.1 Suelo	37
3.6.2 Tipos de cruzamiento	37
3.6.3 Número de animales	37
3.6.4 Pastoreo	38
3.6.5 Ordeño y toma de muestra de leche.....	38
3.6.6 Intervalo de pastoreo.....	39
3.6.7 Pastura	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
4.1 Características de la pastura.....	40
4.1.1 Disponibilidad de forraje.....	40
4.1.2 Carga animal.....	43
4.1.3 Presión de pastoreo.....	45
4.1.4 Composición botánica (%)......	46
4.1.5 Calidad de la pastura.....	49
4.1.6 Proteína Cruda (PC).....	51
4.1.7 Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS).....	53
4.1.8 Fibra Detergente Neutra (FDN).....	54
4.1.9 Fibra Detergente Acida (FDA).....	55
4.1.10 Energía metabolizable de la pastura.....	56
4.2 Nivel de nitrógeno ureico en leche (NUL).....	57
4.2.1 Efecto de las épocas.....	57
4.2.2 Efecto de los tercios de lactación.....	57
4.2.3 Efecto de los tipos de cruzamiento.....	57
4.2.4 Efecto de las pasturas.....	58
V. CONCLUSIONES.....	62
VI. RECOMENDACIONES.....	63
VII. RESUMEN.....	64
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	65
IX. ANEXOS.....	80

LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO		Pág.
Figura 1	Características climáticas del lugar del experimento. Pucallpa, Perú.....	33
Figura 2	Disponibilidad de pasto (kg MS.ha ⁻¹) por componentes en tres pasturas diferentes. Pucallpa, Perú.....	42
Figura 3	Composición botánica (%) de la pastura en mezcla de <i>Brachiaria decumbens</i> con leguminosas, <i>Brachiaria decumbens</i> sola y de la pastura naturalizada. Pucallpa, Perú.....	46
Figura 4	Contenido de nitrógeno ureico en leche de vacas, al consumir mezcla de gramínea con leguminosas, <i>Brachiaria decumbens</i> sola y pastura naturalizada. Pucallpa, Perú.....	58

LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO		Pág.
Cuadro 1	Tasa de concepción y concentración de niveles de urea sanguínea en vacas alimentadas con dietas moderadas y altas en proteína cruda.....	23
Cuadro 2	Efecto fisiológico en rumiantes de acuerdo a niveles de Nitrógeno Ureico en Leche.....	29
Cuadro 3	Efecto de desbalances proteicos y/o energéticos sobre el contenido de urea y proteína en leche.....	29
Cuadro 4	Características físicas y químicas del suelo donde se desarrolló el trabajo. Pucallpa, Perú.....	34
Cuadro 5	Tipos de cruce y ubicación de los fundos donde se desarrolló el trabajo. Pucallpa, Perú.....	37
Cuadro 6	Disponibilidad total de pasto (kg MS.ha-1) en tres tipos de pasturas durante 2 épocas de precipitación. Pucallpa, Perú.....	40
Cuadro 7	Carga animal utilizada en tres diferentes pasturas en Pucallpa, Perú.....	43
Cuadro 8	Presión de pastoreo utilizado en tres pasturas en Pucallpa, Perú.	45
Cuadro 9	Calidad de pasto disponible en tres pasturas. Pucallpa, Perú.....	50
Cuadro 10	Características energéticas de tres pasturas tropicales evaluadas en Pucallpa, Perú.....	56

LISTA DE CUADROS EN EL ANEXO		Pág.
Cuadro 1A	Ubicación de los fundos donde se desarrolló el trabajoexperimental. Pucallpa, Perú.....	80
Cuadro 2A	Datos de precipitación y temperatura registrados durante la fase experimental, así como precipitación pluvial promedio de 15 años en Pucallpa, Perú.....	80
Cuadro 3A	Análisis de varianza para la disponibilidad de forraje, en tres pasturas diferentes en Pucallpa, Perú.....	81

Cuadro 4A	Disponibilidad de pasto por componentes en tres diferentes pasturas. Pucallpa, Perú.....	81
Cuadro 5A	Areas de pasturas y la presión de pastoreo, durante la época de menor precipitación. Pucallpa, Perú.....	82
Cuadro 6A	Areas de pasturas y presión de pastoreo durante la época de mayor precipitación pluvial. Pucallpa, Perú.....	82
Cuadro 7A	Composición botánica de tres diferentes pasturas en 2 épocas de precipitación. Pucallpa, Perú.....	83
Cuadro 8A	Leguminosas presentes y la tasa de cambio en 3 pasturas. Pucallpa, Perú.....	83
Cuadro 9A	Análisis de varianza para la Proteína Cruda (PC) del forraje...	84
Cuadro 10A	Análisis de varianza para la Digestibilidad in vitro de la materia seca.....	84
Cuadro 11A	Análisis de varianza para los constituyentes de pared celular (FDN).....	85
Cuadro 12A	Análisis de varianza para constituyentes no digeribles de pared celular (FDA).....	85
Cuadro 13A	Análisis de varianza para nitrógeno ureico en leche de vacas (NUL).....	86
Cuadro 14A	Nitrógeno ureico en leche de vacas cruzadas (mg.dL ⁻¹) en tercios de lactación dentro de épocas. Pucallpa, Perú.....	86
Cuadro 15A	Nitrógeno ureico en leche (mg.dL ⁻¹) de vacas cruzadas dentro de épocas. Pucallpa, Perú.....	86

I. INTRODUCCION

En el trópico peruano y latinoamericano, el Sistema Doble Propósito (SDP), se ha difundido ampliamente, caracterizándose por su tecnología tradicional, su adaptación a los recursos naturales y su importancia como generador de carne y leche que constituyen elementos básicos en la dieta alimenticia. Se estima que el 41% de la leche producida y el 78% de las vacas que se ordeñan en el trópico, se encuentran bajo el SDP, principalmente en fincas de pequeños y medianos productores (Lascano y Holmann, 1997).

La alimentación básica de la ganadería en el trópico son los pastos naturales de gramíneas *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum* y *Homolepis aturensis*, conocidas como “torourco”, estas tienen menor digestibilidad y proteína cruda que aquellas de climas templados, tal es así que el 21% de los pastos tropicales tienen menos de 60 g de PC.kg⁻¹ de materia seca, valor por debajo del cual se reduce el consumo voluntario (Minson, 1990); y se debe considerar que la cantidad y calidad del pasto depende de factores edáficos, climáticos, bióticos y manejo del pastoreo (Del Aguila, 1992).

La baja calidad del forraje deriva en el bajo consumo de nutrientes digestibles, de ahí que el peso y la condición corporal pueden indicar que los nutrientes han sido deficientes; siendo necesario conocer la composición y consumo de forraje, para predecir con certeza los cambios en la respuesta a la suplementación o en los componentes del forraje de la dieta; en esta situación un indicador del estado de la proteína y de la energía podría ser útil para la toma de decisiones sobre el manejo de la nutrición, un ejemplo de dicho indicador es el nitrógeno ureico en la sangre o en la leche (Hammond y Chase, 1997).

La medición de perfiles metabólicos sanguíneos es una alternativa para evaluar el estado nutricional de animales (Hammond, 1994). El uso de parámetros como glucosa, hematocrito, hemoglobina, proteína total y urea se basan en la hipótesis de que valores anormales de estos en la sangre, reflejan consumo inadecuado de nutrientes o incapacidad de los animales de mantener homeostasis (Yamandú *et al.*, 2005).

La urea es una molécula orgánica compuesta de carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno. Es constituyente de la sangre y otros fluidos corporales. Se forma del amoníaco en el riñón e hígado, por la descomposición de las proteínas durante el metabolismo. Mientras que el amoníaco es muy tóxico, la urea no lo es y puede estar en altos niveles sin causar alteraciones. La conversión de amoníaco a urea, primariamente en el hígado, previene la toxicidad del amoníaco siendo excretada en la leche y orina (Yamandú *et al.*, 2005).

El análisis de la urea en la leche, establece si el nivel de nitrógeno en la dieta es adecuado o no, por lo que se puede utilizar como indicador del estado nutricional de vacas (Arreaza *et al.*, 2006), y su aplicación práctica sería el ajuste y la optimización en el suministro de suplementos proteicos y energéticos, lo que permitiría un ahorro para los productores en el uso de suplementos.

Estas consideraciones llevaron a plantear el presente trabajo con los siguientes objetivos:

- Determinar la producción de materia seca y la calidad nutritiva de tres tipos de pasturas tropicales.
- Conocer el efecto de la pastura en el contenido de nitrógeno ureico en leche.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE CON VACUNOS DE DOBLE PROPÓSITO BASADO EN PASTURAS TROPICALES.

En el trópico hay una época lluviosa marcada, donde se incrementa la producción de pastos y forrajes, también se tiene una época seca que se caracteriza por la escasez de pasturas principalmente gramíneas, esto obliga a los animales forrajeros a alimentarse de pastos secos lignificados, leguminosas, arbustos y residuos de cosechas lo cual limita seriamente su producción (Jayasuriya, 1995).

Durante la época de mayor precipitación las pasturas tropicales crecen rápidamente y su disponibilidad es alta, no obstante, su valor nutritivo en términos de energía y proteína es pobre cuando se les compara con las pasturas de las zonas templadas. Durante la estación de menor precipitación la situación es más crítica, dando como resultado que los sistemas basados en alimentación de exclusivamente gramíneas solo es posible mantener bajos niveles de producción (Sandoval *et al.*, 1997).

El cruce de *Bos taurus* con *Bos indicus* origina animales de doble propósito que se adaptan a las condiciones tropicales de clima y alimentación (Vera *et al.*, 1996) y alcanzan niveles moderados de producción de leche, superiores al ganado criollo (CIAT, 1999), pero los requerimientos de nutrientes de estas vacas cuando están en la fase de lactación son mayores a las del ganado de carne y para lograr mejores niveles de producción, se requiere que las vacas consuman alimentos de buena calidad. La cantidad de nutrientes requeridos

para ganar 1 kg de peso vivo diario en vacunos jóvenes, equivale a los necesarios para producir 8 a 9 litros de leche.día⁻¹. (Pezo *et al.*, 1992).

2.1.1 CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO - SDP

En las regiones tropicales de América Latina, la producción animal en este sistema es una actividad importante de los pequeños productores, ya que contribuye con una respuesta coherente a las críticas que se hace a la ganadería bovina de carne en las zonas tropicales, por su posible efecto deteriorante del ecosistema y los recursos naturales (Pezo *et al.*, 1992; Toledo y Formoso, 1993), y desde el punto de vista biológico, este sistema es mas eficiente que aquellos de producción especializada de carne o leche (Riesco, 1992; Sandy, 1998).

Aunque no todos coinciden con esta idea, ya que Román (1992) menciona que los niveles de producción de leche y carne en el trópico es baja, debido al pobre rendimiento productivo y reproductivo de los animales, pero en este sistema las interacciones de genotipo por calidad de la alimentación son determinantes principales de la productividad y la rentabilidad, por lo tanto la utilización estratégica de los recursos forrajeros a nivel de finca, se deben realizar con vacas de diferente potencial genético para producción de leche y además las prácticas de manejo existentes (CIAT, 1999).

2.1.2 PRODUCCIÓN DE LECHE EN BASE A PASTURA NATURALIZADA

Las gramíneas tropicales tienden a presentar bajas concentraciones de nitrógeno y alto contenido de fibra durante largos periodos del año. Cuando los alimentos son fibrosos

y de baja digestibilidad, el consumo es limitado, especialmente por la distensión y el llenado del rumen (Echevarría, 1987; Forbes y Barrios, 1992; Sandoval *et al.*, 1997).

Las gramíneas son el alimento básico para el ganado en el trópico (González, 1992), estas poseen buenas características desde el punto de vista:

- Anatómicas: por tener modificado el mesófilo de las hojas y la incorporación del CO₂ en moléculas intermedias de cuatro carbonos, de ahí viene su nombre de plantas C₄.
- Bioquímicas: por que evita la foto respiración a baja tensiones de CO₂ (menos de 50 ppm).
- Fisiológicas: por que reducen la pérdida de vapor de agua por vía estomática (Achá y Fontúrbel, 2000).

Esto las hacen más eficientes en el proceso fotosintético que las gramíneas y leguminosas de zonas templadas (C₃), si las condiciones de humedad y radiación solar son adecuadas resulta en mayores tasas de producción de forrajes para las C₄, aunque algunos factores como la época seca prolongada, la baja fertilidad del suelo y la especie de gramínea no permite tener pasturas naturalizadas de alta producción de biomasa a través del tiempo (Ruiz, 1990; Toledo y Formoso, 1993), por lo que la producción diaria de leche en áreas marginales del trópico varía en promedio de 2 a 4 l.vaca⁻¹ tal como lo reportan Reátegui *et al.* (1995), quienes luego de investigar 4 años encontraron una producción de leche de 2.4 l.vaca⁻¹.dia⁻¹, lo cual podría tener una relación directa con la variabilidad de la calidad proteica estacional de la pastura naturalizada, la variabilidad en el porcentaje de

participación sanguínea del *Bos taurus* en el cruce genético, y los sistemas de manejo empleados en la producción (Mosquera y Lascano, 1992; CIAT, 1999).

2.1.3 PRODUCCIÓN DE LECHE CON *Brachiaria decumbens* EN MONOCULTIVO

***Brachiaria decumbens*:** Es una gramínea de origen africano adaptada a condiciones tropicales y es la más difundida en la zona, donde las precipitaciones pluviales sobrepasan los 1,000 mm, con suelos ácidos y de baja fertilidad, sin embargo, posee gran potencial de respuesta con mejoras del nivel de fertilidad del suelo. Tiene la capacidad de formar pastos que toleran el pisoteo y pastoreo intenso y continuo. Es una planta vigorosa que puede alcanzar hasta 1.2 m de altura, soporta la época seca, es agresiva y tiene capacidad de recuperación después del pastoreo (CIAT, 1992). Su agresividad limita aparentemente su potencial de combinación con leguminosas al mismo tiempo que contribuye a mantener los pastos libres de malezas.

La producción de materia seca (MS) de la *Brachiaria decumbens*, varía dependiendo del clima, época del año y fertilidad del suelo. Durante el período de lluvias alcanza 6 t de MS.ha⁻¹, reduciéndose hasta en 70 % en la época seca. El valor nutritivo se puede considerar intermedio en términos de digestibilidad, composición química y consumo; el contenido de proteína cruda está entre 8 y 10%, materia seca entre 28 y 32%, fibra cruda 32%, calcio de 0.29 - 0.43%, fósforo entre 0.23 a 0.34% y digestibilidad entre 50 - 60%. Se han obtenido incrementos de peso vivo de 400 g.animal⁻¹.día⁻¹ (CIAT, 1993).

Las producciones de leche obtenidas con gramíneas tropicales, son menores que los de climas templados, aunque De la Torre citado por Pezo *et al.* (1992), en el IVITA-

Pucallpa, con vacas estabuladas del grupo racial Cebú por Holstein y pastura de *Brachiaria decumbens* encontró producción diaria de leche de 8.6 l.vaca⁻¹ en cambio Reátegui *et al.* (1995), bajo las condiciones de pastoreo con vacas de diferentes grupos raciales en Pucallpa-Perú, reportan que la producción de leche con pastura madura de *Brachiaria decumbens*, llegó a 3.0 l.vaca⁻¹.dia⁻¹. También en la estación experimental ICA-La libertad en Colombia, bajo las condiciones de trópico seco, con vacas cruzadas de *Brahman* por Criollo, Holstein por *Brown swiss* (grado de cruzamiento no determinado) durante la época de mayor precipitación (Vera *et al.*, 1996) encontraron una producción de 4 l.vaca⁻¹.dia⁻¹ con pasturas de *Brachiaria decumbens* sola.

La menor producción de leche obtenida con gramíneas tropicales ha sido atribuida a limitaciones en el contenido de nutrientes digestibles, particularmente energía, también al bajo contenido de proteína cruda y la concentración de nitrógeno que tiende a bajar rápidamente a medida que madura la planta (Roca, 1998). En vacas lactantes que consumen gramíneas tropicales la energía es mas limitante que la proteína cruda para la producción de leche (Pezo *et al.*, 1992).

En el ganado vacuno el 50 al 80% del pasto ingerido se degrada en el rumen a amoníaco y este se convierte en proteína microbiana (Alvarez, 2008). Cuando el contenido de fibra es alto, el consumo voluntario es bajo, la combinación de bajo consumo con baja digestibilidad resulta en una reducción marcada del consumo de energía y nutrientes digestibles totales, que se refleja en un pobre desempeño animal (Sandoval *et al.*, 1997).

2.1.4 PRODUCCIÓN DE LECHE EN MEZCLA DE *Brachiaria decumbens* CON LEGUMINOSA

La composición de la leche sugiere que la energía y la proteína son factores limitantes de la producción láctea basada en gramíneas tropicales, y las mezclas de gramíneas con leguminosas en proporciones adecuadas permite la producción sostenible del ganado de doble propósito, por que en asociación de gramínea con leguminosa aumenta la cantidad y calidad del forraje, ayudando a superar su escasez en la época seca, por efecto de la leguminosa (Serrão y Toledo, 1990), cuando las limitaciones de nitrógeno son marcadas (Pezo *et al.*, 1992), manteniendo o aumentando la ganancia de peso vivo (Spain, 1991) y la producción de leche durante esta época (Reátegui *et al.*, 1995).

En la asociación gramínea con leguminosa, durante el periodo seco, Lascano y Avila (1991) encontraron incrementos en producción de leche por vaca de 12.9 a 31.3%, pero en el periodo de lluvias el cambio fue de -3.1 a 15.6%. También Pezo *et al.* (1992), reportan que las asociaciones muestran superioridad de 0.4 a 1.2 l.vaca⁻¹.día⁻¹ respecto a la pastura de gramínea sola.

La producción promedio de leche en mezcla de *Brachiaria decumbens* con leguminosas encontrado en Pucallpa-Perú, por Reátegui *et al.* (1995) y Vera *et al.* (1997) fue 3.3 l.vaca⁻¹.día⁻¹, aunque casos extremos muestran que con mezclas de gramíneas y leguminosas tropicales es posible obtener de 9 a 13 l.vaca⁻¹.día⁻¹ si se mantiene buena proporción de leguminosa en la mezcla y un adecuado nivel genético de las vacas (Pezo *et al.*, 1992), por lo que Lascano y Avila (1991), han sugerido que las leguminosas deben estar presentes de 20 a 30% del pasto disponible, aunque cuando las leguminosas son

rastreras, aparentemente las vacas tienen dificultades en cosechar suficiente cantidad de hojas como para satisfacer su demanda de nutrientes (Pezo *et al.*,1992).

Vacas mestizas con un mes de lactación, muestran en época seca, incrementos de producción de leche del orden de 13.4% a favor de la asociación gramínea con leguminosa, comparado con la gramínea sola, tal como reportan Mosquera y Lascano (1992) con las mismas vacas, pero en época lluviosa y con 2 meses de lactancia el incremento llegó a 13%. Durante la siguiente época seca cuando las vacas tenían 4 meses de lactación el incremento disminuyó a 6%. Los mismos autores reportan que en otros estudios se encontró incrementos de hasta 17% en la producción de leche de vacas *Brown swiss* por Holstein por Cebú, entre el 2^{do} y 4^{to} mes de lactación.

2.2 IMPORTANCIA DE LA LEGUMINOSA EN EL APORTE DE NITRÓGENO

Arachis pintoi (arachis): es una leguminosa herbácea que se adapta bien a zonas con alturas hasta los 1800 msnm, que tengan precipitaciones desde 2,000 a 3,500 mm anuales. Se desarrolla en diversos tipos de suelos, desde oxisoles, ácidos, pobres y en aquellos de mejor fertilidad. Los elementos minerales que más influyen en su buen desarrollo son el calcio, magnesio y materia orgánica. Tolera sombra moderada y forma estolones enraizados que protege el suelo de la precipitación tropical (Pizarro y Rincón, 1995). En condiciones favorables a 6 meses de siembra en monocultivo, se obtiene de 500 a 700 kg.ha⁻¹ de materia seca (Kerridge, 1995).

En suelos arenosos y pobres, los rendimientos no llegan a 200 kg.ha⁻¹ de materia seca. En siembras asociadas con gramíneas, la disponibilidad depende del tipo de gramínea (erecta o postrada), con la edad y con el manejo del pastoreo. Tiene mejor calidad y

consumo por los animales (Kerridge, 1995). El contenido de proteína 16.2%, FDA 41%, Degradabilidad 81%, Fósforo 0.18%, Potasio 0.8%, Calcio 1.1%, Magnesio 0.65 ppm, Azufre 0.12%, Cobre 10 ppm, Manganeso 114 ppm y Zinc 30 ppm. Con el paso del tiempo, esta especie tiene una producción animal sostenida y el gasto en fertilizantes se reduce (Fisher y Cruz, 1995; Kerridge, 1995). De otra parte, esta leguminosa cubre los espacios dejados por las gramíneas evitando así el suelo descubierto que puede sufrir deterioro por el pisoteo del ganado o ser fácilmente invadido por malezas. Las ganancias de peso en novillos que consumen pasturas de gramíneas asociadas con arachis, varían entre 160 a 200 kg por animal y de 250 a 600 kg.ha⁻¹ (Lascano, 1996).

Stylosanthes guianensis (stylo): Es una planta herbácea perenne de 1.5 m de altura, erecta a postrada, sistema radicular fuerte, tallos delgados, hojas trifoliadas, flores pequeñas y amarillas. Vainas con una sola semilla de color amarillo y pardo. Se adapta a diferentes suelos, bien drenados y pH de 3.5 a 6.5. Crece hasta los 1,200 msnm, tolera fuego y sequía, permanece verde por un tiempo largo, pero no tolera humedad excesiva. Se adapta bien en asociación con gramíneas, soporta el pastoreo continuo, no es persistente y se debe resembrar cada 4 años. Produce entre hasta 10 t MS.ha⁻¹ por año, tiene entre 8 a 15% de proteína cruda y digestibilidad entre 48 a 59% (CIAT, 1992).

Pueraria phaseoloides (Kudzu): Es una planta herbácea, perenne, crecimiento rastrero, es voluble y trepadora, hojas trifoliadas de forma triangular ovalada, pubescentes en el envés, flores púrpura, vaina ligeramente curvada y pubescente. Sistema radicular fuerte y profundo, produce nódulos en forma natural, crece en suelos ácidos, no resiste sobre pastoreo, se adapta hasta los 1,600 msnm. Se asocia con gramíneas tipo Brachiaria y

con especies estoloníferas. La producción de materia seca llega hasta 6 t.ha⁻¹.año⁻¹, la proteína cruda entre 18 y 20%, la digestibilidad de la materia seca entre 60 y 70% lo que se manifiestan en la producción animal. El potencial de producción animal asociada con la gramínea *Brachiaria decumbens* está entre 400 a 700 g.día⁻¹. Como abono verde el kudzu tiene una descomposición rápida y aporta hasta 100 kg de N.ha⁻¹ al año (CIAT, 1992).

***Centrosema pubescens* (Centrosema):** Es una leguminosa herbácea perenne, enredadera, de 40 a 50 cm de altura, raíces pivotantes y vigorosas, tallos delgados y oscuros, poco pubescente, flores grandes y vistosas de color lila, vaina lineal con alrededor de 20 semillas oblongas con esquinas redondeadas, crece hasta 1,700 msnm, precipitación desde 1,000 a 1,750 mm.año⁻¹. Se adapta a suelos de baja a mediana fertilidad, bajos niveles de fósforo (P) y pH de 4.5 a 7. Se adapta a un rango amplio de textura del suelo. Se establece con semilla al voleo o en surcos. Se asocia bien con gramíneas y principalmente con *Brachiaria spp.* No tolera pastoreo intensivo y continuo. Produce de 3 a 10 t MS.ha⁻¹ al año. La proteína cruda varía de 15 a 25%, digestibilidad de la materia seca de 50 a 65%. Los animales obtienen ganancias de peso de 400 a 600 g.día⁻¹ o 500 a 600 kg.ha⁻¹.año⁻¹ (CIAT, 1992).

La incorporación de una leguminosa puede ser una manera efectiva de aumentar el contenido proteico de dietas basadas en forrajes. Lascano *et al.* (1990) en un experimento realizado en la Estación experimental CIAT-Quilichao, encontraron que el promedio de nitrógeno ureico en leche de vacas, fue mayor en pasturas de gramíneas asociada con una leguminosa (*Centrosema acutifolium* o *Centrosema macrocarpum*) que en pasturas de gramíneas sola (*Brachiaria decumbens* o *Andropogon gayanus*) 19.6 vs 6.7 mg.dL⁻¹

respectivamente. Así mismo la incorporación de estas leguminosas incrementó la producción de leche en 20% durante la estación lluviosa y en 40% durante la estación seca.

En forma similar, se encontró una mayor concentración de nitrógeno ureico en sangre y ganancia de peso en novillos que pastoreaban continuamente *Paspalum notatum* – *Arachis glabrata*, en comparación con la gramínea sola (Williams *et al.*, 1991) citados por Hammand y Chase (1997).

Las leguminosas en general contribuyen al uso sostenible del suelo a través de la fijación de nitrógeno (Ara *et al.*, 1996) y la mayor actividad biológica en el suelo (Decäens *et al.*, 1994), esto sugiere el establecimiento de leguminosas compatibles con gramíneas bajo condiciones tropicales para suplir las necesidades de nitrógeno, mejorando así el valor nutritivo, incremento de la concentración de proteínas, digestibilidad y la capacidad de carga animal debido a la materia seca producida, sin aplicaciones de fertilizantes nitrogenados (Thomas, 1995; Roca, 1998; Hammond y Chase, 1997). Además la presencia de leguminosa en la dieta animal, ayuda a incrementar el consumo voluntario y la eficiencia de utilización de la energía en las gramíneas tropicales (Pezo *et al.*, 1992), teniendo en consideración desde luego que estas anualmente pueden fijar entre 100 a 200 kg de nitrógeno por ha.año⁻¹, es decir un equivalente a la aplicación de 500 kg.ha⁻¹ de urea por año (CIAT, 1992). A pesar que las leguminosas mejoran la calidad de las pasturas, en los animales de ordeño, se requiere suministrar un concentrado que logre un buen balance de proteína-energía, así como incrementar el alimento consumido por los animales, de manera que estos puedan expresar su potencial productivo de leche y carne, dentro de los límites económicos (Urbano *et al.*, 2005).

2.3 VALOR NUTRITIVO DE LOS PASTOS TROPICALES

Se debe reconocer que existe poca información relacionada con el metabolismo de nutrientes bajo condiciones tropicales y de deficiencia estacional en el suministro de energía y proteína para rumiantes, como principales limitantes en las pasturas tropicales (Sandoval *et al.*, 1997).

Las deficiencias nutritivas existentes en el trópico afectan más severamente la producción de leche que otras formas de producción con rumiantes, lo cual se debe a los grandes requerimientos de energía y proteína en las vacas lactantes, por lo tanto para asegurar rendimientos de leche significativamente mayores que los normales, se requieren dietas de alto valor nutritivo (Tops, 1985) citado por Sandoval *et al.* (1997).

Las características fotosintéticas de las plantas tropicales determinan su valor nutritivo, estas plantas tienen hojas con haces vasculares rodeadas de células cuyas paredes celulares son gruesas, que dificultan el ataque de las bacterias ruminales, permaneciendo relativamente intactas después de 48 horas en el rumen, en cambio el mesófilo si es degradado fácilmente (Pezo *et al.*, 1992), la relación mesófilo:haces vasculares en las plantas tropicales, varía de 1.8 a 3.7:1 esto hace que las gramíneas tropicales presenten mayor pared celular y menor digestibilidad que las de clima templado, cuya relación es 8:1.

Por otro lado las plantas tropicales, muestran similar cantidad de celulosa que las de clima templado, pero las leguminosas tienen mayor tasa de degradación y menor pared celular que las gramíneas (Alvarez, 2008).

Si la planta presenta alcaloides tipo taninos como en el caso de algunas leguminosas tropicales, disminuye la solubilidad de la proteína cruda (Abaunza *et al.*, 1991), pero no varía la composición de aminoácidos de las proteínas (Hess, 1991); (Arias y Nesti de Alonso, 1999). El Nitrógeno No Proteico incluye los nitratos y el amonio que generalmente varían entre 1 y 25% del nitrógeno total presente en la planta (Hidalgo, 1998).

La concentración de minerales en la planta depende del contenido de las mismas en el suelo, solo 13% de leguminosas muestran concentraciones de fósforo menores a 0.24%, mientras que el 63% de las gramíneas tropicales tienen valores inferiores a ese nivel (Pezo *et al.*, 1992). Al madurar la planta, el contenido celular (FDA), la digestibilidad y el consumo disminuyen, pero los constituyentes de la pared celular (FDN:celulosa, hemicelulosa y lignina) se elevan, y esta maduración es mas rápida en gramíneas que en leguminosas tropicales y la pérdida de calidad nutritiva es mas acelerada en tallos que en hojas (Abaunza *et al.*, 1991; Pezo *et al.*, 1992), por lo que en sistemas de pastoreo rotacional, se tiene que emplear periodos de descanso cortos, para obtener pastos de buena calidad nutritiva, y considerar que la disminución de la radiación solar disminuye la concentración de carbohidratos solubles y la digestibilidad, pero incrementan la proteína cruda del forraje (Abaunza *et al.*, 1991; Pezo *et al.*, 1992).

Cuando la calidad del forraje es baja, una deficiencia en el consumo de proteína puede limitar la utilización de materia seca y el consumo de forraje. Sin embargo la suplementación de proteína al ganado que consume forraje de baja calidad, puede o no aumentar el consumo de materia seca, dependiendo de la relación energía:proteína en el forraje (Hammond y Chase, 1997), expresado como materia orgánica digestible:proteína

cruda (MOD:PC) , la relación optima es aproximadamente 7:1 (Moore *et al*, 1995) citado por (Hammond y Chase, 1997). La velocidad del proceso está condicionada por factores como la cantidad de energía que requieren las bacterias y que obtienen de la fermentación de los carbohidratos; así el metabolismo proteico y el energético se encuentran muy relacionados, por lo que la deficiencia primaria de uno se traduce en la deficiente utilización del otro (Alvarez, 2008). Esto nos indica que el balance del sistema se logra satisfactoriamente cuando los aportes del forraje resultan estables y de buena calidad, tal como menciona Del Aguila (1992).

La fertilización nitrogenada de las pasturas puede afectar el nitrógeno ureico en la sangre en los animales al pastoreo, debido al aumento del contenido de nitrógeno en el forraje. Carver *et al.*, (1978) citados por Hammond y Chase (1997), encontraron en pasturas de *Cynodon dactylon* cv. Midland, que la aplicación anual entre 0 y 448 kg.ha⁻¹ de nitrógeno, ocasionó un incremento lineal de nitrógeno ureico en sangre de novillos. Por otra parte al aumentar la dosis de nitrógeno aplicada en pasturas de *H. altissima* de 50 a 150 kg.ha⁻¹ el nitrógeno ureico en sangre en novillas de 1 año de edad, aumentó de 4.2 a 9.2 mg.dL⁻¹ y el promedio de la ganancia diaria de peso pasó de 0.06 a 0.36 kg (Lima, 1995) citado por Hammond y Chase (1997).

2.4 LA ACTIVIDAD RUMINAL SOBRE LOS COMPUESTOS NITROGENADOS.

Los compuestos nitrogenados de la dieta ruminal son hidrolizados y convertidos a amoníaco por acción de la ureasa bacteriana presente en el contenido ruminal (Alvarez, 2008) que luego es utilizado para la síntesis proteica. El amoníaco no utilizado es absorbido

a través del epitelio ruminal y transportado por vía portal al hígado para ser convertido en urea endógena (Small y Gordon, 1990; Hammond, 1994), que luego pasa a la circulación y se difunde en todo el organismo, parte de la urea formada es eliminada por los riñones (Alvarez, 2008).

Los niveles de amoniaco en la sangre generalmente se mantienen bajos debido a que el hígado convierte rápidamente el amoniaco en urea mediante el ciclo de la ornitina (Harper, 1980; Foster *et al.*, 1991), o ciclo de Krebs-Henselait y regresa al rumen por la circulación sanguínea o la saliva (Alvarez, 2008). Si la producción de amoniaco sobrepasa la capacidad del hígado de transformarlo en urea, los niveles de amoniaco en sangre podrían llegar a ser tóxicos (Hidalgo, 1998). Los niveles elevados de nitrógeno ureico en la sangre (> 20 mg/dL) indican la presencia de una dieta proteica excesiva que es degradada, pero que no puede ser capturada ni utilizada (Ferguson *et al.*, 1993; Biswajit *et al.*, 2011), de hecho la urea al igual que los nitratos, no es tóxica en si misma (Hidalgo, 1998).

El proceso de síntesis y degradación de los compuestos nitrogenados por parte de la microflora ruminal es el resultado de varios procesos: de la *desaminación oxidativa* de los aminoácidos, con liberación de amoniaco, con la posterior conversión de la cadena carbonada en ácidos grasos volátiles; de la *aminación* que garantiza la síntesis de nuevos aminoácidos incorporando el aminoácido a diferentes cetoácidos y de la *descarboxilación* que produce determinadas cantidades de aminas biógenas que se metabolizan a amoniaco y ácidos grasos volátiles-AGV. (Alvarez, 2008; Biswajit *et al.*, 2011).

Con estos antecedentes y desde el punto de vista teórico, cabe pensar que los rumiantes podrían tener éxito en el consumo de dietas carentes de proteínas, pero en estas condiciones, en la práctica se presentan tres grandes problemas metabólicos:

1. Los microorganismos del rumen requieren, al menos, de determinadas cantidades de proteína para poder multiplicarse y mantener su vida. Estas funciones cesan cuando falta el aporte proteico en la ración.
2. El proceso de reciclaje de la urea a través de la saliva rumen no es del todo eficiente, ya que algunas cantidades de amoníaco y urea inevitablemente se excretan por la orina, mientras que otras, especialmente asociadas a ácidos nucleicos, son captadas por bacterias ruminales que se resisten a la digestión. Además las vacas de alta producción de leche que dependen de grandes cantidades de concentrado para mantener su nivel productivo, precisan uniformar la degradación proteica y su paso por el rumen, para asegurar determinadas cantidades de proteína no degradable a nivel intestinal.
3. Cuando en la ración predomina la urea o proteínas fácilmente digestibles, las cantidades de amoníaco producidas superan la capacidad del hígado para convertirla a urea; el resultado es un aumento del amoníaco y la urea en sangre y, con ellos un envenenamiento o intoxicación del organismo.

Por tanto los rumiantes necesitan un control efectivo de su metabolismo proteico; desgraciadamente, son tantos los factores que influyen e interactúan en él, que la homeostasis proteica algunas veces no llega a ser eficiente (Alvarez, 2008).

Exceso de amoníaco en el rumen indica que; su producción es mayor o que la microflora existente es incapaz de utilizar el amoníaco a la velocidad de su producción para

transformarlo en proteína microbiana (Hidalgo, 1998). La detoxificación del amoníaco impone actividad enzimática a nivel del hígado, involucrando la modificación de los niveles plasmáticos de la ornitil carbamil transferasa, que requiere consumo de energía en todo momento y le cuesta al animal alrededor de 12 kcal.g^{-1} de nitrógeno, haciéndose más crítica en vacas al inicio de la lactancia (Pezo *et al.*, 1992), porque se reduce la producción de leche equivalente a unos 3.5 l.día^{-1} , debido a la cantidad de energía que se utiliza para la síntesis de urea y no para producir leche (Foster *et al.*, 1991; Arias y Nesti, 1999; Alvarez, 2008).

2.5 NITRÓGENO UREICO EN LA SANGRE (NUS) Y EN LA LECHE (NUL).

Los indicadores metabólicos como el nitrógeno ureico en sangre o leche, pueden utilizarse para evaluar cambios a corto plazo o en tiempo real el estado nutricional de los animales. La mayoría de las pruebas metabólicas involucran muestreos de sangre que es una técnica invasiva, mientras que las muestras de leche pueden obtenerse de manera no invasiva y de manera adecuada en el momento del ordeño (Hammond y Chase, 1997). La concentración máxima de nitrógeno ureico en sangre ocurre varias horas después de la alimentación y los cambios en el contenido de nitrógeno ureico en leche en relación a los contenidos de nitrógeno ureico en sangre están desfasados en 1 a 2 horas aproximadamente (Gustafsson y Palmquist, 1993) citados por Hammond y Chase (1997). Los metabolitos como la urea sanguínea y el amoníaco tienen un alto poder de difusión (Alvarez, 2008).

El nitrógeno de la proteína degradada en el rumen es utilizado para la síntesis de proteína microbiana (Small y Gordon, 1990), mediante la incorporación de aminoácidos liberados en el proceso de proteólisis o mediante la incorporación de nitrógeno amoniacal

originado de la deaminación de aminoácidos (Hess, 1991). Además, los microorganismos del rumen tienen la capacidad de convertir nitrógeno no proteico en proteína microbiana (Hidalgo, 1998; Biswajit *et al.*, 2011).

La producción de proteína microbiana en el rumen se maximiza cuando la relación entre energía y nitrógeno disponible se optimiza. Si hay un exceso de nitrógeno disponible en relación con la energía, la concentración de amonio ruminal aumenta (Reddy y Prasad, 1988; Small y Gordon, 1990). El amoniaco que escapa de los procesos de síntesis microbiana pasa directamente a través de la pared ruminal y por el sistema porta llega al hígado para su conversión en urea (Alvarez, 2008). La urea circula en la sangre y llega a los riñones donde se elimina por la orina, o se recicla al rumen a través de la saliva y la pared ruminal, o en el caso de hembras en lactancia, puede pasar a la leche. En el caso que exista una deficiencia de proteína, los niveles de amonio ruminal son relativamente bajos y el reciclaje de urea al rumen se incrementa (Hess, 1991; Biswajit *et al.*, 2011).

Una vaca que realiza bajos consumos de proteína refleja una baja concentración de urea plasmática ($2 \text{ mg} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$) que se incrementa cuando la ingestión de proteína es alta ($30 \text{ mg} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$) (Alvarez 2008; Biswajit *et al.*, 2011). Otros autores reportan que las concentraciones de nitrógeno ureico menores de $7 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$, indican una deficiencia de proteína (nitrógeno) en la dieta en relación con la energía digestible. En animales de rápido crecimiento o en vacas lecheras altamente productoras, las concentraciones menores de $15 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ indican una deficiencia relativa de proteína en la dieta. Las concentraciones de nitrógeno ureico mayores de 19 a $20 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ se han relacionado con bajas tasas de concepción y reducción de la gestación en vacas lecheras (Hammond y Chase, 1997;

Camero *et al.*, 2001; Biswajit *et al.*, 2011). Lo expresado demuestra que el organismo, no dispone de un fuerte mecanismo de homeostasis para mantener constante los niveles de urea en la sangre, con lo cual se dificulta la definición de valores normales o de referencia (Alvarez, 2008).

Altos niveles de amoniaco en la sangre influyen limitando el apetito, y causan permanentes problemas de baja producción (Ferguson *et al.*, 1993), asimismo altos niveles de nitrógeno ureico en la sangre están relacionados a problemas hepáticos, aparición tardía del primer estro, bajas tasas de concepción debido al balance negativo de energía, incremento en la acidez del útero, cambios en la relación de los minerales que tapizan el útero (Ferguson *et al.*, 1993; Camero *et al.*, 2001) y el sistema inmune especialmente en vacas con problemas de postparto, con mayores cultivos bacteriológicos en la leche de vacas suplementadas con urea (Hammond, 1994; Biswajit *et al.*, 2011).

Como resultado de estos procesos metabólicos, la concentración de nitrógeno ureico en sangre está altamente correlacionada ($r = 0.98$ y $P < 0.01$) con el nitrógeno ureico de la leche de vacas al pastoreo (Broderick, 1995), y con el nivel de amonio en el rumen (Reddy y Prasad, 1988; Foster *et al.*, 1991; Hammond *et al.*, 1993; Camero *et al.*, 2011) y son indicadores de la relación entre proteína y energía en la dieta (Lascano *et al.*, 1990). Sin embargo los principios mencionados arriba únicamente tienen validez en animales sanos.

La interpretación del nitrógeno ureico en sangre como indicador principalmente cuando son altas sus concentraciones en el monitoreo metabólico, se puede relacionar con los siguientes factores:

1. Aumento del consumo proteico.
2. Suministro de proteínas fácilmente digestibles o alto nivel de nitrógeno no proteico, los cuales motivan una mayor absorción de amoníaco en el rumen y, por consiguiente, un aumento en la síntesis de urea por el hígado.
3. Aumento del metabolismo tisular producidos por ayunos prolongados.
4. Reducción en el consumo de energía que provoca una disminución en la síntesis de proteína microbiana y favorece la elevación del pH ruminal con incrementos en la absorción de amoníaco.

Sin embargo la mayoría de los autores define la amplitud de referencia de la urea sanguínea entre 15 y 33 mg% (Alvarez 2008).

2.6 EFECTO DE LA DIETA EN LOS NIVELES DE UREA SANGUÍNEA

2.6.1 EFECTO DEL NIVEL DE PROTEÍNA

La concentración de nitrógeno en pastos al pastoreo, está correlacionada con el porcentaje de participación de las leguminosas. Si esta se encuentra en bajo porcentaje, se verá afectada la actividad bacteriana del rumen, disminuyendo la tasa de digestión y el consumo energético del animal, sin embargo, la selectividad animal es importante, ya que aun cuando la planta presenta bajos niveles de nitrógeno, estos pueden seleccionar y consumir una dieta de mejor calidad (Hammond, 1994; Dávila y Urbano, 2002).

El nivel de nitrógeno en la sangre se eleva cuando se incrementa el consumo de proteína (Small y Gordon, 1990; Foster *et al.*, 1991; Hess, 1991) y la energía se mantiene constante o no aumenta de la misma manera. Una dieta con un contenido proteico excesivo o una deficiencia de almidón puede ocasionar una elevación de la concentración de

nitrógeno ureico en sangre, en consecuencia, de nitrógeno ureico en leche (Hojman *et al.*, 2005). En un experimento con novillos Hess (1991) encontró que cuando el contenido de proteína cruda en la dieta seleccionada incrementó de 5.7 a 10.4%, el nivel de nitrógeno ureico en la sangre lo hizo de 8.5 a 19.5 mg.dL⁻¹.

En un trabajo realizado con novillos, Hammond (1983), citado por (Hammond y Chase, 1997) al suministrar 5 kg.día⁻¹ de una dieta de igual contenido de calorías y tres niveles de proteína cruda, encontró que el promedio de concentración de nitrógeno en la sangre aumentó de 2.6 a 11.1 mg.dL⁻¹ cuando la proteína cruda se incrementó de 6 a 18%. Para novillos en crecimiento, los niveles de urea en sangre entre 11 y 15 mg.dL⁻¹, se relacionaron con tasas máximas de ganancia de peso (Byers y Moxon, 1980) citados por Hammond y Chase (1997). En novillos de engorde, el máximo desarrollo se relacionó con concentraciones del nitrógeno ureico en la sangre de 7 y 8 mg.dL⁻¹. Dietas balanceadas a vacas lactantes se relacionaron con promedios de concentraciones de nitrógeno ureico en la sangre de 15 y 16 mg.dL⁻¹ (Baker *et al.*, 1995) citados por (Hammond y Chase (1997).

La mezcla de *Brachiaria decumbens* con *Centrosema macrocarpum* incrementó el contenido de urea en la leche (12.6 mg.dL⁻¹) cuando fue comparado con *Brachiaria decumbens* sola (Mosquera y Lascano, 1992), esto coincide con el mayor contenido de proteína cruda de la leguminosa. Sin embargo las leguminosas presentan diferentes niveles de proteína y por lo tanto de nitrógeno ureico en la leche (Lascano *et al.*, 1990).

Altos niveles de nitrógeno ureico en la leche, tienen impactos negativos en el medio ambiente, debido a que el exceso de nitrógeno excretado en orina y heces, puede llegar a

afectar la calidad del agua e incrementar los malos olores ambientales, y desde el punto de vista económico, indican pérdidas de energía (Foster *et al.*, 1991).

Existe relación entre los niveles de proteína cruda, nitrógeno ureico en leche y las tasas de concepción (Cuadro 1), pero esta relacionada a la solubilidad de la proteína cruda y a la disponibilidad de energía de la dieta (Foster *et al.*, 1991).

Cuadro 1: Tasa de concepción y concentración de niveles de urea sanguínea en vacas alimentadas con dietas moderadas y altas en proteína cruda.

Referencia	Proteína cruda en la dieta (%)			
	15 - 16 %		19 - 21 %	
	TC(%)	NUS(mg%)	TC(%)	NUL(mg%)
Jordán y Swanson, 1979 ^{1,2}	53	NI ⁴	40	NI
Folman et al. 1981 ^{1,2}	56	8.8	44	15.4
Kaim et al. 1987 ^{1,2}	57	9.0	43	17.0
Howard et al. 1987 ^{1,2}	87	15.0	85	26.0
Carroll et al. ³	64	11.0	56	24.0
Bruckental et al. 1990 ²	65	25.0	52	32.0
Canfield et al. 1990 ^{2,3}	48	12.0	31	19.0
Elrod & Butler, 1991 ^{2,3}	83	<16.0	62	>16.0
Promedios	62	13.8	48	21.3

(1) Sobre vacas concebidas; (2) P<0.05; (3) primer servicio; (4) no informado

2.6.2 EFECTO DE LA RELACIÓN ENERGÍA:PROTEÍNA EN LA DIETA

Las gramíneas tropicales presentan bajas concentraciones de nitrógeno y alto contenido de fibra durante largos periodos del año (Pardo *et al.*, 2008). Alimentos fibrosos y de baja digestibilidad, limitan el consumo, principalmente por la distensión y llenado del rumen (Forbes y Barrios, 1992), además la digestibilidad tiene relación positiva con el consumo diario (Forbes, 1995).

En la práctica es difícil distinguir las deficiencias proteicas de las energéticas del ganado en pastoreo (Hojman *et al.*, 2005). La razón de ello es que si ocurre consumo deficitario de nitrógeno, se reduce la actividad microbiana, disminuye la tasa de digestión en el rumen y causa una reducción del consumo que al final se crea deficiencia de energía para el animal, y es más marcado si el nivel de nitrógeno en el forraje es menor a 1% de la materia seca (Hojman *et al.*, 2005).

Si los niveles de urea en la leche son bajos, entonces es inevitable una suplementación energético-proteínica para que la ración total (pasto más concentrado) contenga, como mínimo 16% de proteína y un 65-70% de nutrientes digestibles totales NDT (Arreaza *et al.*, 2006).

Al incrementar el consumo de energía y mantener constante la proteína se disminuye la concentración de urea en la sangre (Arias y Nesti, 1999). Chase *et al.* (1993) demostró que con una dieta alta en energía (150%) el nivel de nitrógeno ureico en sangre fue de 5.6 mg.dL⁻¹ mientras que con dieta baja en energía (75%) fue de 19.7 mg.dL⁻¹. Huntington (1989), mostró que el nivel de nitrógeno ureico en sangre está más correlacionado con el balance de energía:proteína, que con el consumo de proteína o energía. En vacas al pastoreo el nitrógeno ureico en sangre está altamente correlacionada con la relación proteína:carbohidratos solubles en el pasto (Moller *et al.*, 1993).

El nivel promedio de nitrógeno ureico en leche de vacas Holstein, en pasturas de gramíneas como *Brachiaria dictyoneura* y *Andropogon gayanus* en asociación con leguminosas rastreras como *Centrosema acutifolium* y *Centrosema macrocarpum* fue en

promedio de 18.6 mg.dL^{-1} , valor inferior al encontrado en otro estudio que fue de 26.7 mg.dL^{-1} con vacas de la misma raza, aunque la producción de leche fue similar en ambos grupos de vacas (Lascano y Avila, 1991).

Alto nivel de nitrógeno ureico en leche (25 a 50 mg.dL^{-1}), podría indicar un exceso de proteína o un desequilibrio de energía:proteína de la dieta (Mosquera y Lascano, 1992; Alvarez, 2008).

La predicción de respuesta a la suplementación proteica o energética al pastoreo utilizando el nitrógeno ureico en leche es difícil, debido a que en estas condiciones no se conoce el consumo de forraje y este varía entre animales. No obstante aunque no se conoce el consumo de energía ni de proteína por el ganado a libre pastoreo, la relación proteína:energía en la dieta, debe reflejarse en la concentración de nitrógeno ureico en sangre y leche (Hammond y Chase, 1997).

2.6.3 EFECTO DE LA DEGRADABILIDAD DE LA PROTEÍNA

Deficiencia de energía o exceso de amonio en el rumen, asociado con alta degradabilidad de la proteína ingerida, puede reflejarse en incremento de nitrógeno ureico en leche (Kaufman y Hagemester, 1987).

La solubilidad o degradabilidad ruminal de la proteína puede afectar los niveles de amonio ($\text{NH}_3\text{-N}$) ruminal (Hess *et al.*, 1991) y del nitrógeno ureico en sangre (Small y Gordon, 1990) el nivel de amonio ruminal podría utilizarse para evaluar aspectos de nutrición proteica de animales en pastoreo (Thomas *et al.*, 1995). Los taninos pueden

sobreprometer la proteína de la dieta contra la fermentación en el rumen y perjudicar, en consecuencia, la actividad microbiana por deficiencia de amonio (Hess *et al.*, 1992).

Los niveles de amonio ruminal encontrados en novillos cuando pastorearon mezclas de gramíneas con leguminosas y *Brachiaria dictyoneura* sola, fueron superiores a 50 mg.l⁻¹. Mayores valores fueron reportados en la mezcla de *Brachiaria dictyoneura* con *Arachis pintoii*, donde el nivel de amonio ruminal fue alto (134 mg.l⁻¹), resultado que explicaría las altas ganancias de peso en vacunos cuando consumen esta leguminosa (Alvarez 2008).

Niveles inferiores son considerados críticos para la digestión y la síntesis *in vitro* de la proteína bacteriana. Sin embargo Hess *et al.* (1992); Arias y Nesti (1999), consideran valores críticos de amonio ruminal para digestión de forrajes toscos hasta de 250 mg.l⁻¹, pero el mismo autor ha sugerido que para maximizar el consumo de dietas altas en fibra y bajas en proteína, el nivel de amonio ruminal debe ser aproximadamente de 200 mg.l⁻¹. El uso de dietas isoenergéticas o isoprotéicas pero con degradabilidad contrastantes puede resultar en grandes diferencias en los niveles de nitrógeno ureico en sangre (Small y Gordon, 1990).

2.6.4 OTROS FACTORES DIETÉTICOS QUE AFECTAN LOS NIVELES DEL NITRÓGENO UREICO EN SANGRE (NUS).

Al aplicar a corderos un suplemento con fosforo, Alawa (1992) mostró que estos tenían menores niveles de nitrógeno ureico en sangre que los animales sin esta suplementación. Algo similar ocurrió en un experimento con vacas y ovejas cuando se suplementó con azufre. La suplementación con azufre disminuyó el nivel de nitrógeno

ureico en sangre e incrementó la producción animal. Rao-sdt *et al.* (1988) encontraron que la intoxicación de becerros con hojas y plantas enteras de *Pteridium aquilinum* (helecho) produjo diarrea e incrementó el nitrógeno ureico en sangre.

2.7 FACTORES NO DIETÉTICOS

Dentro de los factores no relacionados con la dieta que pueden afectar los niveles de nitrógeno ureico en sangre están; la salud animal, estado fisiológico, grupo racial, la edad y la hora del muestreo (Kaldes y Henin, 1992), así en un experimento realizado en Nigeria, Akinboade *et al.* (1985), encontraron que la infección con larvas de *Bophilus decoloratus* (garrapatas) en becerros incrementó los niveles de nitrógeno ureico en sangre, creatinina, albúmina y los valores marginales de proteína total en el suero. A pesar de que estos factores pueden tener efectos significativos, la magnitud de las diferencias que causan, excepto en el caso de algunas enfermedades, son generalmente inferiores a las causadas por factores dietéticos (Hammond, 1994).

2.8 NIVELES DE UREA EN LECHE

En vacas lecheras el nitrógeno ureico en sangre está altamente correlacionado ($r^2 = 0.73$ y 0.96) con el nitrógeno ureico en leche (Miettinen y Juvonen, 1990; Sato *et al.*, 1991; Gonda y Liedberg, 1994). Por lo tanto se ha sugerido que el nitrógeno ureico en leche podría ser indicador del estado nutricional de vacas en producción (Miettinen y Juvonen, 1990). Altos niveles de urea en la leche (25 a 50 mg.dL^{-1}), podrían indicar un exceso de proteína o un desequilibrio de la relación energía:proteína en la dieta consumida, además una deficiencia de energía o un exceso de amonio en el rumen asociado con alta

degradabilidad de la proteína ingerida, podría reflejarse en incremento de la urea en la leche (Hammond, 1994; Arias y Nesti, 1999).

Al suministrar dietas isocalóricas a vacas lactantes, donde además la dieta fue complementada con diferentes niveles de proteína, se encontró que con el 100% de proteína, el nivel de nitrógeno ureico en leche fue de 9.9 mg.dL^{-1} , y disminuyó cuando se redujo la proteína (Roseler *et al.*, 1993). Otros autores encontraron poca variación en el nitrógeno ureico en leche entre días y horas dentro del día. La mayor fuente de variación de nitrógeno ureico en leche fue la relación de proteína:energía en la dieta consumida (Biswajit *et al.*, 2011).

El nivel promedio de urea en la leche de vacas Holstein en pasturas de *Brachiaria dictyoneura* y *Andropogón gayanus* en mezcla con *Centrosema acutifolium* y *Centrosema macrocarpum* fue 18.9 mg.dL^{-1} aunque la producción de leche fue similar en grupos Holstein y cruzados (Lascano y Avila, 1991; Biswajit *et al.*, 2011).

El nivel de nitrógeno ureico en leche de vacas al pastoreo es sensible al tipo de pastura solas o asociadas, se demostró que existe respuesta en producción de leche debido a leguminosas en asociación con gramíneas (Sandoval *et al.*, 1997), cuando los niveles de nitrógeno ureico en leche están por debajo de $9\text{-}10 \text{ mg.dL}^{-1}$ (Lascano, 1996).

Los niveles de nitrógeno ureico en leche con sus efectos biológicos en rumiantes fueron relacionados por (Schuler, 1990) citado por Pardo *et al.* (2008), tal como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Efecto fisiológico en rumiantes de acuerdo a niveles de Nitrógeno Ureico en Leche.

NUL, mg.dL⁻¹	Riesgo
> 15.4	Patológico
12.6 - 15.4	Alto riesgo
8.4 - 12.6	Normal
5.6 - 8.4	Bajo riesgo
< 7.0	Baja proteína y/o bajo CHO's

2.9 SOSPECHANDO DESBALANCES EN LA DIETA

La evaluación periódica de los niveles de nitrógeno ureico en sangre y nitrógeno ureico en leche ayudará a estimar el estado nutricional del hato en ordeño y a prevenir posibles desequilibrios nutricionales. La relación práctica indica que los valores del nitrógeno ureico en leche representan entre 83 y 98% de los valores del nitrógeno ureico en sangre. Se acepta que dividiendo el valor del nitrógeno ureico en leche entre 0.85 se tiene un valor estimado de nitrógeno ureico en sangre. El Cuadro 3 muestra un esquema para diagnosticar desbalances energéticos y/o proteicos mediante el uso de nitrógeno ureico en leche y el contenido de proteína en la leche (Kirchgessner, 1987).

Cuadro 3: Efecto de desbalances proteicos y/o energéticos sobre el contenido de urea y proteína en leche.

FORRAJE	LECHE	
	UREA	PROTEINA
Deficiencia de proteína	Disminuye	Sin efecto
Exceso de proteína	Incrementa	Sin efecto
Deficiencia de energía	Incrementa	Disminuye
Exceso de energía	Disminuye	Incrementa
Deficiencia de proteína y energía	Sin efecto	Disminuye
Exceso de proteína y energía	Incrementa	Incrementa
Deficiencia de proteína y exceso de energía	Disminuye	Incrementa
Exceso de proteína y deficiencia de energía	Incrementa	Disminuye

Fuente: Kirchgessner, 1987

2.10 PREVINIENDO INCREMENTOS EN NITRÓGENO UREICO EN SANGRE Y LECHE.

Las siguientes son algunas observaciones prácticas que aconsejaron seguir más de cerca los valores de nitrógeno ureico en sangre y leche (De Gracia, 1983) citado por Pardo *et al.* (2008); (Arias y Nesti, 1999).

- Si las vacas están consumiendo pasturas tiernas y de rápido crecimiento.
- Cuando hay cambios dietéticos en los niveles y tipo de proteína en el rumen.
- Si las tasas de concepción están por debajo de los históricos del hato.
- Si hay cambios en el tamaño de las partículas del alimento, especialmente maíz
- Si los valores de proteína son bajos.

Sin embargo, se puede mantener los niveles de amoníaco y otros gases en el rumen, reteniéndolos con un extracto de *Yucca schidigera* para que puedan ser utilizados por la microflora.

Los niveles de amoníaco en el plasma sanguíneo de novillos fueron reducidos por Hussain y Cheeke (1995), utilizando como fuentes proteicas harina de soya y urea, en dos tipos de dietas constantes, una con altos niveles de concentrados y otra con alto nivel de fibra. La dieta alta en fibra, redujo el contenido de amoníaco en el rumen en 11% cuando se uso harina de soya como suplemento proteico, y en 15% cuando se uso urea como fuente nitrogenada. El nitrógeno ureico en plasma fue mas alto cuando se agrego el extracto de *Yucca schidigera* en alimento con soya, mientras que sucedió lo contrario cuando se uso urea como fuente nitrogenada.

La dosis de extracto comercial de *Yucca schidigera* recomendadas por Hussain y Cheeke (1995), varían de acuerdo a los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre encontrados. Dosis de 3-4 g.día⁻¹ por animal son normales (con nitrógeno ureico en leche entre 12.6 y 15.4 mg.dL⁻¹) aunque a niveles más altos de nitrógeno ureico en leche requieren 5-7 g.día⁻¹ (con nitrógeno ureico en leche entre 15.4 y 18 mg.dL⁻¹) hasta 8-10 g.día⁻¹ (con nitrógeno ureico en leche > 18 mg.dL⁻¹).

Cualquiera que sea la alternativa de manejo que se utilice para controlar los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre, resulta obvio su efecto negativo cuando sus niveles no se encuentran dentro de los considerados normales.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo se realizó en tres fundos de productores ganaderos locales que se encuentran ubicados en los Km 56, 70 y 78 de la carretera Federico Basadre, que une la localidad de Pucallpa con la ciudad de Lima. Todos los fundos estuvieron ubicados en el Distrito de Irazola, Provincia de Padre Abad, región Ucayali, a una altitud promedio de 274 msnm. (Cuadro 1A), desde abril hasta noviembre de 1999 concluyendo la fase de campo.

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA Y SUELO

El clima es cálido húmedo, las precipitaciones pluviales durante el trabajo experimental variaron desde 58 hasta 523 mm.mes⁻¹. El periodo de mayor precipitación pluvial (MxPp) fue en los meses de marzo, abril y mayo. El periodo de menor precipitación pluvial (MnPp) fue en los meses de junio, julio agosto y setiembre (Fig. 1). Generalmente durante el año, la precipitación supera a la evapotranspiración. A diferencia de la precipitación, la temperatura promedio registrada fue 26.7°C (Cuadro 2A), y la humedad relativa varió desde 80 a 90%. El ecosistema pertenece a Bosque Tropical Semi-siempre verde Estacional (Ara, 1996; Díaz, 1999).

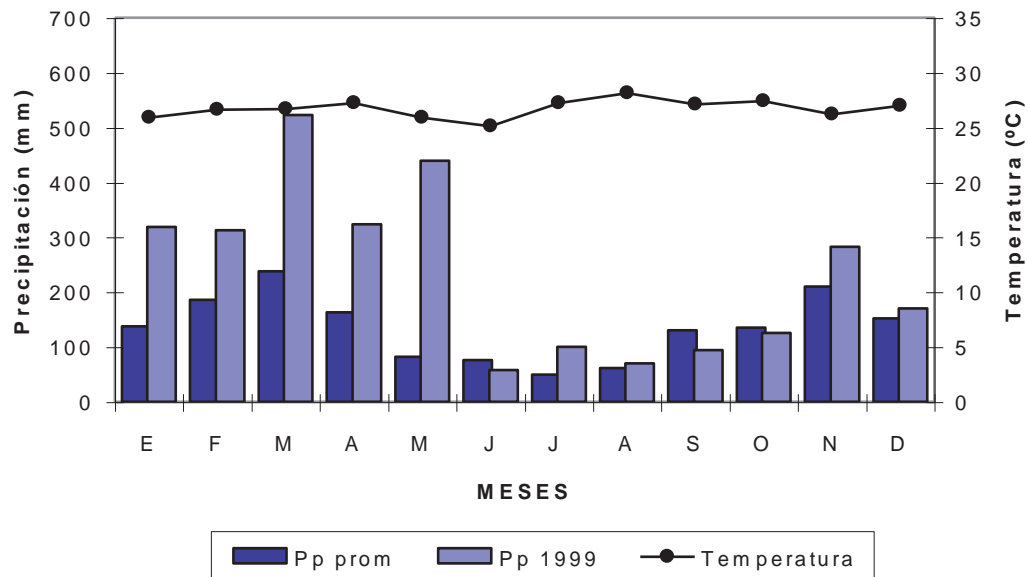


Fig. 1: Características climáticas del lugar del experimento. Pucallpa, Perú.

Los suelos del lugar son ultisoles, que corresponden a las terrazas medias y altas, estos presentan texturas entre franco arenoso y franco arcillo arenoso, químicamente son ácidos (pH 4.9) que está en directa relación con el alto contenido de aluminio intercambiable (Cuadro 4), mientras que el contenido de bases es relativamente bajo (Díaz, 1999), pobre contenido en materia orgánica y fósforo disponible, pero aceptable nivel de potasio (Ara, 1996).

Cuadro 4: Características físicas y químicas* del suelo donde se desarrolló el trabajo. Pucallpa, Perú.

Profundidad. (cm.)	Textura	pH	M.O (%)	P (ppm)	K (meq/100)	Meq/100 g suelo			Sat. Al. (%)
						Al	Ca	Mg	
0 - 5	Fran**. Ar.	5.07	4.58	8.23	0.30	0.75	2.27	0.59	20.34
5 - 10	Fran. Ar.	4.89	2.92	8.67	0.21	1.57	1.63	0.60	36.46
10 - 20	Fran. Arc. Ar.	4.90	2.71	7.97	0.22	2.90	1.34	0.44	54.57
20 - 40	Fran. Arc. Ar.	4.81	2.15	6.53	0.27	4.39	1.01	0.61	67.63

* = Laboratorio de análisis de tejidos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

** = Fran. = Franco, Arc. = Arcilloso, Ar. = Arenoso

3.3 COMPONENTES EN ESTUDIO

Pasturas definidas en los siguientes tratamientos (Lascano y Holmann, 1997).

T₁ = Pastura en mezcla de gramínea (*Brachiaria decumbens*) + leguminosas (*Arachis pintoi*, *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema pubescens* y *Pueraria phaseoloides*)

T₂ = Pastura de solo gramínea *Brachiaria decumbens*.

T₃ = Pastura naturalizada.

3.4 VARIABLES EVALUADAS

3.4.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

3.4.1.1 BALANCE HÍDRICO.

Medido por la Sub estación meteorológica del Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA, ubicado en el Km 44 de la carretera Pucallpa-Lima.

3.4.1.2 DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA DE LAS PASTURAS ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Se utilizó el método del rendimiento comparativo y doble muestreo, propuesto por Haydock y Shawn (1975).

3.4.1.3 COMPOSICIÓN BOTÁNICA (%).

Para determinar la participación de las especies que componen las pasturas, se utilizó el método de rango de peso seco, propuesto por t'Mannetje y Haydock (1963).

3.4.1.4 CALIDAD NUTRITIVA DEL FORRAJE.

- a). Nitrógeno (N), utilizando el método de JELDAHL (AOAC, 2003).
- b) Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS), utilizando el método de Tilley y Terry (1963).
- c) Fibra Detergente Neutra (FDN).
- d) Fibra Detergente Acida (FDA), utilizando el método Van Soest y Robertson (1985).

Análisis realizados en el laboratorio de tejidos vegetales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia.

3.4.1.5 TIPO DE CRUCE DE LAS VACAS.

Se seleccionó tres tipos de ganados, los que se encontraban un tipo en cada fundo.

3.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

3.4.2.1 NITRÓGENO UREICO EN LECHE (NUL).

Fue determinado en mg.dL^{-1} por el laboratorio de bioanálisis. Departamento de Química, Universidad Nacional Agraria “La Molina”, según el método de Berthelot (Searcy *et al.*, 1967).

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el análisis de las variables dependientes se utilizó el diseño Doble Cuadrado Latino de 3 x 3, según el modelo aditivo lineal propuesto.

$$Y_{ijkl} = \mathbf{u} + \mathbf{E}_i + \mathbf{TL}_j + \mathbf{TC}_k + \mathbf{Tr}_l + \mathbf{e}_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Variable respuesta

\mathbf{u} = Media general

\mathbf{E}_i = i-ésima época en estudio

\mathbf{TL}_j = j-ésimo tercio de lactancia en estudio

\mathbf{TC}_k = k-ésimo tipo de cruzamiento en estudio

\mathbf{Tr}_l = l-ésimo tratamiento en estudio

\mathbf{e}_{ijkl} = error experimental

Las fuentes de variación para este doble cuadrado latino fueron las siguientes:

FV	gl
Epocas	1
Tercio de lactación(Epocas)	4
Tipo de cruzamiento (Epocas)	4
Pasturas	2
Epocas*pasturas	2
Error	4

El análisis estadístico se realizó utilizando el software SAS versión 9, 2002.

3.6 METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LOS COMPONENTES EN ESTUDIO

3.6.1 SUELO.

Al inicio del experimento se realizó una evaluación en cada pastura, mediante transectos diagonales, se obtuvo 10 submuestras.ha⁻¹, que fueron homogeneizadas por profundidades y previa clasificación se envió al laboratorio de suelos del Centro Internacional de Agricultura Tropical para su análisis.

3.6.2 TIPOS DE CRUZAMIENTO.

Se identificó los fundos ganaderos por el tipo de animal que producían. Cada fundo producía solo un tipo de ganado. Los detalles se presentan en el cuadro 5

Cuadro 5: Tipos de cruce y ubicación de los fundos donde se desarrolló el trabajo. Pucallpa, Perú.

Tipo de cruce	Denominación	Fundo	Ubicación (km)*	Altitud (msnm)
Brown swiss por Cebú	Bronce	Guillermo	56	265
Holstein por Cebú	Holce	San Pedro	78	280
Cebuizadas	Cebuizadas	Monte blanco	70	277

* C.F.B = Carretera Federico Basadre, una Pucallpa con Lima.

3.6.3 NÚMERO DE ANIMALES.

En cada fundo hubo más de 15 vacas en ordeño, de las cuales se seleccionaron doce (12) vacas para las evaluaciones de producción de leche al pastoreo por cada fundo, las otras tres (3) se utilizaron como volantes para mantener constante el número de animales, por lo que la carga animal estuvo en función del área.

3.6.4 PASTOREO.

Fue simultáneo en los tres fundos durante 7 días en cada tratamiento, cada grupo de vacas que formaron un tercio de lactación, fueron distribuidas según randomización del cuadrado latino en cada tratamiento, quedando de la siguiente manera:

Tercios de Lactación	Epoca de mayor precipitación			Tercios de Lactación	Epoca de menor precipitación		
	Holce	Bronce	Cebuizadas		Holce	Cebuizadas	Bronce
III	<i>Brachiaria decumbens</i> sola	Mezcla	Pastura Naturalizada	I	<i>Brachiaria decumbens</i> sola	Mezcla	Pastura Naturalizada
II	Pastura Naturalizada	<i>Brachiaria decumbens</i> sola	Mezcla	III	Mezcla	Pastura Naturalizada	<i>Brachiaria decumbens</i> sola
I	Mezcla	Pastura Naturalizada	<i>Brachiaria decumbens</i> sola	II	Pastura Naturalizada	<i>Brachiaria decumbens</i> sola	Mezcla

Mezcla = Gramínea + leguminosas.

3.6.5 ORDEÑO Y TOMA DE MUESTRA DE LECHE.

El ordeño fue en forma manual una vez al día por las madrugadas, iniciándose a las 3 y media de la mañana, con el ternero al pie. Se ordeñaron $\frac{3}{4}$ de la ubre (3 pezones) y $\frac{1}{4}$ de ubre (1 pezón) se dejó para consumo del ternero, la leche extraída se pesó en una balanza tipo reloj. El muestreo de leche para determinar el contenido de nitrógeno ureico se hizo al 5^{to} 6^{to} y 7^{mo} día de pastoreo. Del balde con leche de cada vaca (Arreaza *et al.*, 2006), con una jeringa descartable, se extrajo 3 ml de leche y se puso en tubos eppendorff transparentes de 3 ml de capacidad, luego estos fueron conservados por 2 días hasta su envío al laboratorio para su análisis.

3.6.6 INTERVALO DE PASTOREO.

Las pasturas con exceso de pasto, se continuó pastoreando para evitar la sobre maduración, 20 días antes del pastoreo se cerraban los potreros, el intervalo entre ciclo fue de 50 días.

3.6.7 PASTURA.

La pastura en mezcla y la pastura de *Brachiaria decumbens* sola, fueron establecidos al inicio de la época lluviosa el año 1996, como reemplazo de una pastura naturalizada. La disponibilidad de la materia seca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), Composición botánica (%), así como el muestreo de tejido vegetal para el análisis de calidad, se realizó antes de que los animales inicien el pastoreo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados que se presentan a continuación son los obtenidos bajo las condiciones de manejo del hato ganadero que el productor realiza en la finca.

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

4.1.1 DISPONIBILIDAD DE FORRAJE

La disponibilidad total de forraje de la *Brachiaria decumbens* sola, así como la mezcla de gramíneas leguminosas y la pastura naturalizada, expresado en kilos de materia seca por hectárea (kg MS.ha⁻¹), durante los periodos de mayor y menor precipitación se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Disponibilidad total de pasto (kg MS.ha⁻¹) en tres tipos de pasturas durante 2 épocas de precipitación. Pucallpa, Perú.

Componentes	Disponibilidad de pasto (kg MS.ha ⁻¹)					
	Menor precipitación			Mayor precipitación		
	Mezcla**	B. d*	Pastura naturalizada	Mezcla	B. d	Pastura naturalizada
<i>B. decumbens</i>	774.8	775.3	281.6	830.5	956.0	337.4
<i>Leguminosas</i>	256.4	----	----	355.0	---	---
<i>Maleza</i>	87.6	185.0	342.9	165.4	259.1	431.7
Total pasturas	1118.8 ^a	960.3 ^b	624.5 ^c	1350.9 ^a	1215.1 ^a	769.1 ^b
Total épocas		901.2 ^b			1111.7 ^a	

* *Brachiaria decumbens* CIAT 606

** Pastura asociada de gramínea con leguminosas.

^{abc}: letras iguales no existen diferencias (P < 0.05).

Las épocas tuvieron efectos significativos sobre la disponibilidad de pasto ($P < 0.05$, Cuadro 3A). Donde la producción en la época de mayor precipitación fue 18.9 % más que en la época de menor precipitación (Cuadro 6). Esta disminución de la disponibilidad de pasto puede ser atribuido a que las herbáceas experimentan, un acentuado estrés por falta de agua, trayendo como consecuencia disminución en el crecimiento de las gramíneas, ya que estas tienen raíces finas, fasciculadas y muy superficiales, por lo tanto son las primeras en sufrir el estrés por falta de agua, sin embargo el proceso de crecimiento no se detiene (CIAT, 1992; Estrada, 2001).

En contraste, las leguminosas en general poseen raíz pivotante, lo que hace que estas puedan obtener agua de lugares más profundos donde las raíces de las gramíneas no llegan, por lo que la tasa de crecimiento de las leguminosas durante la época de menor precipitación es mayor que la de gramíneas y esta característica puede ser atribuida para que la producción de las leguminosas sea más estable y sostenible a lo largo del año (CIAT, 1992; Del Aguila, 1992).

En general, la producción de la pastura en mezcla de *Brachiaria decumbens* con leguminosas (*Arachis pintoi*, *Centrosema pubescens*, *Stylosanthes guianensis* y *Pueraria phaseoloides*) fue mayor ($P < 0.05$) que las producciones de la pastura de *Brachiaria decumbens* sola y pastura naturalizada. Donde la mezcla de gramínea con leguminosas produjo 147.2 kg MS.ha⁻¹ más que la pastura de *Brachiaria decumbens* sola, y esta última 391.9 kg MS.ha⁻¹ más que la pastura naturalizada (Figura 2 y Cuadro 4A).

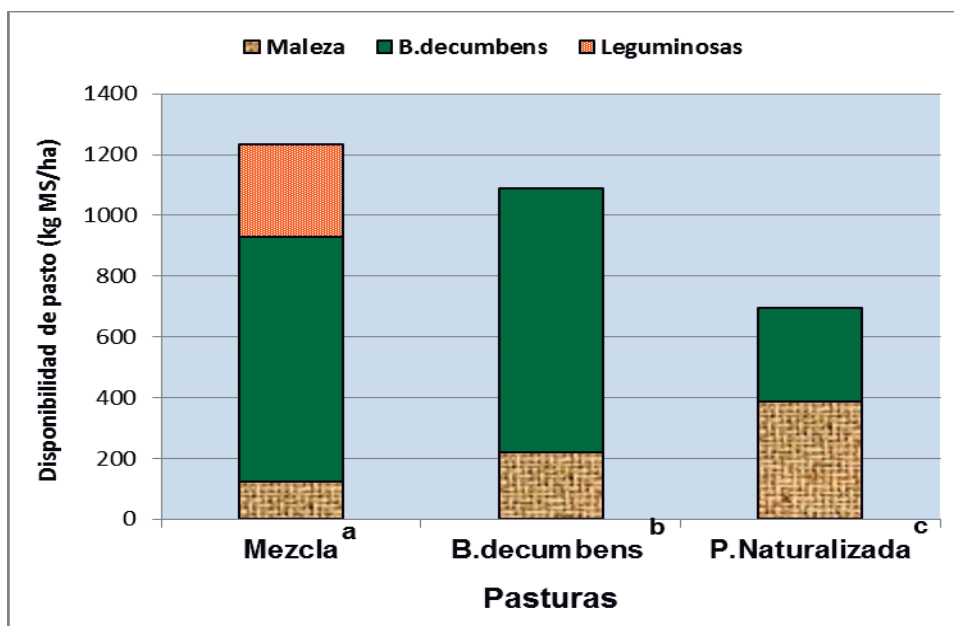


Fig. 2: Disponibilidad de pasto (kg MS.ha⁻¹) por componentes en tres pasturas diferentes. Pucallpa, Perú.

La mayor producción de pasto en la asociación de gramínea (*Brachiaria decumbens*) y leguminosas estaría siendo explicado en parte por las leguminosas como mejoradoras de las características químicas del suelo, debido a la incorporación de nitrógeno atmosférico que beneficia principalmente a la gramínea, ya que las gramíneas que crecen asociadas con leguminosas generalmente contienen más proteína cruda que aquellas que crecen en monopastura tal como mencionan Seiffert y Zimmer (1988); Hurtado *et al.* (1988); Vera *et al.* (1997). Sin embargo se debe considerar que la temperatura afecta la fijación de nitrógeno atmosférico, a nivel de nódulos y en el crecimiento, por lo que la tasa fotosintética de la planta y la habilidad de los nódulos para fijar nitrógeno es disminuida cuando se reduce el suministro de agua a las plantas (Ara, 1987). La fijación de nitrógeno atmosférico por las leguminosas está directamente relacionada con el suministro de carbohidratos; de este modo aquella será reducida en la

recepción de energía, mas que a un efecto directo del bajo potencial hídrico a nivel de nódulos. Al envejecer la raíz o morir los nódulos son aportados al suelo, siendo aprovechados por otras plantas entre ellas las gramíneas (ONU, 1995)

Por otro lado, esta producción de pasto es menor a lo reportado por Reátegui *et al.* (1995), quienes en asociaciones de *Brachiaria decumbens* con leguminosas (*Stylosanthes guianensis* y *Centrosema pubescens*), encontraron 2,430 kg MS.ha⁻¹ de producción de pasto en la época de menor precipitación.

La producción de pasto en la pastura de *Brachiaria decumbens* sola igualmente fue inferior a los reportados por Reátegui *et al.* (1995) y Abaunza *et al.* (1991), quienes encontraron 2,000 kg MS.ha⁻¹ pastoreando con cargas animales de media a alta, y 2,700 kg MS.ha⁻¹ en suelos de climas tropicales, respectivamente.

4.1.2 CARGA ANIMAL

La carga animal en términos de unidades animales por hectárea (UA.ha⁻¹) se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7: Carga animal utilizada en tres diferentes pasturas en Pucallpa, Perú.

Pastura	Area de potrero (ha)	Pasto disponible (kg MS.ha ⁻¹)	Carga animal (UA.ha ⁻¹)
Mezcla	1.25	1,234.8	1.5
<i>B. decumbens</i>	1.47	1,087.7	1.3
Pasto natural	2.00	696.8	0.9

La carga animal estuvo en función al área de pastura (Cuadro 7), considerándose que para el trópico húmedo una unidad animal es equivalente a 400 kilos de peso vivo, la carga empleada fue baja ($< 1.5 \text{ UA.ha}^{-1}$), encontrándose por debajo de la capacidad de soporte de las especies de pasturas evaluadas, que fluctúan de 3 a 4 UA./ha^{-1} para el caso de la *Brachiaria decumbens* y para las leguminosas de 1 a 2 UA.ha^{-1} , con pastoreos no mayores de 10 días (Mueller y Green, 2000; Del Aguila, 1992).

El objetivo principal de los sistemas de pasturas asociadas, es mantener una alta producción de forraje de la mejor calidad, durante la mayor parte del año, en ninguna de las pasturas que se evaluaron hubo restricción de pasto y la disponibilidad no fue limitante para el consumo. Algunos trabajos realizados en trópico húmedo reportan que los mejores resultados de producción se obtienen cuando la pastura en mezcla es manejada con cargas de 2 UA.ha^{-1} (Echevarría, 1987), además que en las pasturas en mezcla, cargas mayores por tiempos prolongados disminuyen la presencia de la leguminosa en el sistema, por efecto del excesivo pastoreo.

En un experimento conducido en Pucallpa-Perú, Bustamante (1987) reporta que hubo mayores ganancias de peso en pasturas de *Brachiaria decumbens* con cargas que van de 1.8 a 2.1 UA.ha^{-1} , sin embargo en un trabajo de compatibilidad y persistencia de *Brachiaria dictyoneura* asociada con leguminosas (Del Aguila, 1992) encontró que la carga adecuada es mayor de 3 UA/ha . En el caso de la pastura naturalizada, Schaus (1987), menciona que la carga animal recomendable oscila de 0.5 a 1.0 UA.ha^{-1} para obtener buenos rendimientos.

4.1.3 PRESIÓN DE PASTOREO

La presión de pastoreo sobre las pasturas evaluadas se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 8: Presión de pastoreo utilizado en tres pasturas en Pucallpa, Perú.

Pastura	Area de potrero (ha)	Pasto disponible (kg MS.ha⁻¹)	Presión de pastoreo (kg MS.100 kg PV⁻¹)
Mezcla	1.25	1,234.8	7.8
<i>B. decumbens</i>	1.47	1,087.7	8.1
Pastura naturalizada	2.00	696.8	7.2

Durante las épocas de menor y mayor precipitación, la presión de pastoreo de las pasturas fue baja (Cuadro 8) ya que alcanzó 6.9 y 8.5 kg MS.100 kg PV⁻¹ respectivamente (Cuadros 5A y 6A), lo que permite deducir que la disponibilidad de materia seca no fue una limitante para el consumo. De acuerdo con Paladines y Lascano (1982), la disponibilidad de 6 kg MS.100 kg PV⁻¹ o más, es una baja presión de pastoreo, donde los animales no tienen restricciones de forraje, siempre que el pasto tenga adecuada palatabilidad, los mismos autores mencionan que cuando la disponibilidad es 3 kg MS.100 kg PV⁻¹ o menos es considerada como alta presión de pastoreo con restricción severa de alimento. El aumento de la presión de pastoreo, disminuye la selectividad, mejorando el porcentaje de utilización de la pastura. Sin embargo el bajo consumo de leguminosa durante la época de mayor precipitación, coloca a la gramínea bajo un régimen de defoliación muy fuerte, lo que le resta capacidad de competencia frente a las leguminosas adaptadas y de crecimiento agresivo (CORPOICA, 1996).

4.1.4 COMPOSICIÓN BOTÁNICA (%)

La composición botánica del pasto disponible se presenta en la figura 3 y Cuadro 6A.

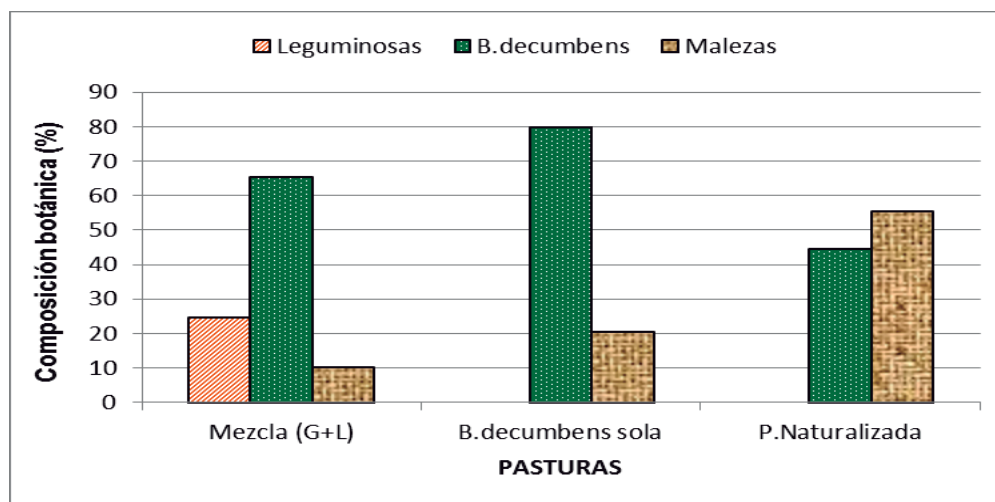


Fig. 3: Composición botánica (%) de la pastura en mezcla de *Brachiaria decumbens* con leguminosas, *Brachiaria decumbens* sola y pastura naturalizada. Pucallpa, Perú.

En la pastura en mezcla, hubo 23% de leguminosas y 69.2 % de gramínea *Brachiaria decumbens* (Figura 3), este porcentaje de gramínea es ligeramente inferior a lo que se requiere para pasturas asociadas de gramínea con leguminosas. En el caso de la leguminosa, esta se encuentra en porcentaje adecuado para ser pastura asociada (Echevarría, 1987; Pagliaricci *et al.*, 2002), estos resultados no coinciden con los reportados por Reátegui *et al.* (1995), quienes mencionan que en general la tendencia de la gramínea es ascendente en el tiempo ya que en un experimento conducido en fincas con ganaderos luego de tres años de pastoreo, encontraron que la gramínea incremento de 44 a 71%. Esto podría ocurrir si es que la gramínea tiene baja palatabilidad y la leguminosa alta

palatabilidad; sin embargo, si es al revés donde la gramínea presenta alta palatabilidad como el caso de *Brachiaria decumbens* o *Brachiaria dictyoneura* y baja palatabilidad la leguminosa como el caso del *Desmodium ovalifolium*, la leguminosa tiene tendencia a incrementar en la pastura causando la disminución de la gramínea (Mueller y Green, 2000).

En la pastura de *Brachiaria decumbens* sola, la gramínea alcanzó 80%, la diferencia son malezas. La pastura naturalizada alcanzó 56% de malezas, mientras que la presencia de la gramínea se reduce a 44%, por lo que se estima que esta pastura tiene menor calidad nutritiva (Pagliaricci *et al.*, 2002) por efecto de las malezas, sin embargo la disminución del torourco indica que es más palatable y consumido que las malezas (Del Aguila, 1992).

La presencia de la leguminosa (Cuadro 7A) disminuye en la época de menor precipitación, esto podría ser debido a que las leguminosas son más consumidas que las gramíneas en esta época, ya que las gramíneas tienden a secarse y lignificarse, por lo que el consumo se hace marcado y se reduce el pasto basado en leguminosas, tal como mencionan (Echevarria, 1987; Pagliaricci *et al.*, 2002). Durante la época de mayor precipitación, las gramíneas son más consumidas que las leguminosas, debido a la mayor presencia de rebrotes, por la disponibilidad de agua que existe en el sistema, demostrando que las gramíneas tiene mejor palatabilidad que la mayoría de leguminosas, por eso es que al final del pastoreo hay mayor presencia de leguminosas en la pastura (Quiñones, 1996).

Esta tendencia de incrementar en la mezcla se encontró con la leguminosa *Arachis pintoii* CIAT 17434 que incrementó con una tasa de 1.9% (Cuadro 8A). Debido también probablemente a que esta especie es de habito rastroso, agresiva en el tiempo y tolerante a

defoliaciones intensivas (Giraldo, 1991), además forma raíces estoloníferas (Schaus, 1987), mas aun si las condiciones medioambientales (radiación, humedad, pastoreo leve, etc.) le son favorables (Kerrige, 1995), pero estas características son ligeramente afectadas en la época de menor precipitación (Lascano, 1996).

Las leguminosas *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema pubescens* y *Pueraria phaseoloides* (Cuadro 8A) alcanzaron en conjunto 8.1% en el sistema y mostraron tendencia a incrementar en el tiempo. Se encontró que *Stylosanthes guianensis* incrementó su participación en la mezcla a una tasa de 0.7%, valor que es diferente a los reportados por Reátegui *et al.* (1995), quienes mencionan que esta leguminosa decrece a una tasa de 0.05% en el tiempo. Igualmente *Centrosema pubescens* incrementó a 0.4%; sin embargo, *Pueraria phaseoloides* disminuyó a una tasa de -0.46%, esto podría deberse que esta especie tiene los puntos de crecimiento elevados lo que la hace susceptible a la defoliación y al pisoteo por el animal, además la escasa producción de semilla bajo condiciones de pastoreo limitan su autopropagación y reemplazo de las plantas originales, las cuales envejecen y desaparecen con el tiempo, tal como reportan Keller-Grein *et al.* (1990); Del Aguila (1992); González *et al.* (1997).

Estos resultados muestran que las leguminosas se pueden manejar con cargas animales bajas, ya que en conjunto estas leguminosas incrementaron en 2.5% durante la época de mayor precipitación, lo que hace que su presencia en el sistema asegure la calidad de la materia seca disponible, de acuerdo con Echevarria (1987) y Lascano (1996), quienes sostienen que para que el aporte de la leguminosa sea significativa debe estar presente de 20 a 30% en el sistema asociado de gramínea con leguminosa.

Las vacas tienen dificultades en cosechar suficiente cantidad de hojas como para satisfacer sus demandas de nutrientes de las leguminosas rastreras (Pezo *et al.*, 1992). Por lo general, las gramíneas son más consumidas por los animales durante todo el año en ausencia de periodos secos bien definidos. Bajo pastoreo continuo de *Brachiaria decumbens* asociada con leguminosas poco palatables, se encontró que los animales tienden a buscar la leguminosa luego que la gramínea se encuentra bastante pastoreada o lignificada, tal como reporta (Pagliaricci *et al.*, 2002).

La presencia de malezas en el trópico es una constante, y estas generalmente presentan tendencia a incrementar en el tiempo, debido a que son las especies nativas, por lo que siempre estará presente en cualquier suelo tropical, en esto están de acuerdo Vera *et al.* (1997) quienes encontraron en un experimento con pasturas al pastoreo, después de 2 años que la maleza incremento de 3 a 17%.

4.1.5 CALIDAD DE LA PASTURA

Al evaluar el contenido de proteína cruda del pasto disponible, no se encontró diferencias ($P > 0.86$) durante las épocas de precipitación (Cuadro 9A), similar respuesta obtuvo Martínez (1998), cuando en un experimento realizado en CIAT, Quilichao, encontró que la proteína cruda del forraje no vario significativamente con las épocas y se mantuvo en niveles de 7.5 y 7.8 para las épocas de menor y mayor precipitación, respectivamente. Aunque la proteína cruda encontrada en este trabajo, mostró un ligero incremento de 2.3% a favor de la época de mayor precipitación, esto podría confirmar que los niveles de proteína disponible del pasto, guardan una relación directa entre el crecimiento del pasto y la precipitación pluvial, así como con la relación de hojas:tallos.

En trabajos realizados en Pucallpa, Perú, Vela *et al.* (1996), reportaron incrementos significativos ($P < 0.05$) de proteína cruda en pasturas asociadas de gramíneas con leguminosas a favor de la época de mayor precipitación si el manejo no excede la carga animal de 2 UA.ha⁻¹. Los valores encontrados en este trabajo si coinciden con los publicados por el CIAT (1999), cuando sostienen que las pasturas declinan en su calidad, si se encuentran en la época de menor precipitación y que es necesario asociar gramíneas y leguminosas con el propósito de compensar la caída en la calidad de la gramínea durante la época de menor precipitación y que esta no sea muy marcada.

La calidad nutritiva del pasto está directamente relacionada al pastoreo, será mejor la calidad si la pastura es sometida a altas presiones de pastoreo y cortos intervalos de descanso, en cambio con bajas presiones de pastoreo y periodos de descansos prolongados, se lignifican y pierden calidad, disminuyendo el consumo voluntario. La calidad nutritiva del pasto expresada como proteína cruda, Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS), Constituyentes de paredes celulares digeribles como la Fibra Detergente Neutra (FDN) y la parte no digerible de las paredes celulares como la Fibra Detergente Acida (FDA), en forma global de las tres pasturas estudiadas se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Calidad del pasto disponible en tres pasturas. Pucallpa, Perú.

Pasturas	Calidad del pasto (%)			
	PC	DIVMS	FDN	FDA
<i>Brachiaria decumbens</i> con leguminosas	10.6 ^a	60.6 ^a	65.3 ^b	34.3 ^b
<i>Brachiaria decumbens</i> sola	9.4 ^b	59.1 ^a	71.5 ^a	34.9 ^b
Pastura naturalizada (“torourco”)	8.4 ^c	50.6 ^b	77.1 ^a	38.9 ^a

^{abc} = Letras iguales no son significativas ($P < 0.05$)

4.1.6 PROTEÍNA CRUDA (PC)

En el Cuadro 9 se observa que el contenido de proteína cruda de la mezcla de *Brachiaria decumbens* con leguminosas fue diferente ($P<0.05$) al de la *Brachiaria decumbens* sola y la pastura naturalizada, respectivamente.

La pastura en mezcla tuvo un incremento significativo ($P<0.05$) de 1.2% más de proteína cruda que la gramínea *Brachiaria decumbens* sola (9.4%). Esto corroboraría que en las pasturas en mezcla de gramíneas con leguminosas, la calidad del pasto disponible durante el periodo de menor precipitación es mejor que las constituidas por solo gramíneas (Lascano y Avila, 1991) gracias al aporte benéfico de la leguminosa en el sistema.

Este contenido de proteína cruda de la mezcla es mayor a los encontrados en otros experimentos realizados en la zona, es así que Vela *et al.* (1996) mencionan que la pastura asociada de gramínea con leguminosas tiene 9.6% de proteína cruda (1% menos que los encontrados en este trabajo). Sin embargo, existen trabajos donde se encontraron valores mayores, tal es así que Romero y González, (1999), encontraron que en una asociación de *Brachiaria decumbens* con *Arachis pintoii* establecida en un suelo con buena fertilidad, el contenido de proteína cruda fue 13.4%, por lo que estos valores son superiores en 2.8% de proteína cruda a los encontrados en este trabajo. Los valores de proteína cruda encontrados en este trabajo, posiblemente sea una respuesta de la baja calidad del suelo donde fueron establecidas estas pasturas, la baja carga animal empleada y de los prolongados días de descanso de la pastura.

Los contenidos de proteína cruda de *Brachiaria decumbens* sola (9.4%) encontrados en este trabajo, se encuentran dentro de los intervalos encontrados por otros investigadores, este valor posiblemente sea una respuesta a la adaptación de esta especie al suelo del trópico. Este valor es ligeramente más alto que los reportados por Vela *et al.* (1996), quienes encontraron que la proteína cruda de esta gramínea es 8.1% a los 24 meses de establecida la pastura. Sin embargo trabajos publicados por IVITA (1986) y Echevarría (1987), reportan que la proteína cruda de *Brachiaria decumbens* oscila entre 5.5 a 6.9%, con un promedio de 6.4%, mientras que Ara (1987), en un experimento conducido en IVITA-Pucallpa encontró que la proteína cruda de la *Brachiaria decumbens* establecida en suelos con buenas características, puede alcanzar hasta 14.9% de proteína cruda, sin embargo bajo condiciones de suelos ligeramente ácidos Romero y González (1999), encontraron 11.6% de proteína cruda para la *Brachiaria decumbens* en monopastura.

La proteína cruda de la *Brachiaria decumbens* sola fue superior (1%; $P < 0.05$) al contenido de proteína cruda de la pastura naturalizada (8.4%) (Cuadro 9). Similar tendencia publicó IVITA (1986), para el pasto natural, que en un experimento conducido en Pucallpa-Perú, encontraron que la proteína cruda de la pastura naturalizada siempre fue menor que la proteína cruda de la *Brachiaria decumbens* sola; sin embargo el porcentaje encontrado es alto para una pastura naturalizada, posiblemente sea debido a que presentó baja disponibilidad de forraje, ya que estas gramíneas tienen relativamente altos contenidos de proteína cruda en los estadios iniciales de crecimiento o rebrotes. Aunque tienden a caer rápidamente antes del periodo de floración y continúa hasta la madurez Romero y González (1999); Echevarría (1987).

Los niveles de proteína cruda encontrados en las pasturas, resultaron superiores al 7% reportados como nivel crítico en el cual no se reduce el consumo voluntario, tal como publicaron IVITA (1986); Echevarría (1987).

4.1.7 DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (DIVMS)

La digestibilidad in vitro de la materia seca no mostró diferencias ($P>0.58$) durante las épocas evaluadas (Cuadro 10A); sin embargo, hubo un ligero incremento de 1.9% de la digestibilidad durante la época de mayor precipitación (Cuadro 9). Estos resultados encontrados no concuerdan con los de Vela *et al.* (1996), quienes en un experimento desarrollado en Pucallpa, Perú, encontraron que la digestibilidad in vitro de la materia seca experimenta un incremento significativo ($P<0.05$) a mediados de la época de mayor precipitación.

La pastura en mezcla de *Brachiaria decumbens* con leguminosas aunque fue 1.5% más digestible que la *Brachiaria decumbens* sola, esta diferencia no fue significativa (Cuadro 9). El valor de la digestibilidad in vitro de la materia seca encontrado (60.6%) en la pastura en mezcla, se encuentra por encima de la digestibilidad de la *Brachiaria decumbens* (<60%), por lo que se podría afirmar que las leguminosas evaluadas que presentan digestibilidades mayores (50 – 80%) aportaron positivamente en la ligera mejora de la digestibilidad de la pastura en mezcla. El valor encontrado es mayor al 50.1% de digestibilidad señalados como promedio para pastos tropicales (IVITA, 1986) y (Echevarría, 1987). Aunque Romero y González (1999) publicaron resultados que cuando asociaron *Brachiaria decumbens* con *Arachis pintoi*, experimentó una ligera reducción de 62.4% a 62% de la digestibilidad de la materia seca, a pesar de que el *Arachis pintoi* tiene

en promedio 80% de digestibilidad, por lo que se espera que debería incrementar la digestibilidad del sistema. Valores inferiores son reportados por Vela *et al.* (1996), quienes en un experimento desarrollado en fundos de ganaderos en Pucallpa, Perú, encontraron 48.5% para la pastura asociada y 47.6% para la pastura de gramínea *Brachiaria decumbens*.

La digestibilidad de las pasturas en mezcla y *Brachiaria decumbens* sola, fueron mayores ($P < 0.02$) que la digestibilidad *in vitro* de la pastura naturalizada (Cuadro 9), la misma que presenta un valor que se encuentra dentro del promedio mínimo para pastos naturales tropicales (IVITA, 1986) y (Echevarría, 1987). Esto probablemente es debido a las características propias del pasto natural, cuya presencia en el área es un claro indicador de que el suelo ha perdido calidad nutricional, principalmente a medida que el efecto de las cenizas disminuye, desaparecen las pasturas sembradas, y la presencia del pasto natural es más notoria (Alegre y Chumbimune, 1987).

4.1.8 FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN)

En la época de menor precipitación, los pastos tuvieron un incremento significativo ($P > 0.04$; Cuadro 11A) de 5.1% más de contenido de pared celular digerible que en la época de mayor precipitación. Esto se debe a que las gramíneas pierden calidad por falta de agua, disminuyendo su valor nutritivo, la concentración de las fracciones solubles propias del contenido celular tiende a declinar debido a la mayor actividad metabólica, mientras que los constituyentes de la fibra detergente neutra se elevan (Echevarría, 1987). Igualmente en esta época, el punto verde de las plantas tiene un menor periodo de días, por lo que la planta madura más rápido, declinando entonces la digestibilidad, el consumo voluntario y la tasa

de disminución de la calidad nutritiva aumenta. El proceso de maduración del forraje es mayor en gramíneas que en leguminosas en el trópico (Echevarría, 1987; Pezo *et al.*, 1992).

La fibra detergente neutra de la pastura naturalizada, no presentó diferencias significativas con la encontrada en *Brachiaria decumbens*, aunque la pastura naturalizada tuvo un incremento de 5.5% de fibra detergente neutra que la *Brachiaria decumbens* (71.6%). La pastura en mezcla de *Brachiaria decumbens* con leguminosas fue la que tuvo menor ($P>0.014$) fibra detergente neutra que las 2 pasturas anteriores. Este menor contenido de fibra detergente neutra probablemente se debe a las leguminosas, ya que tiene menor contenido de pared celular (Estrada, 2001) porque maduran más lentamente que las gramíneas y tienden a mostrar una tasa de degradación ruminal más rápida y menor tiempo de retención en el rumen (Minson, 1990).

4.1.9 FIBRA DETERGENTE ACIDA (FDA)

Las pasturas no mostraron diferencias ($P>0.58$) en el contenido de fibra detergente ácida o pared celular indigerible (lignina, cutina y sílice) en las épocas. La pared celular indigerible del pasto natural (38.9%) fue mayor ($P<0.022$; Cuadro 12A) que la de *Brachiaria decumbens* sola y la mezcla en 4 y 4.6% respectivamente. De acuerdo con Echevarría (1987); Estrada (2001) y Urbano *et al.* (2002), una pastura al tener mayor contenido de lignina, reduce su capacidad de fermentación de forraje en el rumen, evitando así un normal funcionamiento y liberación de los nutrientes de la pared celular. Los valores de fibra detergente ácida de la pastura en mezcla y la pastura de solo gramínea no fueron diferentes ($P>0.05$), indicando que la acumulación de celulosa y lignina de la *Brachiaria decumbens* como leguminosas son similares.

4.1.10 ENERGÍA METABOLIZABLE DE LA PASTURA

La energía metabolizable (EM) de la pastura en mezcla (Cuadro 10), fue mayor ($P < 0.05$) en 264 y 384 Kcal que la energía de la *Brachiaria decumbens* sola y el pasto natural. Esto indica que la pastura en mezcla tiene mejor aporte energético que solo gramíneas.

Cuadro 10: Características energéticas de tres pasturas tropicales evaluadas en Pucallpa, Perú.

Pasturas	(Kcal.kg MS ⁻¹)			
	EB*	ED	EM	EN
Mezcla	1982.0	1387.4	1109.9	943.4
B. decumbens sola	1510.6	1057.4	845.9	719.0
Pastura natural	1295.0	906.5	725.2	616.4

* EB = Energía bruta ED = Energía digestible EM = Energía metabolizable EN = Energía Neta
FUENTE = Elaboración propia

Sin embargo estos valores son inferiores, frente a los de pastos de climas templados (Correa, 2001), lo que indicaría que los pastos tropicales no cumplen con las cantidades de energía para cubrir las exigencias de una mediana producción de leche, por lo que es necesario mejorar la calidad del pasto ofrecido en la dieta (Estrada, 2001). Lo mismo opina (Castro, 2002) cuando menciona que no existe ninguna especie o variedad que logre satisfacer el 100% de los requerimientos nutricionales de un bovino. Se cita como referencia una vaca de 500 kg de peso y con una producción de 10 litros de leche por día, requiere para su mantenimiento y producción de leche de 2,500 kg de materia seca por año, cuando el pasto contiene 3.0 Mcal de energía metabolizable por kg de materia seca (Mcal EM.kg MS⁻¹), y de 5,300 kg de materia seca por año, cuando el valor energético del pasto es 1.8 Mcal EM.kg MS⁻¹ (Castro, 2002), en el segundo caso corresponde a una zona

tropical, ya que las gramíneas tropicales solo aportan entre 0.7 y 1.5 Mcal EN.kg MS⁻¹ (Estrada, 2001) y (Castro, 2002).

4.2 NIVEL DE NITRÓGENO UREICO EN LECHE (NUL)

4.2.1 EFECTO DE LAS ÉPOCAS

El nitrógeno ureico de la leche fue diferente ($P=0.0011$; Cuadro 13A) entre las épocas de precipitación. La época de mayor precipitación alcanzó 5.8 miligramos por decilitro (mg.dL^{-1}) más que la época de menor precipitación (6.4 mg.dL^{-1}).

Esta diferencia en el contenido de nitrógeno ureico en leche durante las épocas puede ser atribuida a las características que presenta el pasto durante la época de mayor precipitación. El incremento de 2.3% de la proteína cruda, 1.9% de la DIVMS y la menor acumulación de constituyentes de pared celular (FDN) que mostraron las pasturas durante la mencionada época, esto hace que el forraje presente una mejor calidad, por lo que están dadas las condiciones para este incremento en el contenido de nitrógeno ureico en leche.

4.2.2 EFECTO DE LOS TERCIOS DE LACTACIÓN

El nitrógeno ureico en leche de los tercios de lactación dentro de épocas no fue diferente ($P>0.1392$; Cuadro 14A). Se encontraron variaciones de 0.6 mg.dL^{-1} entre el primer y segundo tercio, y de 0.9 mg.dL^{-1} del segundo al tercer tercio.

4.2.3 EFECTO DE LOS TIPOS DE CRUZAMIENTO

El nitrógeno ureico en leche de los tipos de vacas dentro de las épocas no fue diferente ($P>0.1436$; Cuadro 15A), Se encontró variación de 0.2 mg.dL^{-1} entre el cruce de

Brown swiss por Cebú y Holstein por Cebú, así mismo hubo 1.0 mg.dL^{-1} de variación entre el cruce Holstein por Cebú y cebuizadas.

4.2.4 EFECTO DE LAS PASTURAS

Los contenidos de nitrógeno ureico encontrado en las pasturas fue diferente ($P < 0.01$; Cuadro 13A), la pastura en mezcla de *Brachiaria decumbens* con leguminosas alcanzó 11.7 mg.dL^{-1} y fue mayor ($P < 0.05$) que el contenido de nitrógeno ureico de *Brachiaria decumbens* sola (8.8) y pastura naturalizada (7.3 mg.dL^{-1}) respectivamente.

El nitrógeno ureico en leche de vacas cuando consumían pastura de *Brachiaria decumbens* sola y pastura naturalizada, no mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$; Fig.4).

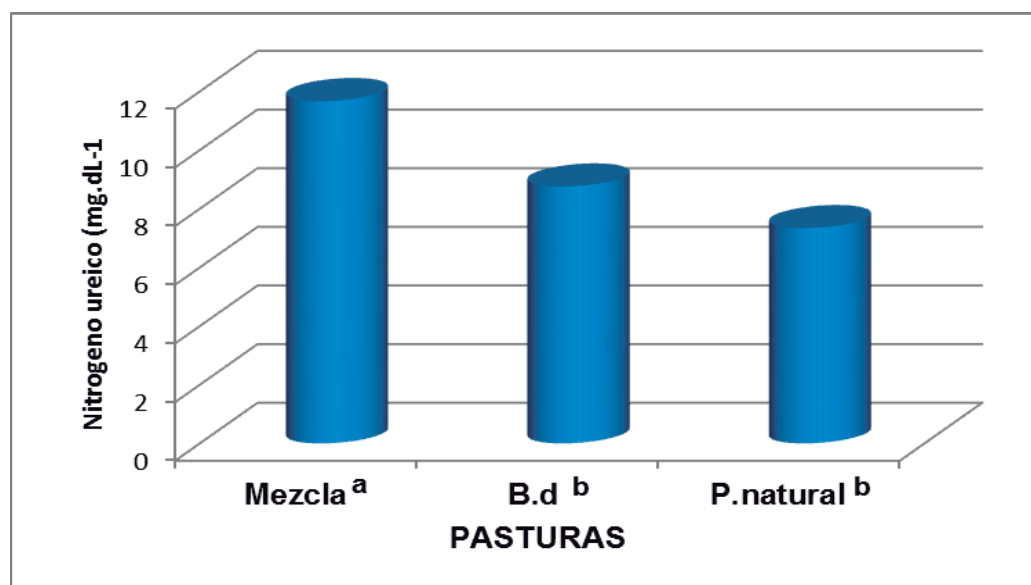


Fig. 4: Contenido de nitrógeno ureico en leche de vacas, al consumir mezcla de gramínea con leguminosas, *Brachiaria decumbens* sola y pastura naturalizada. Pucallpa, Perú.

La diferencia de 4.4 mg.dL^{-1} a favor de la pastura en mezcla, con respecto a la pastura naturalizada, podría ser explicada por la presencia de las leguminosas en el sistema asociado que pueden hacer variar el contenido de nitrógeno ureico entre $11 - 29 \text{ mg.dL}^{-1}$, pero también se debe tener en consideración que los contenidos de nitrógeno ureico en leche de vacas, pueden variar debido a) al tipo de gramínea entre 7 y 29 mg.dL^{-1} ; b) grupo racial entre 15 y 21 mg.dL^{-1} ; c) condición climática entre 13 y 20 mg.dL^{-1} tal como mencionan (Lascano *et al.*, 1997).

Contenidos ligeramente mayores a los encontrados en el presente trabajo reportan Ara *et al.* (1999) citados por Arreaza *et al.* (2006), en un experimento con vacas cruzadas de Holstein por Cebú en confinamiento conducido en Pucallpa-Perú, encontraron que con 15% de *Stylosanthes guianensis* como suplemento de la dieta basal de *Brachiaria decumbens*, el contenido de urea en la leche era de 12.5 mg.dL^{-1} y cuando el nivel del suplemento se incrementa a 30% , este contenido se eleva a 15.5 mg.dL^{-1} . También reportan para *Pueraria phaseoloides*, que al incrementar su contenido de 15 a 30% , el contenido de urea de la leche también se incrementaba de 13.7 a 18 mg.dL^{-1} .

El contenido de nitrógeno ureico de 8.8 mg.dL^{-1} , encontrado en leche de vacas cuando consumieron gramínea *Brachiaria decumbens* sola, es mayor a lo que reportan Ara *et al.* (1999) citados por Arreaza *et al.* (2006), quienes encontraron que cuando las vacas consumen solo *Brachiaria decumbens* el nivel de nitrógeno ureico oscila de 4 y 5 mg.dL^{-1} .

Los niveles de nitrógeno ureico en leche encontrados en las pasturas evaluadas en el presente trabajo, sugieren que estuvieron debajo de los niveles asociados con exceso de

proteína en la dieta, que es mayor de 25 mg.dL^{-1} (Kaufmann y Hagemester, 1987). Pero se puede deducir que la proteína de la mezcla (10.6%) permitió tener un mejor balance de nutrientes entre el amonio liberado y los carbohidratos aportados por la mezcla.

Analizando los niveles de nitrógeno ureico en leche obtenido en la pastura de *Brachiaria decumbens* sola, se encontró que la menor cantidad de nitrógeno ureico en leche se relaciona con la mayor energía metabolizable que aportan los carbohidratos con relación a la menor cantidad de proteína cruda (9.4%) que aporta la gramínea sola.

Una tendencia similar se encontró en la respuesta de la pastura natural al contenido de nitrógeno ureico en leche, donde los niveles de nitrógeno ureico en leche se asocian con los bajos niveles de proteína cruda que no logran un adecuado balance con los niveles de carbohidratos consumidos.

Sin embargo, tanto el nivel de proteína cruda de las gramíneas y posiblemente los tipos de cruces de las vacas empleadas no permitió detectar diferencias en el contenido de nitrógeno ureico en leche. Aunque el nivel de nitrógeno ureico en leche en vacas de doble propósito de climas tropicales al pastoreo es sensible al tipo de pastura, ya sea gramínea sola, mezcla con leguminosas, o también cuando se incluye la leguminosa en el suplemento forrajero.

Cuando se relaciona el nivel de nitrógeno ureico en leche por debajo de 9 mg.dL^{-1} , se encuentra un incremento porcentual en la producción de leche, posiblemente debido a la presencia de la leguminosa. En contraste, cuando se aumenta los niveles de nitrógeno

ureico en leche se deprime gradualmente la producción, y esto es más marcado cuando la vaca presenta mayor potencial lechero.

Los resultados encontrados sugieren que bajo las condiciones que el productor maneja la alimentación de las vacas en ordeño, es probable que no se logre cubrir las necesidades proteicas de los animales, independientemente de los tipos de vacas cruzadas que existen en la zona de Pucallpa, pero se podría lograr una mejor respuesta cuando se utiliza una fuente de proteína adicional a las leguminosa. Es de esperar entonces que en el corto plazo, la suplementación a vacas de doble propósito pueda mejorar la producción (Vera *et al.*, 1996).

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento se llega a las siguientes conclusiones:

- ◆ Hubo mayor disponibilidad de materia seca en la época de mayor precipitación, y la pastura en mezcla (1,234.9 k MS.ha⁻¹), produjo más materia seca que la *Brachiaria decumbens* sola y la pastura naturalizada.
- ◆ La leche tuvo más nitrógeno ureico en la época de mayor precipitación (12.2 mg.dL⁻¹) y fue mayor en la pastura en mezcla (11.7 mg.dL⁻¹) que en *Brachiaria decumbens* sola y pastura naturalizada que lograron 8.8 y 7.3 mg.dL⁻¹, respectivamente.
- ◆ Los valores de calidad nutritiva de las pasturas evaluadas son menores a los requeridos para una adecuada producción bovina de carne o leche, indicando que no hay exceso de proteína en la dieta.

VI. RECOMENDACIONES

En función a los resultados encontrados, se puede dar las siguientes recomendaciones.

1. Para mejorar la calidad de la producción, se debe alimentar las vacas con pasturas asociadas de gramíneas con leguminosas y aplicar otras fuentes de proteína.
2. Se debe realizar trabajos con pasturas de *Brachiaria decumbens* asociadas con leguminosas herbáceas y semi arbustivas, porque estas soportan mejor el pastoreo y la posibilidad de tener mayor producción de materia seca de leguminosas, que podrían levantar el nivel de proteína en la dieta.

VII. RESUMEN

Los efectos de tres tipos de pasturas en el contenido de nitrógeno ureico en leche (NUL), fueron evaluados en vacas cruzadas de doble propósito bajo pastoreo en el trópico húmedo, región Ucayali, Perú, mediante el diseño de doble cuadrado latino de 3x3. El T1: fue una asociación de gramínea *Brachiaria decumbens* con leguminosas; T2: gramínea *Brachiaria decumbens* sola y T3: pastura naturalizada con alto porcentaje de malezas. En la época de mayor precipitación la producción del pasto en mezcla (1351 kg MS.ha⁻¹) no fue diferente (P<0.05) al de la gramínea sola, ambos fueron mejores que el T3, en cambio durante la menor precipitación, la pastura asociada fue mejor que las otras pasturas. La proteína cruda (PC) en la asociación (10.6%) fue mayor (P<0.05) que en la gramínea sola y pastura naturalizada. La digestibilidad de la materia seca de la asociación fue similar (P<0.05) a la gramínea sola. La energía metabolizable en la asociación (1110 Kcal/kg MS) fue mejor (P<0.05) que en las otras pasturas. Mayor (P<0.05) contenido de NUL hubo en la época de mayor precipitación (11.2 mg.dL⁻¹). El NUL en la pastura asociada (11.7) fue mayor (P<0.05) que en la *B. decumbens* sola (8.8) y pastura naturalizada (7.3 mg.dL⁻¹). Los resultados sugieren que bajo las condiciones que el productor maneja la alimentación de las vacas en ordeño, es probable que no se logre cubrir las necesidades proteicas de los animales, independientemente de los tipos de vacas, pero se podría lograr una mejor respuesta si se utiliza proteína adicional al de las leguminosas. Se esperara entonces que en el corto plazo, la suplementación proteica a vacas de doble propósito pueda mejorar la producción.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- **ABAUNZA, M. A; LASCANO, C. E; GIRALDO, H. y J. M. TOLEDO. 1991.** Nutritive value and acceptability of tropical forage grasses and legumes on acid soils. *Pasturas Tropicales*, 13: 2-9.
- **ACHA, D. y F. FONTÚRBEL. 2000.** Las plantas C₃, C₄ y CAM. *Revista Estudiantil de Biología* 1 (1): 28–33.
- **AKINBOADE, A; DIPODU, O; ADETMJI, A. y J. L. FAJINMI. 1985.** Electrolyte changes in cattle infected with *Babesiabigemina* and the effect of the infection on serum proteins, creatinina and blood urea nitrogen levels. Dpto of microbiology and parasitology. Univ. Of Ibadan, Ibadan Nigeria. *Animal technology* 1985. 36:1, 47-53; 18 ref.
- **ALAWA, J. P. 1992.** Effect of supplementary phosphorus and source of nitrogen on food intake and growth performance of weather sheep. *Bulletin of animal Health and Production in Africa*, 40:4, 253-257.
- **ALEGRE, J. y R. CHUMBIMUNE. 1987.** Suelos del trópico peruano. Su potencial y opciones de manejo para su desarrollo. En: Curso – Taller sobre establecimiento, mantenimiento y productividad de pasturas en la selva peruana. *Memorias*. Eds: C. Vicente Duran, J. G. Salinas y R. Schaus. INIAA-IVITA-CIAT. Setiembre 28 – 8 de octubre de 1987. Pucallpa, Perú. 309 p.
- **ALVAREZ CALVO, J. L. 2008.** Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Ed. Universidad de Antioquia. Colombia.
- **ARA, G. M. 1987.** El rol de las leguminosas tropicales. En:Curso – Taller sobre establecimiento, mantenimiento y productividad de pasturas en la selva peruana.

Memorias. Eds: C. Vicente Duran, J. G. Salinas y R. Schaus. INIAA-IVITA-CIAT. Setiembre 28 – 8 de octubre de 1987. Pucallpa, Perú. 309 p.

- **ARA, G. M. 1996.** Agroecología. Uso y Potencial del Recurso Tierra en la Región Ucayali. Seminario-Taller “Sistemas de uso de la tierra: Situación, perspectivas y estrategias. 16-20 de diciembre de 1996. Pucallpa, Perú.
- **ARIAS, J. y NESTI DE ALONSO. 1999.** Importancia de los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre del ganado lechero. Rev. Fac. Agron. Conferencia presentada en la XV Reunión Latinoamericana de Producción Animal. (LUZ). 16: 553 – 561.
- **ARREAZA, T. L.C; SANCHEZ, M. L; MEDRANO, L. J; PARDO, B. O; MATEUS, H; REZA, G. S; BECERRA, J; OLIVA, S. M; ARCOS, J. C; ROMERO, H. H; PELAEZ, L. y J. LONDOÑO. 2006.** Nutrición y alimentación de bovinos en el trópico bajo colombiano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA. 57 p.
- **AOAC. 2003.** Métodos de análisis de la asociación oficial de química analítica para determinar humedad, fibra, cenizas, grasa y proteína, Capítulo 32: 1,2, 5 y 14, Washington. U.S.A.
- **BISWAJIT, R; BRAHMA, B; GHOSH, S; PANKAJ, P. y D. MANDAL. 2011.** Evaluation of Milk Urea Concentration as Useful Indicator for Dairy Herd Management: A Review. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6: 1-19.
- **BRODERICK, G. A. 1995.** Use of milk urea as an indicator of nitrogen utilization in the lactating dairy cow. U. S. Dairy forage Research Center. Research summaries.

- **BUSTAMANTE, L. G. 1987.** Efecto de la carga sobre la productividad animal en praderas de *Brachiaria decumbens*. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Convenio IVITA-CIID Pucallpa.
- **CASTRO RAMIREZ, ALVARO. 2002.** Ganadería de leche. Enfoque empresarial. Producción Bovina. TOMO I. Primera edición: Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José. Costa Rica.
- **CAMERO, A; IBRAHIM, M. y M. KASS. 2001.** Improving rumen fermentation and milk production with legume-tree fodder in the Tropics. *Agroforestry Systems* 51(2): 157-166.
- **CHASE, C; LARSEN, R; HAMMOND, C. y R. RANDAL. 1993.** Effect of dietary energy on growth and reproductive characteristics of angus and Senepal bulls during summer in Florida. *Theriogenology* 40:43-61.
- **CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1992.** Informe anual. Cali, Colombia. 280 p.
- **CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993.** Tendencias en productos básicos del CIAT 1993, documento de trabajo N°128 CIAT. Cali, Colombia. 221 p.
- **CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1999.** Sistemas mejorados de alimentación basados en leguminosas forrajeras para ganado de doble propósito en fincas de pequeños productores de América Latina tropical. Informe de medio término presentado por el Consorcio TropicLeche al Banco Interamericano de Desarrollo BID. 19 p.

- **CORPOICA. 1996.**Establecimiento y manejo de asociaciones de gramíneas y gramíneas – leguminosas. Pasturas Tropicales. Memorias del Curso.Medellin. 187 p.
- **CORREA, H. J. 2001.** El modelo NRC 2001. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín, 20 a 22 de junio.
- **DÁVILA, C. y URBANO, D. 2002.** Manejo de las Asociaciones Gramíneas-Leguminosas Arbóreas en la Ganadería Doble Propósito. In: VII Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. UNELLEZ. Barinas p. 148-161.
- **DEL AGUILA, R. 1992.**Compatibilidad y Persistencia de las asociaciones de *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133 + *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 y *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133 + *Centrosema macrocarpum* CIAT 5674/5735, en función de la carga animal. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. 73 p.
- **DECAENS, T. P; LAVELLE, J.J; JIMÉNEZ, J. y G. ESCOBAR. 1994.** Manejo de tierras en macro fauna de suelos en el llano oriental de Colombia. Eur. J. Suelo Biol.30:157-168.
- **DÍAZ, Z. E. J. 1999.** Ecosistema Amazónico con énfasis en la amazonia Peruana. Características. Potencial y Riesgos de Uso. 54 p.
- **ECHEVARRIA, R. M. 1987.** Nutrición y productividad animal de pasturas bajo pastoreo.En: Curso – Taller sobre establecimiento, mantenimiento y productividad de pasturas en la selva peruana. Memorias. Eds: C. Vicente Duran, J. G. Salinas y R. Schaus. INIAA-IVITA-CIAT. Setiembre 28 – 8 de octubre de 1987. Pucallpa, Perú. 309 p.

- **ESTRADA ALVAREZ JULIAN. 2001.** Pasto y forrajes para el trópico colombiano. Manizales : Universidad de Caldas. 506 p.
- **FERGUSON, J.D; GALLIGAN, D; BLANCHARD, T. y M. REEVES. 1993.** Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. J. DairySci., 76: 3742-3746.
- **FISHER, M. y P. CRUZ. 1995.** Algunos aspectos de la eco fisiología de *Arachis pintoii*. Biología y agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Cali Colombia, p.45-56.
- **FOSTER, A; FONTENOT, P; PERRY, D; FOSTER, G. yG. ALLEN. 1991.** Apparent digestibility and nutrient balance in lambs fed different levels of flatpea hay. Journal of Animal Science, 69:4, 1719-1725.
- **FORBES, J. M. y J. P. BARRIOS.1992.** Abdominal chemo andmecanosensitivity in ruminants and its role in the control of food intake. Exp. Physiol. 77:27-50.
- **FORBES, J. M. 1995.** Voluntary food intake and diet selection in farm animal. CAB International. ReinoUnido.
- **GIRALDO, L. A. 1991.** Evaluación bajo pastoreo de la gramínea *B. brizantha* CIAT 6780 establecida sola o en asocio con *Arachispintoii* CIAT 17434, manejado bajo 2 cargas animales en el trópicohúmedo de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Tesis Mag. Sci. 144 p.
- **GONDA, H. L. y J. E. LINDBERG.1994.** Evaluation of dietary nitrogen utilisation in dairy cows based on urea concentrations in blood, urine and milk, and urinary concentration of purine derivatives. ActaAgriculturaeScandinavica, 44:4,236-245.

- **GONZALES, R; ANZULES, A; VERA, A. y L. RIERA. 1997.** Manual de pastos tropicales para la amazonía ecuatoriana. Manual N° 33. Estación Experimental Napo-Payamino. INIAP, Quito. 66 p.
- **GONZALES, S. 1992.** Selectividad y producción de leche en pastura estrella (*Cynodon nlemfuensis*) solo contra asociado y las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350. Tesis MS. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 142 p.
- **HAMMOND, A. C; KUNKLE, W. E; BATES, D. B. y L. SOLLENBERGER. 1993.** Uso de concentración de nitrógeno de urea sanguínea para predecir respuesta a suplementación proteica o de energía en ganado al pastoreo. En: Memorias XVII congreso internacional de pradera, Nueva Zelanda y Australia, p. 1989-1991.
- **HAMMOND, A. C. 1994.** Use of blood urea nitrogen concentration to guide protein supplementation in cattle. *The Professional Animal*, 10:9-18.
- **HAMMOND, A. C. y C. C. Jr. CHASE. 1997.** Uso de indicadores en la sangre y la leche para determinar el estado nutricional y reproductivo del ganado vacuno. Págs. 15-25. En: LASCANO, C. E. y F. HOLMANN. 1997. Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Cali (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical: Consorcio Tropicoleche. 287 p.
- **HARPER A. H. 1980.** Manual de química fisiológica. Editorial El Manual Moderno, S.A. México. 793 p.
- **HAYDOCK, K. P. y SHAW, N. M. 1975.** The comparative yield method for estimating dry matter yield of pastures. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb*, 15:663-670.

- **HESS, H. D. 1991.** Einführung von Leguminosen in tropische Weiden. Diplomarbeit, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zurich. Schweiz.
- **HESS, D; LASCANO C. y C. PLAZAS. 1992.** Niveles de amonio ruminal en novillos que pastorean gramíneas sola o asociadas con leguminosas de calidad nutritiva contrastante. Pasturas Tropicales, Vol.14 No.3, diciembre 1992.
- **HIDALGO, L. V. 1998.** Nutrición y alimentación de vacunos en engorde. UNALM. Departamento de Nutricion.
- **HOJMAN, D; GIPS, M. y E. EZRA. 2005.** Association between live body weight and milk urea concentration in Holstein cows. J Dairy Sci; 88:580-584.
- **HUNTINGTON, G. 1989.** Correlation of blood urea nitrogen within nitrogen and energy intake parameters in feedlot steers. Journal of Animal Science, 51: Supplement 1, 371 (Abstract).
- **HURTADO, J; PESO, D; CHÁVEZ, C. y F. ROMERO. 1988.** Caracterización de una producción degradada de pasto estrella africana (*Cynodon n-lumfuensis*) bajo el efecto de pastoreo y la introducción de leguminosas en el trópico húmedo. En: E. A. Pizarro, ed. Reunión de la RIEPT-CAC, 1ra. Veracruz México, Noviembre 17 al 19. INIFAP, México, y CIAT, Cali, Colombia. RIEPT. Pp 341-347.
- **HUSSAIN, I. y P. R. CHEEKE. 1995.** Yucca extract and rumen nitrogen. Enclosure code SC3.3. Alltech Inc.
- **IVITA (Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura). 1986.** Sistemas de producción amazónicos (SAS). Ed: Ramón Zaldívar. Universidad

Nacional Mayor de San Marcos y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). I y II Informe.

- **JAYASURIYA, A.H.M. 1995.**National Conservation Review: the discovery of extinct plants in Sri Lanka. *Ambio*, 24: 313-316.
- **KALDES, Y. T. y A. Y. HENIN.1992.** Examination of cows for presence of urinary tract infections. *Assiut Vet. Medical Journal*, 27:54, 82-87.
- **KAUFMANN, W. y H. HAGEMEISTER. 1987.** Composition of milk.In: Grovert, H. O (ed). *Dairy-cattleproduction*. WorldAnimal Science. Elsevier Sc. Publishers B. V. NY p 107-171.
- **KERRIDGE, P. C. 1995.** Biología y Agronomía de Especies Forrajeras de *Arachis*. CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical, Calí, Colombia. pág.: 105.
- **KELLER-GREIN, G. 1990.** Primera reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Amazonía, Lima, Perú 1990. Documento de trabajo N° 75. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 2 Vols.
- **KIRCHGESSNER, M. 1987.** Tieresnahrung. DLG-Verlags. GmbH. Frankfurt am main, Alemania.
- **LASCANO, C. y P. AVILA. 1991.** Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13:2-10.
- **LASCANO, C. 1996.** Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistemas de doble propósito. Trabajo

presentado en la V Conferencia sobre Producción e Investigación en Pastos Tropicales, abril 25 y 26 de 1996. Maracaibo. Venezuela.

- **LASCANO, C. E. y F. HOLMANN. 1997.** Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Cali (Colombia) : Centro Internacional de Agricultura Tropical : Consorcio Tropicoleche. 287 p.
- **LASCANO, C; RODRIGUEZ, J. C. y P. AVILA. 1990.** Niveles de urea en la leche como un indicativo del consumo de leguminosas tropicales por animales en pastoreo. Pasturas Tropicales 12:38-40.
- **LASCANO, C. E; AVILA, P; RAMIREZ, G. y M. G. AMEZQUITA. 1997.** Fuentes de variación en la composición de la leche de vacas en un sistema de pastoreo secuencial. 12 p.En: LASCANO, C. E. y F. HOLMANN. 1997. Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Cali (Colombia) : Centro Internacional de Agricultura Tropical : Consorcio Tropicoleche. 287 p.
- **MARTÍNEZ, H. A. 1998.** Validación de la urea en la leche (MUN) como indicador nutricional de energía y proteína en vacas bajo pastoreo. Resumen de trabajo presentado a COLCIENCIAS y CIAT, Cali Colombia. 30 p.
- **MINSON, D.J. 1990.** Forage in ruminant nutrition. Academic Press E.U.
- **MITTIENEN, A. y R. O. JUVONEN. 1990.** Diurnal variations of serum and milk urea levels in dairy cows. Acta Agriculturae Scandinavica, 40:3, 289-296.
- **MOLLER, S; MATTHEW, C. y G. F. WILSON. 1993.** Pasture protein and soluble carbohydrate levels in spring dairy pasture and associations with cow

performance. Proceeding of the New Zeland Society of animal Production. 53:83-86.

- **MOSQUERA, P. y LASCANO, C. 1992.** Producción de leche de vacas en pasturas de *Brachiaria decumbens* solo y con acceso controlado a bancos de proteína. *Pasturas Tropicales*, Vol. 14 No. 1, abril 1992.
- **MUELLER, J. y GREEN, L. 2000.** Pastoreo controlado. North Carolina State University. *Venezuela Bovina*, Artículos Libres.
- **ONU (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1995.** Manual técnico de la fijación simbiótica del nitrógeno. *Leguminosa/Rhizobium*.
- **PAGLIARICCI, H; OHANIAN, A; PEREYRA, T. y S. GONZÁLEZ. 2002.** Utilización de pasturas. *Cursos Introducción a la Producción Animal y Producción Animal I*, Cap. 12. FAV UNRC.
- **PARDO, O; CARULLA, J. E. y H. D. HESS. 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. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*; Ed. 21:387-397.
- **PALADINES, O. y C. LASCANO. 1983.** Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeños potreros. En: *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de evaluación. Memorias de una reunión de trabajo celebrada en Cali, Colombia del 22 al 24 de setiembre de 1982.* Ed: O. Paladines y C. Lascano. RIEPT. CIAT, Cali Colombia. 185 p.
- **PEZO, D; ROMERO, F. y I. MUHAMMAD. 1992.** Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: *Avances en la*

producción de leche y carne en el Trópico Americano. Ed. Saúl Fernández-Baca. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialva, Costa Rica. Pag.47 – 98.

- **PIZARRO, A. y A. RINCÓN. 1995.** Experiencia Regional con *Arachis* forrajero en América del Sur. En: Biología y Agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Editor Peter C. Kerridge. CIAT. Cali, Colombia, p 155-169.
- **QUIÑONEZ, T. W. 1996.** Efecto de suplementación con *Cratyliaargentea* en la utilización por ovinos de un heno de gramínea de baja calidad. En: Tesis de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.
- **RAO-SDT; JOSHI, H. C; y M. KUMER. 1988.** Biochemical funding in bracken for toxicity in calves. Dep. Med. Coll. Vet. SCI.; Pantnager 263145, nainital. India. Internac. Journal of animal Science. 1988, 3:1 33-38; 18 ref.
- **REATEGUI, K; VERA, R; LOKER, W. y M. VÁSQUEZ. 1995.** On farm grass-legume pasture performance in the peruvian rainforest. In: Experimental Agriculture. Vol. 31, pp 227-239.
- **REDDY, B. S. y D. A. PRASAD.1988.** Nutrient utilisation and nitrogen metabolism in calves fed different levels of extruded deoiledsalseed meal urea (Salurea-90). Indian Journal of Animal Nutrition. 5.1.1-6.
- **RIESCO, A. 1992.** La ganadería bovina en el trópico americano: Situación actual y perspectivas. UNMSM-IVITA-IDRC. Lima, Perú.
- **ROCA,F. 1998.** Niveles de fertilización en el establecimiento y producción de una asociación *Arachis pintoii* CIAT 18744 y *Brachiaria decumbens* CIAT 606 en Pucallpa. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 42 p.

- **ROMÁN, H. 1992.** Reproducción y manejo reproductivo de los bovinos productores de leche y carne en el trópico. En: Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano. Santiago, Chile.
- **ROMERO, F. y J. GONZALES. 1999.** Evaluación de diferentes tipos de forrajes en producción de leche bajo las condiciones de Costa Rica. En: Sistemas mejorados de alimentación basados en leguminosas forrajeras para ganado de doble propósito en fincas de pequeños productores de América Latina tropical. Informe de medio término presentado por el Consorcio Tropic Leche al Banco Interamericano de Desarrollo BID. 19 p.
- **ROSELER, K; FERGUSON, D; SNIFFEN, J. y J. HERRERA. 1993.** Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:525-534.
- **RUIZ, M. 1990.** Sistemas de producción láctea en América Latina. Limitaciones y Potenciales. En: Congreso Lácteo Internacional de Memorias. Montreal, Canada. Volumen 1:171-187.
- **SANDOVAL CASTRO, C. A; LEAVER, J. D. y S. ANDERSON. 1997.** Manejo de la nutrición de la vaca y la relación vaca-ternero. P. 45-66. En: LASCANO, C. E. y F. HOLMANN. 1997. Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Cali (Colombia) : Centro Internacional de Agricultura Tropical : Consorcio Tropic Leche. 287 p.
- **SANDY, S. 1998.** Efectos de la alimentación suplementaria y amamantamiento restringido en el rendimiento de terneros y producción de leche de la vaca. Tesis Ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 45 p.

- **SAS**(SAS Institute Inc, US). 2002. SASIntroductory guide for personal computers. Versión 9.00.Cary, NC, 111 p.
- **SATO, H; HANASAKA, S. y M. MATSUMOTO. 1991.** Relationships among plasma metabolite levels, nutrient intakes, milk urea, fat and protein levels in dairy cattle. *Animal Science and Technology*. 63:10, 1075-1080.
- **SCHAUS, R. A. 1987.** Importancia de la ganadería, rol y organización de la investigación en pasturas en la amazonia peruana. En:Curso – Taller sobre establecimiento, mantenimiento y productividad de pasturas en la selva peruana. Memorias. Eds: C. Vicente Duran, J. G. Salinas y R. Schaus. INIAA-IVITA-CIAT. Setiembre 28 – 8 de octubre de 1987. Pucallpa, Perú. 309 p.
- **SEARCY, R. L; REARDON, J.E. yJ.A. FOREMAN. 1967.***Medical Tech.* "p.33,15".
- **SERRÃO, E. A. S. y J. M. TOLEDO.1990.** La búsqueda de sostenibilidad en pasturas amazónicas. En desarrollo o destrucción: Pasos hacia uso sostenible del bosque amazónico. P. 195-214.
- **SEIFFERT, N. F. y A. H. ZIMMER.1988.** Contribución del *Calopogonium muconoides* al contenido de nitrógeno en pastos de *B. decumbens*. Colombia. *Pastos Tropicales* 10:8-13.
- **SMALL, J. C. yF. J. GORDON.1990.** A comparison of responses by lactating cows given grass silage to changes in the degradability or quantity of protein offered in the supplement. *Animal Production*. 50:3, 391-398.
- **SPAIN, J. M. 1991.** El desarrollo de los pastos en suelos ácidos de los trópicos de América Latina. CIAT, Cali, Colombia.

- **TILLEY, J y K. TERRY 1963** A two stages techniques for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18(2): 131-163.
- **THOMAS, R. J; LASCANO, C. E; SANZ, J. I; ARA, M. A; SPAIN, J. M; VERA, R. R. y M. J. FISHER.1995.** The role of pastures in production systems. In: Pastures for the tropical lowlands: CIAT's Contribution, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. P.121-144.
- **Van MANNETJE, L. y K.D. HAYDOCK. 1963.** The dry –weight-rank method of the botanical analysis of pasture. J. Brit. Grassl. Soc. 18:268-275.
- **TOLEDO, J.M y FORMOSO. 1993.** Sostenibilidad de Daniel. Sembrado de pastos en el trópico y subtropical. En: Memorias del XVII Congreso Internacional de Pradera, Nueva Zelanda-Australia. P.1891-1896.
- **URBANO, D; DÁVILA, C. y F. CASTRO. 2005.** Efecto de la frecuencia de corte sobre cinco variedades de *Pennisetum* en zona alta del estado Mérida, Venezuela. Biotam Nueva Serie. Tomo 2: 460-463.
- **URBANO, D; DÁVILA, C; MORENO, P. y F. CASTRO.2002.**Efectos del tipo de pastura y suplementación sobre la Producción y calidad de leche en vacas doble propósito. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2, 524-527.
- **VAN SOEST, P y J. ROBERTSON. 1985** Analysis of forages and fibrous foods. CornellUniversity (N Y , EE UU). Laboratory Manual for Animal Science No. 613. 165p.
- **VELA, J; DEL AGUILA, R; VÁSQUEZ, M. y J. SÁNCHEZ. 1996.** Uso de roca fosfórica y leguminosa en la recuperación de pasturas introducidas degradadas con ganaderos. En: Informe anual 1996. INIA. Estación Experimental. Pucallpa. Programa Nacional de Pastos y Forrajes. Pucallpa, Perú.

- **VELA, J; VÁSQUEZ, M. y R. DEL AGUILA. 1996.** Establecimiento y evaluación de un sistema de producción agrosilvopastoril para la producción de leche. En: Informe anual 1996. INIA. Estación Experimental. Pucallpa. Programa Nacional de Pastos y Forrajes. Pucallpa, Perú.
- **VERA, R; GARCÍA, O; BOTERO, R. y C. ULLRICH. 1996.** Producción de leche y reproducción en sistemas de doble propósito: Algunas implicaciones para el enfoque experimental. En Pasturas Tropicales. Vol.18 N°3:25-32.
- **VERA, R; REÁTEGUI, K. y W. L. LOKER. 1997.** Milk and pastures at the frontier: The case of the Peruvian Forest Margin. In: Experimental Agriculture, Vol. 42, pp 132-142.
- **YAMANDÚ, M; ACOSTA, M; DELUCCHI, I; OLIVERA, M. y C. DIESTE. 2005.** Urea en leche: factores que la afectan. INIA, Uruguay.

IX. ANEXOS

Cuadro 1A: Ubicación de los fundos donde se desarrolló el trabajo experimental. Pucallpa, Perú.

Nombre del fundo	Nombre del dueño	C.F.B* (Km)	Altitud (msnm)	Longitud oeste	Latitud Sur
Guimo	Guillermo Huayta	56	265	74° 58' 00'	8° 34' 06'
Monte blanco	Oscar Sánchez	70	277	74° 58' 00'	8° 39' 00'
San Pedro	Pedro Cabrera	78	280	74° 58' 00'	8° 39' 00'

* C.F.B = Carretera Federico Basadre, une Pucallpa con Lima.

Cuadro 2A: Datos de precipitación y temperatura registrados durante la fase experimental, así como precipitación pluvial promedio de 15 años en Pucallpa, Perú.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prec.pluvial 99	319	313	523	323	439	58	100	70	94	125	282	170
Temperatura 99	25,9	26,6	26,7	27,2	25,9	25,1	27,2	28,1	27,1	27,4	26,2	27
Prec.pluvial 15*	137	186	238	163	82	76	50	62	130	135	210	152

* Datos promedios de 15 años
FUENTE: Elaboración propia.

Cuadro 3A: Análisis de varianza para la disponibilidad de forraje, en tres pasturas diferentes. Pucallpa, Perú.

Fuente de Variabilidad	gl	SC	CM	Fc	Pr > F
Epocas	1	199417.18	199417.18	48.30	0.0023
Tercio de lactancia (Epocas)	4	9698.52	2424.63	0.59	0.6906
Tipo de cruce (Epocas)	4	181418.96	45354.74	10.99	0.0197
Pasturas	2	928031.33	464015.67	112.39	0.0003
Epocas*Pasturas	2	10170.97	5085.49	1.23	0.3830
Error	4	16514.20	4128.50		
Total	17	1345251.10			

$R^2 = 0.987724$ $C.V. = 6.38$ $Root\ MSE = 64.254$ $Media = 1006.5$

Cuadro 4A: Disponibilidad de pastopor componentes en tres diferentes pasturas. Pucallpa, Perú.

Componentes	Disponibilidad de pasto (kg MS.ha ⁻¹)		
	Mezcla	<i>B. decumbens</i>	Pastura naturalizada
<i>Brachiaria decumbens</i> *	807.2	867.0	309.97
Leguminosas	303.8	-----	-----
Malezas	123.9	220.7	386.83
Total	1234.9 ^a	1087.7 ^b	696.8 ^c

* CIAT 606

abc = Letras iguales no son diferentes (P<0.05)

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 5A: Areas de pasturas y la presión de pastoreo, durante la época de menor precipitación. Pucallpa, Perú.

Tipo de cruce	Pastura	Area de potrero (has)	Forraje disponible (kg MS.ha ⁻¹)	Carga animal (UA.ha ⁻¹)	Presión de pastoreo (kg MS.100 k PV ⁻¹)
BS* x Cebú	Mezcla	1.0	1199.5	1.81	6.12
	Brachiaria	1.9	984.2	0.96	9.54
	Pasto natural	2.2	696.6	0.82	7.88
HolsteinxCebú	Mezcla	1.25	1140.2	1.45	7.27
	Brachiaria	1.5	919.1	1.21	7.03
	Pasto natural	1.8	608.0	1.00	5.58
Cebuizadas	Mezcla	1.5	1016.7	1.21	7.78
	Brachiaria	1.0	977.6	1.81	4.99
	Pasto natural	2.0	568.9	0.91	5.81

* *Brown Swiss*

FUENTE: elaboración propia

Cuadro 6A: Areas de pasturas y presión de pastoreo durante la época de mayor precipitación pluvial. Pucallpa, Perú.

Tipo de cruce	Pastura	Area de potrero (has)	Forraje disponible (kg MS.ha ⁻¹)	Carga animal (UA.ha ⁻¹)	Presión de pastoreo (kg MS.100 kg PV ⁻¹)
B. Swiss x Cebú	Mezcla	1.0	1510.4	1.81	7.71
	Brachiaria	1.9	1305.4	0.96	12.65
	Pasto natural	2.2	793.2	0.82	8.90
HolsteinxCebú	Mezcla	1.25	1113.5	1.41	7.10
	Brachiaria	1.5	1016.2	1.21	7.77
	Pasto natural	1.8	632.9	1.00	5.81
Cebuizadas	Mezcla	1.5	1428.8	1.21	10.93
	Brachiaria	1	1323.7	1.81	6.75
	Pasto natural	2	881.2	0.91	8.99

FUENTE: elaboración propia

Cuadro 7A: Composición botánica de tres diferentes pasturas en 2 épocas de precipitación. Pucallpa, Perú.

Componentes	Composición botánica (%)					
	Menor precipitación			Mayor precipitación		
	Mezcla	<i>Brachiaria decumbens</i> sola	Pasto natural	Mezcla	<i>Brachiaria decumbens</i> sola	Pasto Natural
<i>B. decumbens</i> *	69.3	80.7	45.1	61.5	78.7	43.9
Leguminosas	22.9	----	----	26.3	----	----
Malezas	7.8	19.3	54.9	12.2	21.3	56.1

**Brachiaria decumbens* CIAT 606

FUENTE: elaboración propia

Cuadro 8A: Leguminosas presentes y la tasa de cambio en 3 pasturas. Pucallpa, Perú.

Pasturas	Especies	Épocas		Tasa de cambio (%)
		Menor Precipitación	Mayor Precipitación	
Mezcla	<i>Brachiaria decumbens</i>	53.4	50	-0.46
leguminosas	<i>Arachis pintoi</i>	15.40	17.58	1.85
	<i>Stylosanthes guianensis</i>	2.70	3.58	0.65
	<i>Centrosema pubescens</i>	0.96	1.32	0.42
	<i>Puerariaphaseoloides</i>	3.86	3.80	-0.46
	Total leguminosas	22.92	26.28	2.47
Brachiaria sola	<i>Brachiaria decumbens</i>	78.68	80.73	0.37
Pastura Naturalizada	Complejo de gramíneas "Torourco"	54.9	56.13	1.30

FUENTE: elaboración propia

Cuadro 9A: Análisis de varianza para la Proteína Cruda (PC) del forraje.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Épocas	1	0.003756	0.003756	0.03	0.8619
Tercio de lactación (Epoca)	4	21.182978	5.295744	48.51	0.0012
Tipo de cruce (Epoca)	4	5.102444	1.275611	11.69	0.0177
Pasturas	2	14.701633	7.350817	67.34	0.0008
Época*Pasturas	2	1.043344	0.521672	4.78	0.0870
Error	4	0.436644	0.109161		
TOTAL	17	42.470800			
<i>R² = 0.9897</i>		<i>C.V = 3.487636</i>	<i>Root MSE = 0.33</i>	<i>Media = 9.4733</i>	

Cuadro 10A: Análisis de varianza para la Digestibilidad in vitro de la materia seca.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Epoca	1	5.44500	5.44500	0.36	0.5811
Tercio de lactación (Epoca)	4	110.45718	27.61429	1.82	0.2876
Tipo de cruce(Epoca)	4	64.47818	16.11954	1.06	0.4768
Pastura	2	344.34334	172.17167	11.36	0.0224
Epoca*Pastura	2	15.91690	7.95845	0.53	0.6272
Error	4	60.60291	15.15073		
TOTAL	17	601.24351			
<i>R² = 0.899204</i>		<i>C.V = 6.85</i>	<i>Root MSE = 3.8924</i>	<i>Media = 56.8</i>	

Cuadro 11A: Análisis de varianza para los constituyentes de pared celular (FDN).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Epoca	1	118.73405	118.73405	8.26	0.0453
Tercio de lactación (Epoca)	4	99.80698	24.95174	1.74	0.3032
Tipo de cruce (Epoca)	4	46.08311	11.52078	0.80	0.5824
Pasturas	2	414.53954	207.26977	14.42	0.0148
Epoca*Pasturas	2	47.56663	23.78332	1.65	0.2995
Error	4	57.50531	14.37633		
TOTAL	17	784.23563			

$R^2 = 0.926673$ $C.V = 5.32$ $Root\ MSE = 3.7916$ $Media = 71.7$

Cuadro12A: Análisis de varianza para constituyentes no digeribles de pared celular (FDA).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Época	1	1.767200	5.44500	0.36	0.5811
Tercio de lactación (Epoca)	4	13.980044	27.61429	1.82	0.2876
Tipo de cruce (Epoca)	4	27.976844	16.11954	1.06	0.4768
Pasturas	2	74.490344	172.17167	11.36	0.0224
Época*Pasturas	2	12.105833	7.95845	0.53	0.6272
Error	4	6.56958	15.15073		
TOTAL	17	136.88984			

$R^2 = 0.952008$ $C.V = 3.554402$ $Root\ MSE = 1.281\ 6$ $Media = 36.056$

Cuadro13A: Análisis de varianza para nitrógeno ureico en leche de vacas (NUL).

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Época	1	152.42580	152.42580	71.34	0.0011
Tercio de lactación (Epoca)	4	45.51338	11.37834	5.33	0.0671
Tipo de cruce (Epoca)	4	7.26678	1.81669	0.85	0.5606
Pasturas	2	53.83924	26.91962	12.60	0.0188
Época*Pasturas	2	5.45440	2.72720	1.28	0.3726
Error	4	8.54644	2.13661		
TOTAL	17	273.04604			
<i>R² = 0.9687</i>	<i>C.V = 15.6</i>	<i>Root MSE = 1.4617</i>	<i>Mean = 9.32</i>		

Cuadro 14A: Nitrógeno ureico en lechede vacas cruzadas (mg.dL⁻¹) en tercios de lactación dentro de épocas. Pucallpa, Perú.

Tercio de lactación	Épocas		Promedio	Incremento mg.dL ⁻¹ (%)	
	Menor Precipitación	Mayor Precipitación			
1	5.6	12.1	8.8 ^a	6.5	(53.3)
2	8.5	10.3	9.4 ^a	1.8	(17.1)
3	5.1	14.4	9.7 ^a	9.3	(64.5)

FUENTE: elaboración propia

Cuadro 15A: Nitrógeno ureico en leche (mg.dL⁻¹) de vacas cruzadas dentro de épocas. Pucallpa, Perú.

Tipos de cruce	Épocas		Promedio	Incremento mg.dL ⁻¹ (%)	
	Menor Precipitación	Mayor Precipitación			
<i>B. swiss</i> X Cebú	6.5	13.1	9.8 ^a	6.6 ^a	(50.8)
Holstein X Cebú	6.6	12.5	9.6 ^a	5.9 ^a	(47.1)
Cebuizadas	6.1	11.0	8.6 ^a	4.9 ^a	(44.4)

FUENTE: elaboración propia