

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



**“SUPLEMENTACIÓN DE CONCENTRADO FIBROSO CON
INCLUSIÓN DE HENO DE TOTORA (*Schoenoplectus tatora*) EN
LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS AL PASTOREO”**

TESIS

REALIZADO POR:

Bach. LEONIDAS AVALOS QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA«Suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora
(*Schoenoplectus tatora*) en la alimentación de vacas lecheras al pastoreo»POR
LEONIDAS AVALOS QUISPEPARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

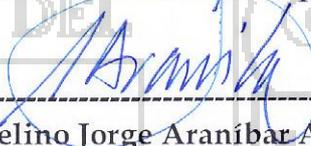
Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

PRESIDENTE



Ph. D. José Luis Bautista Pampa

PRIMER MIEMBRO



Dr. Marcelino Jorge Aranibar Aranibar

SEGUNDO MIEMBRO



Mg. Sc. Uri Harold Pérez Guerra

DIRECTOR DE TESIS



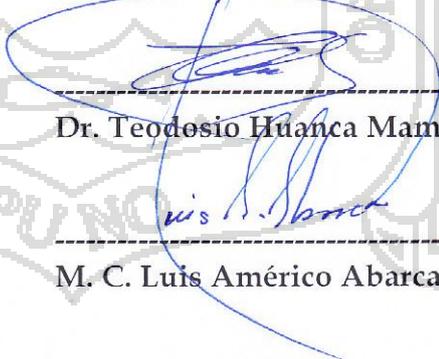
Ph. D. Bernardo Roque Huanca

ASESOR



Dr. Teodosio Huanca Mamani

ASESOR



M. C. Luis Américo Abarca Bejarano

ASESOR

Mg. Sc. Policarpo Catacora Ccama.

ÁREA : Nutrición animal

TEMA : Alimentos, forrajes no convencionales

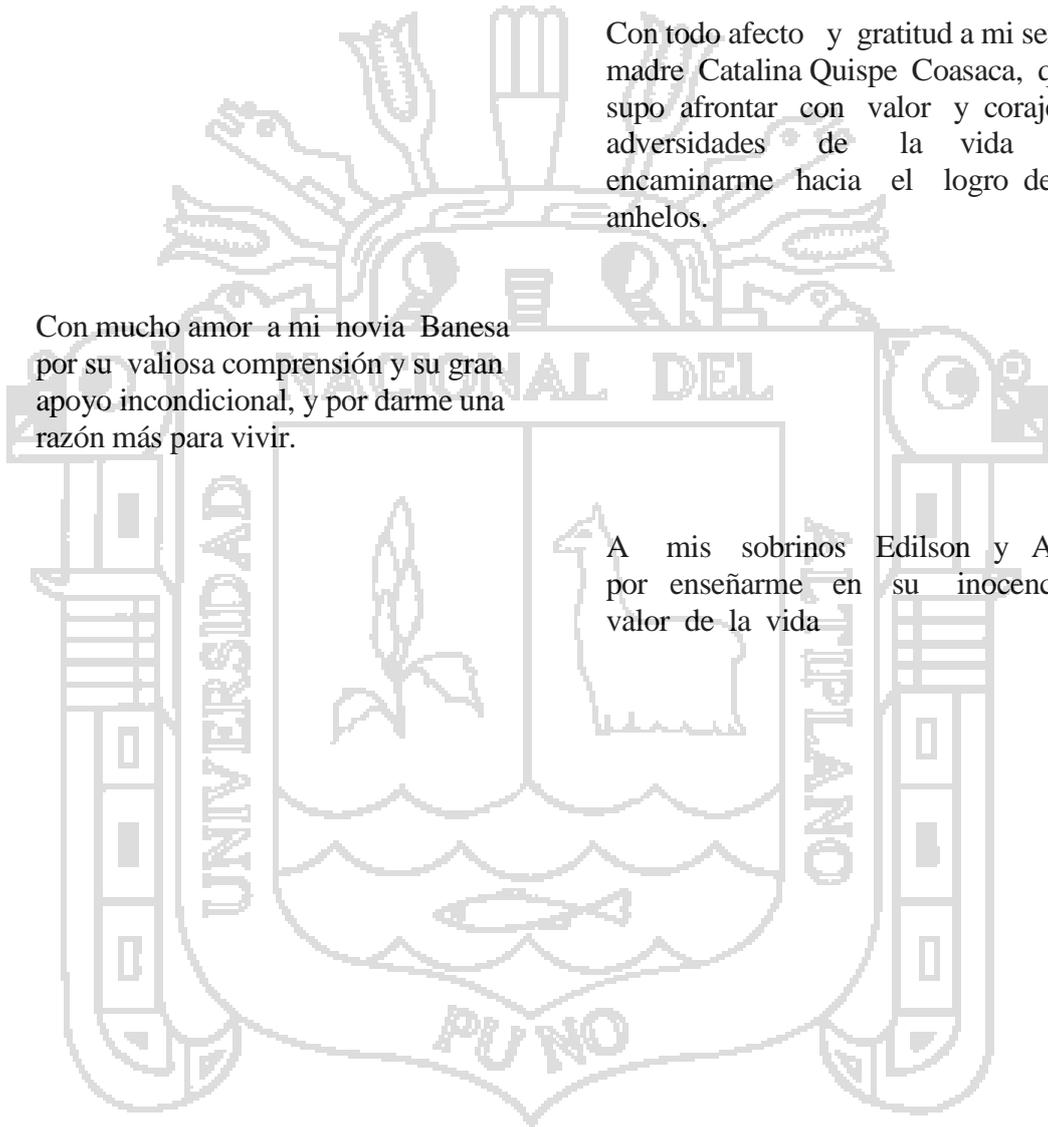
DEDICATORIA

A la memoria de mi señor padre Ciriaco Ávalos Mamani (†), por haber dejado vidas encaminadas al servicio de la sociedad.

Con todo afecto y gratitud a mi señora madre Catalina Quispe Coasaca, quien supo afrontar con valor y coraje las adversidades de la vida para encaminarme hacia el logro de mis anhelos.

Con mucho amor a mi novia Banesa por su valiosa comprensión y su gran apoyo incondicional, y por darme una razón más para vivir.

A mis sobrinos Edilson y Aidan por enseñarme en su inocencia el valor de la vida



AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por estar siempre conmigo y darme fuerzas para cumplir mi meta.

Mi gratitud y reconocimiento especial A mi maestro, guía, amigo Ph. D. Bernardo Roque Huanca, por haber hecho posible la investigación con su valiosa y acertada dirección.

A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y a toda su plana de docentes, por haberme formado profesional.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Estación Experimental Illpa de Puno, por las facilidades y la logística para la ejecución de la tesis. Mi mayor agradecimiento.

A mis asesores, Dr. Teodosio Huanca Mamani, MVZ. Rubén H. Mamani Cato, Mg. Sc. Luis Américo Abarca Bejarano e Ing. Policarpo Catacora Ccama quienes hicieron posible la culminación de esta obra.

A todos los trabajadores de la Estación Experimental Agraria Illpa INIA, Puno por su gran ayuda y confianza que me brindaron.

A mis amigos que siempre confiaron en mí: Augusto, Raúl, Edwin, Gerardo, Fraiz, Froy, Cinthya, Rosario y todos que hicieron posible el presente trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1	Marco teórico	3
2.1.1	La totora.....	3
2.1.2	Producción Forrajera	8
2.1.3	Importancia económica	9
2.1.4	Composición química	11
2.1.5	Consumo voluntario de la totora en vacunos	12
2.1.6	Digestibilidad de la totora	13
2.2	Antecedentes	14
2.2.1	Manejo y procesamiento de la totora en la alimentación de vacunos y la reducción de las emisiones de metano (CH ₄)	14
2.2.2	Suplementación alimenticia	14
2.2.3	Cosecha de totora	15
2.2.4	Tratamiento físico de los forrajes	16
2.2.5	Producción de leche	18
2.2.6	Contenido de grasa láctea.....	19
2.2.7	Peso y condición corporal	20
III.	MATERIALES Y METODOS	21
3.1	Medio Experimental	21
3.1.1	Localización.....	21
3.1.2	Clima.....	21
3.2	Material Experimental	23
3.2.1	Animales.....	23
3.2.2	Alimentos y Alimentación	24
3.2.3	Instalaciones	26
3.2.4	Equipos	26
3.3	Metodología	27
3.3.1	Determinación de consumo de concentrado fibroso.....	27
3.3.2	Determinación de la producción de leche y contenido de grasa en la leche.....	27
3.3.3	Determinación de peso vivo y condición corporal	28
3.4	Análisis estadístico	29
IV.	RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	30
4.1	Consumo de concentrado fibroso	30
4.2	Producción de leche y contenido grasa en la leche	32
4.3	Peso vivo y condición corporal.....	35
V.	CONCLUSIONES	38
VI.	RECOMENDACIONES	39
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	40
	ANEXOS	

RESUMEN

El trabajo consiste en el estudio de la suplementación de concentrado fibroso con inclusión de 25 % de heno de totora (*Schoenoplectus tatora*), en mezcla con otros insumos fibrosos molidos (heno de avena, heno de alfalfa, brozas de quinua y cañihua), granos de avena y cebada, insumos comerciales (pasta de algodón, torta de soya, melaza de caña, rocsalfos y sal común), en la alimentación de vacas lecheras Brown Swiss al pastoreo de la Estación Experimental Agraria Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), durante la época seca (setiembre-noviembre), con los objetivos de determinar el consumo de concentrado fibroso, la producción de leche y el contenido de grasa en la leche, el peso vivo y la condición corporal. Se utilizó una muestra de 36 vacas en lactación, distribuidas en dos grupos de 18 animales (con y sin suplementación). Las vacas iniciaron el experimento con similares pesos, condición corporal y producción de leche ($P>0.05$). El concentrado fibroso con inclusión de heno de totora tuvo buena aceptación por las vacas que consumieron todo (4 Kg/día) el concentrado fibroso; la producción de leche incrementó en 1.834 Kg/día ($p<0.01$), pero el contenido de grasa en la leche disminuyó en 0.07% ($p<0.01$); el peso vivo de las vacas mejoró en 0.179 Kg/día ($p<0.01$), así como la condición corporal en 0.28 puntos ($p<0.01$) en un período de 90 días. La suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora es un alimento de buen consumo que mejora el rendimiento productivo, el peso vivo y la condición corporal de las vacas lecheras.

I. INTRODUCCIÓN

La totora es un recurso forrajero no convencional cuyo manejo tradicional está ocasionando problemas de carácter técnico y ambiental debido a que la población tiene la costumbre de quemar totora vieja para propiciar el crecimiento de totora nueva. Cada año se incendian inmensas áreas de totorales quemando enormes masas de biomasa vegetal cuya combustión produce dióxido de carbono (CO_2) y otros gases de invernadero que contaminan el medio ambiente (Segers, 1998; Walter et al., 2007)

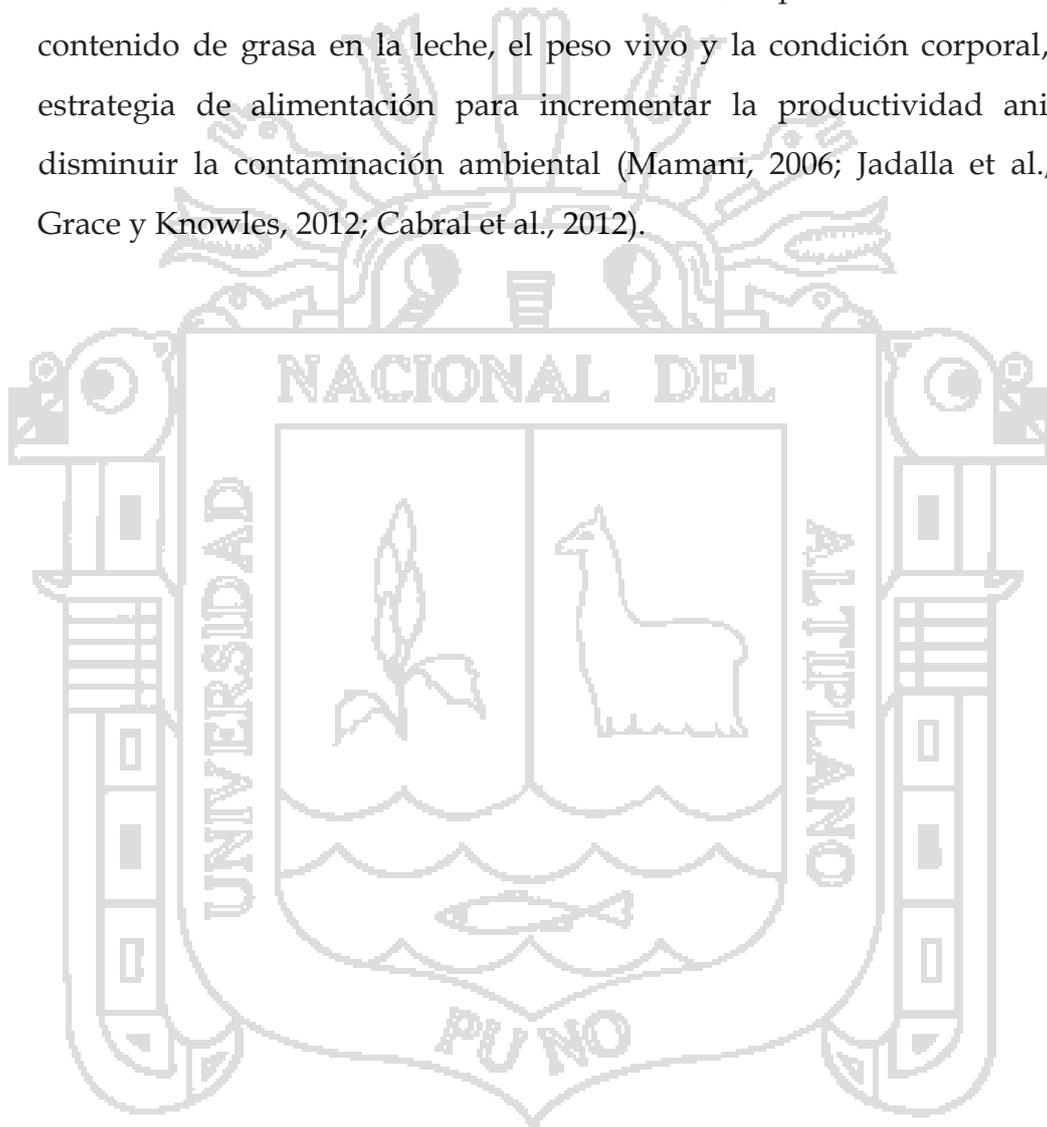
Las restricciones de carácter normativo han disminuido la quema de totora; sin embargo, estas medidas estarían generado otro problema mayor, debido a que la descomposición de la biomasa de totora vieja abandonada en el lago genera metano (CH_4), como ocurre con la descomposición de biomasa vegetal en tierras húmedas, lo cual significaría una mayor contaminación del medio ambiente, dado que CH_4 tiene 20 veces más efecto invernadero que CO_2 (Segers, 1998; Walter et al., 2007).

La suplementación con alimentos concentrados es una estrategia dietaria para mejorar el consumo de alimentos y el rendimiento productivo de los animales, sobre todo en sistemas donde los alimentos son de mediana o pobre calidad (Islas et al., 2013); por consiguiente, la totora en mezcla con otros insumos y algunos suplementos podría servir como alimento en la elaboración de concentrados fibrosos para mejorar la productividad y disminuir la contaminación ambiental.

Los estudios han mostrado que la cosecha, henificación y procesamiento (molienda) constituye en una alternativa de uso de la totora en la alimentación animal con fines productivos y ambientales. El ganado vacuno de engorde alimentado con concentrado fibroso con inclusión de heno de totora tiene un buen consumo (14.3 ± 1.3 Kg/día) y una buena ganancia de peso (>2.4 Kg/día), con menores emisiones de metano entérico (CH_4),

mejorando la productividad y disminuyendo la contaminación ambiental (Roque et al., 2012).

El trabajo da cuenta de un estudio de suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora en la alimentación de vacas lecheras Brown Swiss al pastoreo en época seca (setiembre a noviembre), con los objetivos de determinar el consumo de concentrado fibroso, la producción de leche y el contenido de grasa en la leche, el peso vivo y la condición corporal, como estrategia de alimentación para incrementar la productividad animal y disminuir la contaminación ambiental (Mamani, 2006; Jadalla et al., 2012; Grace y Knowles, 2012; Cabral et al., 2012).



II. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1. Marco teórico

2.1.1. La totora

La totora es una "macrófita" que crece fijada al suelo y emerge fuera de la superficie del agua (Cielo y Zirena, 1979), formando la vegetación dominante de lagos y lagunas del Altiplano peruano y boliviano, encontrándose en algunas zonas asociada con yana llachu (*Elodea potamogeton*), hinojo llachu (*Myriophyllum melatinoides*), o Chilkallachu (*Potamogeton strictus*), que son también macrófitas pero sumergidas (Levieil et al., 1991).

La planta está conformada por raíz, tallo y flor. La raíz es un rizoma subterráneo de posición horizontal denominado "Shiphi" (quechua), o "Saq'a" (aimara), formada por un cilindro central con muchos haces líbero leñosos y una corteza blanca cuya parte superior aloja las yemas de rebrote y la parte inferior a las raíces adventicias con las que se fija al suelo. El tallo es una estructura junquiforme de posición vertical rico en parénquima aerífero de color blanco, cubierto por una vaina de color verde rico en clorofila, formando una hoja trística que hace las veces de tallo y hoja, con un meristemo terminal y una bráctea en la punta del tallo, no presenta peciolo (Monroy, 1941). La base del tallo, denominado "chullo" se caracteriza por su parénquima esponjoso, cubierto por una vaina de color blanco sin clorofila de textura suave y sabor dulce, parecido a la caña de azúcar (Rivera, 1979). La inflorescencia es una umbela compuesta, cuya umbelilla está dispuesta en su eje terminal, con un número variable de flores, cada eje terminal está recubierto por una bráctea escamosa de color café oscuro, de 3 a 5 mm de longitud. En sus verticilos externos está representado por cuatro escamas que hacen las veces de perigonio

haploideo en algunas dicotiledóneas y en este caso equivaldría a las glumas de las gramíneas, parecida al género *Triticum* (Monroy, 1941).

La semilla es un verdadero aqueniode color café oscuro. La propagación de la totora se realiza por medio de semilla o vegetativamente por trasplante (Monroy, 1941). Las yemas de rebrote están en la parte superior del rizoma, enterrado en un suelo inundado, característica que la clasifica a la totora como una especie halófila (Malpartida, 1995). Su establecimiento dura tres meses, el mayor crecimiento así como la floración en la época de lluvias entre los meses de enero y marzo (Monroy, 1941).

El crecimiento de la totora puede superar fácilmente los 3 metros de altura, y en suelos fangosos puede alcanzar los 4 metros, inclusive hasta 6 metros (Raynal, 1991). El ancho varía desde 3 cm en la base y 3 mm en el ápice, con especímenes que llegan hasta los 5 cm de grosor en la zona de la desembocadura del río Ramis (Mamani, 1973).

La taxonomía de la totora aún es confusa, puesto que no existe acuerdo sobre el género (Levieil et al., 1991). El nombre científico de la totora continúa sujeto a cambios. Inicialmente fue denominado *Scirpus californicus*, *Scirpus riparius*, *Scirpus titikakensis*, *Scirpus tatora*, *Malacochaete tatora*, *Scirpus tatora Kunt* (Monroy, 1941; Herbas, 1978; Levieil et al., 1991)

El año 1980, dos estudios simultáneos sugirieron nombres científicos distintos. El estudio realizado en Bolivia, sugiere la denominación de *Schoenoplectus tatora* (Collot, 1980); en cambio, el estudio realizado en Perú, reafirma el género *Scirpus* con dos especies: *Scirpus tatora* es una planta de mayor tamaño, crece en aguas profundas como las de la bahía de Puno, mientras que *Scirpu ssp.* Es de menor tamaño y crece en aguas menos profundas la cual probablemente sea la que

anteriormente fue denominada como *Scirpus californicus*. Las diferencias más saltantes se resumen en la Tabla 1 (Ticona, 1980).

Tabla 1. Diferencias entre *Scirpus tatora* y *Scirpus sp.*

Características	<i>Scirpus tatora</i>	<i>Scirpus sp.</i>
Diámetro de tallo, cm.	4.3	1.3
Tamaño de raíz, cm.	3.2	2.7
Dist. Entre nudos, cm.	27.5	11.0
No de Cromosomas	7.8	17.8
<u>Inflorescencia</u>	24	26
Arista	Corta	Larga
Lemma	Transparente	Oscura
Estambres	Mayor al Ovario	Menor al Ovario
Nº flores/espiguilla	4 a 8	12 a 16
Hábitat	Más profunda	Menos profunda

Adaptado de Ticona (1980).

Las diferencias entre las dos especies indicadas sugieren dudas respecto a su verdadera clasificación, por lo que algunos mantienen el nombre del género *Scirpus* (Levieil et al., 1991) o *Scirpus tatora* (Tapia, 1984):

División	Angiosperma
Clase	Monocotiledónea
Orden	Poales
Familia	Cyperaceae
Género	Schoenoplectus
Especie	<i>Schoenoplectus tatora</i> (Collot, 1980).

La totora (*Schoenoplectus tatora*), se distribuye en diferentes áreas del lago Titicaca, el lago Poopó y las lagunas del altiplano de Perú y Bolivia. En el lago Titicaca, ocupa un tercio del perímetro correspondiente a aguas poco profundas de las costas y dos tercios en aguas profundas. La mayor extensión se encuentra en el golfo de Chucuito comprendido entre las penínsulas de Capachica, Chucuito, bahía de Puno y los distritos de Huata y Coata, en cuya zona interior vive la población conocida como Uros. También existen otras áreas

tales como las lagunas de Arapa, Orurillo, Yanaque, Iscata. Una zona que merece especial atención es la desembocadura del río Ramis, donde la totora alcanza alturas de 4 m y diámetros de 5 cm, la misma que es muy preferida por los pobladores que se dedican a la fabricación de balsas de gran tamaño (Mamani, 1973).

La superficie estimada de totorales en el lago Titicaca y lagunas adyacentes de Perú, varía de un año a otro. Los estudios realizados mediante métodos de mosaicos semicontrolados y cartas geográficas estimaron un aproximado de 45,974 hectáreas (Mamani, 1973), correspondiendo a la bahía de Puno 23,800 hectáreas (Iltis y Mourguiart, 1991). Los informes del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) del Ministerio de Agricultura, mencionan el uso de cotas o niveles altitudinales como método para la estimación del área de totorales en el lago Titicaca, donde existe un nivel de referencia cero "0" que corresponde a la cota 3810 m.s.n.m. El año 1986, cuando el nivel del lago ascendió a la cota 3812 m.s.n.m., el área de totorales alcanzó a 44,090 hectáreas; el año 1992 cuando el nivel descendió a la cota 3809 m.s.n.m., el área de totorales disminuyó a 24,668 hectáreas, habiéndose perdido aproximadamente 19,422 hectáreas de totorales. Las causas de las diferencias se atribuyen a variaciones extremas del clima (sequías o inundaciones), extracción indiscriminada en algunas zonas o subutilización en otras. El año 1986 (máxima crecida del lago), la totora ocupaba una zona batimétrica de 2.5 metros correspondiendo a su preferéndum de vida, en 1989 (fase de decrecida del lago), el totoral se encontraba entre 0.8 y 2.5 metros de profundidad. Son los mismos totorales (los de 1986) que resistieron el descenso de las aguas y se encuentran desde entonces en posición anormal en relación a su preferéndum de vida (Iltis y Mourguiart, 1991).

Los totorales comprendidos entre las cotas 3808 y 3810 m.s.n.m., corresponden a totorales densos con mayor cantidad de biomasa. Los que están a mayor profundidad y alejados de la orilla constituyen totorales con baja densidad y reducida biomasa (PELT, 1993). En ciertas zonas, incluso se les encuentra a menos de 40 cm, pero esta situación resulta más de una acción del hombre que de una evolución natural, ya que los campesinos practican el trasplante de nuevos brotes de totora, la distribución parece estar condicionado a la dureza del suelo (Iltis y Mourguiart, 1991).

En el lago Titicaca de Perú, existen catorce áreas geográficas donde crece la totora, con superficies y biomasa variables de una zona a otra, con un promedio de 268 toneladas métricas por hectárea (PELT, 1993).

Tabla 2. Superficie y biomasa de totorales del lago Titicaca por bahía o litoral al año 1992.

Bahía o litoral	Superficie, ha	Biomasa, t	t/ha
Bahía de Milinlaya	34	7,104	209
Bahía de Moho	60	12,002	200
Litoral Vilquechico-Huancané	160	24,000	150
Desembocadura Río Ramis	155	29,498	190
Litoral de Pusi	78	10,075	129
Desembocadura Río Coata	--	--	--
Bahía de Puno-Chucuito	20,507	5'741,960	280
Litoral Socca-Yanaque	453	90,500	200
Litoral Ilave-Iscata	309	77,250	250
Laguna Lacasapa	968	251,550	260
Litoral Juli-Maquera	1,816	345,040	190
Litoral Pomata-Huacani	111	14,469	130
Litoral Ollaraya-Natividad	--	--	--
Litoral Zepita	17	3,060	180
Total	24,668	6'606,508	268

Proyecto Especial Lago Titicaca (PELT, 1993).

La taxonomía de la totora aún es confusa, puesto que no existe acuerdo sobre el género (Levieil et al., 1991). El nombre científico de la totora continúa sujeto a cambios. Inicialmente fue denominado *Scirpus californicus*, *Scirpus riparius*, *Scirpus titikakensis*, *Scirpus tatora*, *Malacochaete tatora*, *Scirpus tatora Kunt* (Monroy, 1941; Herbas, 1978; Levieil et al., 1991)

El año 1980, dos estudios simultáneos sugirieron nombres científicos distintos. El estudio realizado en Bolivia, sugiere la denominación de *Schoenoplectus tatora* (Collot, 1980); en cambio, el estudio realizado en Perú, reafirma el género *Scirpus* con dos especies: *Scirpus tatora* es una planta de mayor tamaño, crece en aguas profundas como las de la bahía de Puno, mientras que *Scirpu ssp.* Es de menor tamaño y crece en aguas menos profundas la cual probablemente sea la que anteriormente fue denominada como *Scirpus californicus*. Las diferencias más saltantes se resumen en la Tabla 1 (Ticona, 1980).

2.1.2. Producción forrajera

La cosecha de totora puede realizarse en cualquier época del año, pero de preferencia en los meses de agosto y setiembre, para permitir el nuevo crecimiento llamado rebrote (Monroy, 1941). La producción forrajera de totora en el lago Titicaca, expresada como rendimiento de materia seca en toneladas métricas por hectárea (t/ha), fue variable entre los diferentes estudios realizados: 7.18 t/ha (Mamani, 1973), 6.12 t/ha (Herbas, 1978), 3.77 t/ha (Galiano, 1987), 11.59 t/ha (Collot, 1980), 6.3 en estado de floración (marzo) y 11.4 t/ha en estado maduro (agosto) (Roque et al., 2000). La densidad y altura de planta (Tabla 3) también fueron variables en los diferentes estudios, debidas probablemente a las variaciones climatológicas sobre todo precipitaciones pluviales, puesto que la totora crece mejor cuando el régimen de lluvias es abundante y el nivel del lago es mayor (Galiano, 1987).

Tabla 3. Producción forrajera de totora en el lago Titicaca de Perú.

Área Evaluada	Produc. MS t/ha	Densidad Tallos/m ²	Altura Fuente: (m)	
Lago Titicaca	7.18	218	1.57	Mamani, 1973
Bahía de Puno	6.12	292	3.20	Herbas, 1978
Bahía de Puno	11.59	165		Collot, 1980
Bahía de Puno	3.77	196	2.50	Galiano, 1987
Laguna de Iscata	19.25	703	1.95	Roque et al., 2000
Promedio	9.58	315	2.30	

Entre 1983 y 1986, el nivel del lago tuvo una crecida de 3 metros, inundando más de 85,000 hectáreas (Iltis y Mourguiart, 1991). Después de este período, el nivel descendió nuevamente, perdiéndose 8,100 hectáreas de totorales, que equivale a la pérdida de 1053 millones de toneladas de totora verde, habiéndose dejado de alimentar 195,000 unidades de ganado vacuno.

Otro factor que afecta la producción de totora es la proliferación de la "Chara" (*Chara spp.*), una alga carofícea que debilita el crecimiento de la totora anulando inclusive el rebrote cuando ésta es intensamente explotada (Levieil et al., 1991). Las zonas muy explotadas son colonizadas por charas y son casi siempre las únicas en ocupar el medio, siendo un factor negativo para la producción de totora.

2.1.3. Importancia económica

La totora contribuye significativamente a la economía de las comunidades ribereñas del lago Titicaca de diferentes maneras: se utiliza como alimento para el ganado, considerándose un recurso natural de valor económico y social para el Altiplano peruano y boliviano, formando la base de la producción de carne y leche, además constituye una reserva forrajera en caso de sequía catastrófica como la del año 1983. Es un recurso que las poblaciones locales utilizan para la confección de objetos manufacturados o artesanales tales como balsas

(embarcaciones hechas de totora), colchones (q'esananas), graneros (sejjes) y como medio donde numerosos peces y aves acuáticas pueden reproducirse, contribuyendo a la productividad del lago Titicaca. La extracción de totora se hace cortándola con un instrumento denominado "queliña", que consiste en un palo de 3 m de largo, con un cuchillo asegurado en el extremo, y utilizando un bote de madera o una balsa. Una vez cortada, se amontona la totora en el bote o la balsa, o simplemente en la superficie del agua, amarrándola en porciones denominadas "pichus" cuyo peso promedio es de 15 kilogramos (Levieil, et al., 1991). El traslado de totora se realiza utilizando burros, desde la orilla hasta donde se encuentra el ganado, por distancias de varios kilómetros, 75 kg en un burro (Levieil et al., 1991). Como forraje la totora se emplea a partir del mes de marzo hasta el mes de diciembre. En algunas zonas, una familia extrae hasta 4.6 toneladas de totora fresca al año, de las cuales el 96.7 % la destina como forraje para la alimentación del ganado vacuno. En la extracción de totora, la familia campesina asigna 56.7 días hombre, en una campaña de 240 días, desde abril hasta diciembre, representando el 4.2 % del total de fuerza laboral disponible al año; el costo de extracción asciende a S/ 0.01 nuevos soles por kilogramo de materia verde, y el valor agregado es mayor que el costo de extracción, siendo por lo tanto una actividad rentable, permitiéndole al productor rural su articulación al mercado urbano mediante la venta de 2 cabezas de ganado vacuno al año, cuyo valor asciende a 350 nuevos soles (Portillo y Anchapuri, 1993).

La totora también se utiliza como material de construcción en el techado de las viviendas rurales (Gavancho, 1975), constituyendo una fuente de ocupación y un rubro importante en la economía de las poblaciones que se dedican a su transformación. Se menciona también que las raíz de totora (rizoma) o la base del tallo (Chullo) frecuentemente son consumidos por los lugareños, habiendo sido

inclusive un alimento paliativo durante la sequía del año 1940 (Monroy, 1941).

2.1.4. Composición química

La totora fresca es una planta de alta humedad, con 82.8% de agua en su estado tierno y 78.7% cuando madura Tabla 4, bajo nivel de grasa bruta, altos niveles de fibra, y moderado nivel de proteína cruda (Roque et al., 2000). La composición promedio de la totora es de 2.1% de grasa bruta, 26.7% de fibra cruda, 8.3% de proteína cruda, 8.4% de ceniza total, y 54.5% de extracto libre de nitrógeno (Fernández Baca y Novoa, 1966; Oyanguren, 1968; Campana, 1975; Rivera, 1979; Gutiérrez, 1991). El estado de madurez tiene influencia sobre el contenido de proteína cruda y fibra detergente ácido de la totora, sin afectar la fibra detergente neutro (Roque et al., 2000). Puesto que la fibra detergente neutro incluye celulosa, hemicelulosa y lignina, y la fibra detergente ácido está conformada por celulosa y lignina (Van Soest, 1982), la totora madura tiene mayor contenido de ligno-celulosa y menor contenido de hemicelulosa que la totora tierna Tabla 4.

Tabla 4. Composición química de la totora tierna y madura.

Composición	Tierna	Madura
Humedad	82.8	78.7
	-- 100% de materia seca --	
Grasa bruta	1.50	1.80
Fibra detergente neutra	70.2	70.7
Fibra detergente ácido	44.9	51.7
Proteína cruda	10.5	6.5
Ceniza total	7.2	9.1
Carbohidratos no fibrosos	10.6	11.9

Roque et al. (2000).

El aporte proteico de la totora tierna (105 g/kg de materia seca) puede cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción, mientras que la totora madura (65 g/kg MS) cubrirá sólo mantenimiento, puesto que el requerimiento mínimo de proteína cruda de la

microflora ruminal de un animal es de 60 a 80 g/kg de materia seca de alimento. Esta situación sugiere la necesidad de mejorar los niveles de proteína de la totora, sobre todo de la totora madura, adicionándole fuentes de nitrógeno puesto que su contenido es uno de los principales factores que afecta el consumo de alimento (Mertens, 1994).

El contenido mineral de la totora es relativamente elevado en algunos elementos Tabla 5, tales como el potasio y sodio, seguido de calcio, pero con bajo nivel de fósforo (Collot, 1980)

Tabla 5. Composición mineral de la totora.

Macroelementos (%)		Microelementos (ppm)	
Calcio	0.9	Hierro	950
Fósforo	0.2	Cobre	5.5
Magnesio	0.2	Manganeso	97
Sodio	2.5	Zinc	14.5
Potasio	5.8	Boro	160
Azufre	0.7	(SiO ₂), %	0.8

(Collot, 1980).

2.1.5. Consumo voluntario de la totora en vacunos

El consumo voluntario de materia seca de totora en vacunos muestra una amplia variación entre las distintas fuentes revisadas. Bautista (1992) encontró un consumo relativamente bajo, 1.53 kg/d, equivalente a 0.84% del peso corporal, ó $31.5 \text{ g/W}_{\text{kg}}^{0.75}$, lo cual no cubre ni el 50% de los requerimientos de mantenimiento de los animales; en cambio, Roque et al. (2000), encontró valores más altos al contrastar totora tierna (marzo) y totora madura (agosto).

Tabla 6. Consumo voluntario de totora tierna y madura en vacunos.

Variable evaluada	Tierna	Madura
Peso de los animales, kg	364	367
Humedad de la totora, %	83.6	78.5
Consumo de materia seca cantidad por día, kg/d	8.01	5.17
Proporción del peso corporal, %	2.20	1.40
Cantidad por peso metabólico, g/W _{kg} ^{0.75}	96.2	61.7

Roque et al. (2000).

2.1.6. Digestibilidad de la totora

La totora es un alimento con una digestibilidad que supera el 60%. La Tabla 7 resume la digestibilidad de la materia seca y los valores energéticos de la totora tierna y madura evaluada en vacunos (Roque et al., 2000).

Tabla 7. Digestibilidad de la materia seca y valor energético de la totora en vacunos.

Variable evaluada	Tierna	Madura
Digestibilidad de la materia seca, %	67.1	63.4
Nutrientes digestibles totales, %	63.8	61.1
Energía digestible, Mcal/kg MS	2.81	2.69
Energía metabolizable, Mcal/kg MS	2.30	2.20
Energía neta de mantenimiento, Mcal/kg MS*	1.43	1.34
Energía neta de ganancia, Mcal/kg MS*	0.85	0.76

Roque et al. (2000).

* Datos calculados con modelos de Garrett (1980).

La degradabilidad ruminal de la totora en vacunos, determinada *in situ* por la técnica de la bolsa de nylon es mayor que la de la avena pero menor que la del llachu Tabla 8, pero menor que la del "llachu" (Bautista, 1992).

Tabla 8. Degradabilidad ruminal de la materia seca de avena, llachu y totora en vacunos en distintos tiempos, %.

Forraje	Tiempo de incubación, horas				
	0	12	24	48	72
Avena	51.5	53.6	55.9	61.4	68.4
Llachu	47.6	53.1	63.6	73.6	86.1
Totora	34.2	40.4	56.5	63.5	70.5

Bautista (1992)

2.2. Antecedentes.

2.2.1. Manejo y procesamiento de la totora en la alimentación de vacunos y la reducción de las emisiones de metano (CH₄).

La totora (*Schoenoplectus tatora*) es una planta acuática perenne del lago Titicaca integrada a los sistemas pecuarios de producción de las comunidades (Levieil et al., 1991), pero cuyo manejo está causando problemas técnicos, sociales y ambientales en Puno. La quema de totorales se ha convertido en una costumbre de renovación de totora vieja para propiciar el crecimiento de totora nueva. Cada año los pobladores ribereños incendian grandes áreas de totorales quemando miles de toneladas de biomasa vegetal cuya combustión genera enormes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) o, simplemente la abandonan en el mismo lago cuya senescencia, sedimentación y descomposición anaeróbica genera inmensas cantidades de metano (CH₄) y otros gases que se incorporan a la atmósfera contaminando mucho más el medio ambiente. El CH₄ entérico de los rumiantes es la otra fuente que complica más el problema. Los estudios indican que se puede disminuir las emisiones de CO₂ y CH₄ con un manejo adecuado de la biomasa y mejorando la dieta del ganado. Los concentrados fibrosos se han convertido en alternativas útiles para mejorar la productividad animal y mitigar los gases de invernadero (Roque et al., 2000).

2.2.2. Suplementación alimenticia

Los nuevos enfoques en la alimentación animal sugieren mejorar la dieta del ganado para disminuir las emisiones de metano entérico. La suplementación alimenticia es una alternativa práctica y útil que está siendo acogida en los sistemas de alimentación con pastos de baja calidad (Kunkle et al., 2000). En vacunos de engorde, la suplementación mejora el consumo y la digestibilidad de los forrajes

(McCollum y Galyean, 1985; Del Curto et al., 1990b; Brandyberry et al., 1991; Olson et al., 1999); en vacas lecheras, mejora el peso y condición corporal (Del Curto et al. 1990a); y en ovejas, incrementa la producción de leche (Avondo et al., 1995; Zervas et al., 1999; Imamidoost y Cant, 2005).

Por mucho tiempo, se han utilizado los concentrados basados en granos como alimentos de elección para incrementar la productividad de los animales, sobre todo en los sistemas de alimentación de rumiantes al pastoreo y forrajeo (Dillon et al., 1997; Kennedy et al., 2003). Los estudios han mostrado que las vacas al pastoreo suplementadas con concentrados fibrosos mejoran el consumo de alimento, la producción de leche y disminuyen las emisiones de metano entérico (Dillon et al., 1997; Kennedy et al., 2003; Stakelum y Dillon, 2003). Los toretes criollos, mejoran la ganancia de peso corporal (Roque et al., 1996); y las vacas lecheras, persisten en 83.5% la producción de leche (Mamani, 2006; Chambi, 2008), pudiendo ser una alternativa útil en ámbitos donde los granos son escasos y caros.

2.2.3. Cosecha de totora

La extracción de totora se hace cortándola con un instrumento denominado "queliña", que consiste en un palo de 3 m de largo, con un cuchillo asegurado en el extremo. Una vez cortada, se amontona la totora en el bote o la balsa para su traslado a la orilla, escurriendo por un período de 7 días, en la misma orilla del lugar de extracción, en amarras denominadas "pichus" cuyo peso promedio es de 15 kg aproximadamente cada uno, en posición vertical sobre el piso. Una vez escurrida, se traslada al lugar de henificación por un tiempo relativamente prolongado (>60 días) donde es colocada en parvas de 25 amarras por parva, al medio ambiente a fin de lograr el oreo y secado. En forma periódica se verifica el correcto secado para prevenir

la proliferación de hongos y para garantizar la conservación de su valor nutricional (Levieil et al., 1991; Flores et al., 2012).

2.2.4. Tratamiento físico de los forrajes

La forma física de un forraje tiene un marcado efecto sobre su valor alimenticio. En comparación al picado, la molienda incrementa el consumo y el valor nutritivo de un forraje, a pesar de una ligera disminución en la digestibilidad (Lloyd et al., 1960). Los dos factores importantes que afectan la digestión ruminal de los forrajes son el tamaño de partícula y el nivel de consumo de alimento.

Las cantidades adecuadas de forraje en ambas formas física y química son necesarias para una apropiada función del rumen en la vaca lechera. Si disminuye la cantidad total de forraje o el tamaño de partícula del forraje, las vacas realizan menor trabajo de rumia y tienen una menor cantidad de masa de alimento flotante en el rumen, disminuyendo la producción de saliva y el pH ruminal por debajo de 6. Un insuficiente tamaño de partícula en la dieta deprime las bacterias celulolíticas y disminuye la relación acética a propionico y reduce el pH ruminal. La reducción del tamaño de partícula incrementa el consumo de materia seca, pero disminuye la digestibilidad debido a que disminuye el tiempo de retención del alimento en el rumen. El tamaño medio del tamaño de partícula de la dieta, la variación en el tamaño de partícula, y la cantidad de fibra química son todos nutricionalmente importantes para la vaca lechera. La definición de la cantidad y la distribución de la fibra y son factores importantes en el balanceo de dietas para vacas lecheras. Puesto que el tamaño de partícula de la dieta juega tales importantes roles en la digestión y la performance animal, ésta debe ser una importante consideración de cosecha a través de la alimentación (Heinrichs et al., 1997).

El molido suele reducir el rechazo y el desperdicio del alimento, sin embargo puede incurrir en gastos adicionales y la pérdida de parte del alimento en forma de polvo puede ser considerable al moler en molinos de martillo. El picado produce una textura física más deseable que el molido (Church y Pond, 2007).

La molienda de los forrajes conduce a un incremento de la velocidad de ingestión de estos (Weston y Kennedy, 1984). Especialmente cuando se presentan en forma granulada, estima que la reducción del tiempo de masticación para dietas de pajas y henos de calidad media es del 65% y 47% respectivamente cuando se suministran molidos como consecuencia la producción de saliva también se ve disminuida. Siendo la magnitud del cambio del 52% en dietas de forrajes molidos según (Church y Pond, 2007).

El NRC (1989) recomienda niveles mínimos de FDN 25% -28% sobre la materia seca y suministrar al menos un 75% de la fibra en forma de forraje.

Ingestión voluntaria de forraje en rumiantes está controlada principalmente por la velocidad de vaciado del rumen. Se considera en general que el suministro del heno en forma de cubos mejora la ingestión de materia seca respecto al heno de pacas (Bath et al., 1985). Ya que el picado del heno favorece la colonización microbiana de las partículas y facilita también su salida física del rumen. El efecto es más claro cuando el heno es de baja calidad (40% FAD; +27% $P \leq 0001$) (Anderson et al., 1990).

Análogamente la molienda del heno (especialmente los de baja calidad) supone en general un incremento apreciable del consumo voluntario (Greenhalgh y Reid, 1973). Sin embargo un suministro excesivo de forraje granulada da lugar a una reducción del consumo

al afectar negativamente a la motilidad del rumen y al destruir la estructura tridimensional de las partículas.

La alteración del tamaño de las partículas de forraje no tradujo en general en cambios significativos de la producción diaria de la leche, excepto (en menos del 8%, $p \leq 0.05$) cuando el suministro de una alta proporción de alfalfa granulada (70% del forraje total) redujo la ingestión de materia seca (Woodford y Murphy, 1988).

La consecuencia más importante de una excesiva reducción en el tamaño de partícula es la disminución del contenido de la grasa de la leche; este efecto es paralelo a la caída del pH ruminal y el descenso de la relación acético y propiónico y se explica por el incremento en los niveles de glucosa e insulina en sangre inducidos por la mayor formación de propiónico en dietas con forrajes excesivamente molidos (Grant et al., 1990). La insulina reduce la lipólisis en el tejido adiposo y por tanto la disponibilidad de AG en la sangre.

2.2.5. Producción de la leche

La respuesta a la suplementación (incremento de producción de leche por kilo de concentrado suplementado) depende directamente de la ingesta de pastos (Peyraud et al., 1997), existiendo numerosos estudios que analizan este tema en los que es posible encontrar resultados bastante variables entre sí. Bargo et al. (2003) hicieron una regresión de 8 trabajos y encontraron que vacas de altas producciones a inicio de lactancia tienen una respuesta promedio de 1 kg de leche/ kg concentrado hasta los 10 kg de suplementación, existiendo una respuesta lineal, pero bastante menor hacia fines de lactancia. Utilizando animales de alto potencial genético y en praderas de calidad media, Reis y Combs (2000) mostraron respuestas al concentrado de 1 L/kg de concentrado al suplementar con 5 kg y de 0,86 al suplementar con 10 kg.

La fermentación de los granos de cereales y los forrajes físicamente tratados (molidos) en el rumen, generan una estrecha relación entre el ácido acético y el propiónico, es decir, incrementa la proporción del propiónico con relación al acético, la misma que estimula los mecanismo de biosíntesis que se manifiestan en mayor elaboración de lactosa, y una mayor secreción de leche por la glándula mamaria (Kauffman y Saelzer, 1980).

2.2.6. Contenido grasa láctea

El contenido de fibra en la dieta se asocia con la composición de la leche, ya que por medio de su digestión se producen los principales precursores de la grasa láctea (Cruz y Sánchez, 2000), además la calidad y cantidad de fibra consumida afectan la capacidad de consumo voluntario y la cantidad de energía que pueda aportar una ración. En revisiones realizadas por (Grant, 1991; Harris, 1992; Wattiaux, 1996; Sánchez y Soto, 1998) se informa que aproximadamente un 50% de la grasa láctea proviene de la fermentación de la hemicelulosa y celulosa, las cuales a su vez son los principales precursores del ácido acético. En los procesos de fermentación ruminal deben producir los ácidos grasos en cantidades y proporciones adecuadas, lo cual se logra mediante el balance de las dietas por su contenido y calidad de carbohidratos. La cantidad y relación de los ácidos grasos volátiles pueden alterar el metabolismo y distribución de nutrimentos. Si la producción de ácido acético se ve disminuida con respecto al ácido propiónico, la producción de grasa láctea se verá deprimida (Mertens, 1992).

Así como la cantidad de fibra en la dieta de los animales en producción es importante, el tamaño de la misma también tiene sus implicaciones sobre el comportamiento productivo de las vacas. Para asegurarse un tamaño adecuado de partícula, el forraje no debe ser picado a menos de 0,95 cm. Si se pica a un tamaño más fino, puede

disminuirse el porcentaje de grasa dramáticamente y aumentar la proteína de 0,2 a 0,3 unidades. Por lo general, el porcentaje mínimo de forraje que debe contener una dieta es de 40 a 50%, para evitar una disminución en el porcentaje de grasa

2.2.7. Peso y condición corporal

La suplementación además de mejorar los niveles productivos en periodos de menor disponibilidad de pastos, permite disminuir la pérdida de reservas por parte del animal (Sairanen et al., 2006) y en especial hacia finales de la lactancia donde la energía aportada por el concentrado puede ser utilizada para recuperar las reservas corporales (Delaby et al., 2003), ya que la vaca destina mayor cantidad de energía a mejorar las reservas corporales en desmedro de la producción de leche (Stakelum et al., 2007). Con una buena oferta de pastos más la suplementación de concentrados, el peso vivo de las vacas tiende a aumentar, siendo mayores al aumentar el nivel de suplementación con concentrados energéticos (Delaby et al., 2003; Sairanen et al., 2006).

La estimación de la condición corporal, si bien es subjetiva, es una herramienta útil y práctica de evaluar visualmente el estado nutricional del ganado. Con este método pueden obtenerse altos porcentajes de repetibilidad, tanto entre mediciones como entre evaluadores. El sistema de evaluación en uso en la actualidad para el ganado lechero es una escala de 5 puntos con 1 correspondiente a una vaca extremadamente flaca y 5 a una con excesivos depósitos grasos (Edmonson et al., 1989).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Medio Experimental

3.1.1. Localización

El estudio se realizó en las instalaciones de la Estación Experimental Agraria (EEA) Illpa del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA), ubicada en el Km 22 de la carretera Puno-Juliaca, distrito de Paucarcolla, provincia y Dpto. de Puno, a 3,815 metros de altitud, en las coordenadas 70° 04' 25 de longitud oeste, y 15° 10' 45" de latitud sur, correspondiente a la zona agro ecológica Suni, con una temperatura del aire que oscila entre 1.60 - 16.30 °C y una precipitación pluvial promedio anual de 616 mm. La superficie de la EEA es de 400 ha, con un potencial para la producción de pastos cultivados de la asociación alfalfa (*Medicago sativa*) y dactilis (*Dactylis glomerata*) y pastos naturales de la asociación *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata* (pajonal de puna) (INIA, 1997). Los análisis de contenido grasa láctea se realizó en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

3.1.2. Clima

Como observación se tuvo los datos Agro meteorológicos que se hicieron en el lugar experimental de trabajo. Los datos agro meteorológicos fueron recogidos de la caseta meteorológica presente en la Estación Experimental Agraria Illpa INIA, considerándose valores de, temperatura de aire (°C) mínimas y máximas y precipitación pluvial de los meses de Setiembre a noviembre año 2012.

Tabla 9. Promedios de temperatura de aire (°C) mínimas y máximas y precipitación pluvial en la Estación Experimental Agraria Illpa INIA. Puno, durante el periodo experimental, año 2012

Mes	Mínimas °C	Máximas °C	Precipitación pluvial (mm).
Setiembre	-2.67	18.28	0.8
Octubre	0.14	19.65	1.2
Noviembre	2.03	20.03	1.5
Promedio	-0.17	19.32	1.17

Fuente: Control agro meteorológico de la E.E.A. Illpa INIA (2012).
 Datos propios.

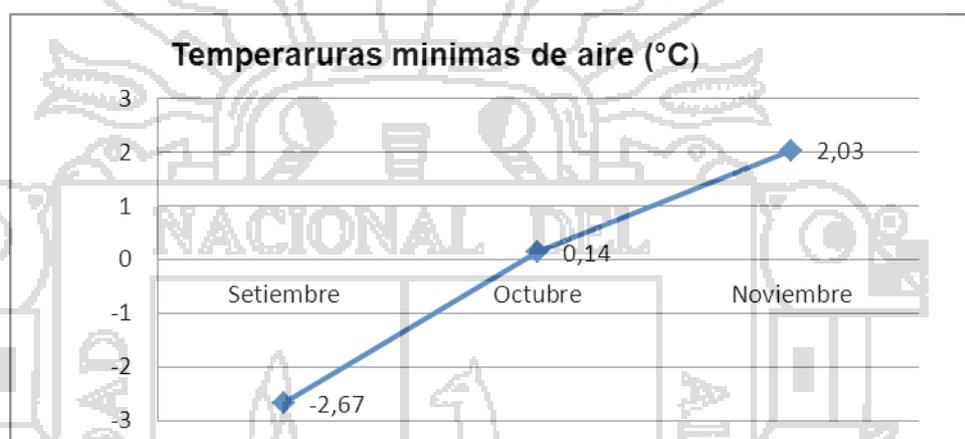


Gráfico 1. Evolución de las temperaturas mínimas del aire (°C). Estación Experimental Agraria Illpa Illpa INIA. Puno, durante el periodo experimental, año 2012. Datos propios.

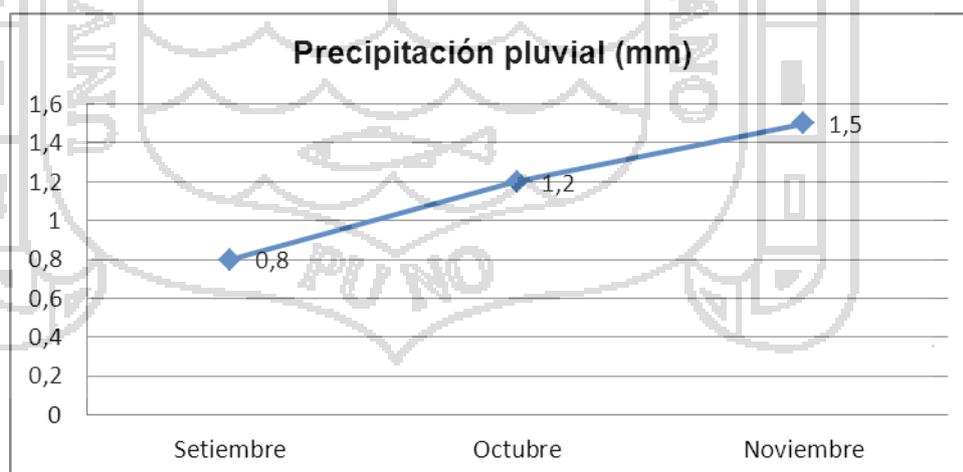


Gráfico 2. Evolución de la precipitación pluvial (mm). Estación Experimental Agraria Illpa Illpa INIA. Puno, durante el periodo experimental, año 2012. Datos propios.

3.2. Material experimental

3.2.1. Animales

Para el estudio se seleccionaron 36 vacas Brown Swiss en producción a partir de un hato de 50, las mismas que fueron distribuidas en dos grupos de 18 vacas por grupo (con y sin suplementación). Las vacas iniciaron el experimento con similares pesos vivos, condición corporal y producción de leche (Tabla 10).

Tabla 10. Distribución de la muestra de vacas lecheras para el experimento de suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora. Estación Experimental Agraria Illpa del INIA, Puno. (Día 0).

Tratamiento	(n)	Con suplem.	Sin suplem.	(P _{Value})
Producción de leche, Kg	18	9.59 ± 1.75	9.65 ± 1.61	P > 0.05
Peso vivo, Kg	18	458.78 ± 46.34	463 ± 57.83	P > 0.05
Condición corporal	18	2.63 ± 0.15	2.66 ± 0.16	P > 0.05

Las vacas fueron desparasitadas con una mezcla antihelmíntica de triclabendazol + febendandazole (Coral Forte al 17%), indicada para nemátodos, céstodos y tremátodos, de acuerdo al programa sanitario de la Estación Experimental Agraria Illpa. El manejo de la alimentación de las vacas se adecuó al programa establecido por la Estación Experimental Illpa, consistente en sistema mixto, con animales al pastoreo itinerante en pastos de la asociación alfalfa y dactilis, rastrojos de avena cebada según sea el momento, suplementación de forrajes (heno y ensilado de avena) en el establo y la suplementación de concentrado fibroso con inclusión del heno de totora en el grupo experimental (Tabla 11). La etapa pre experimental tuvo una duración de 7 días (25 al 31 de agosto 2012) y la etapa experimental 90 días (01 de setiembre al 29 de noviembre del año 2012).

3.2.2. Alimentos y alimentación

El material experimental estuvo conformado por totora fresca en floración (*Schoenoplectus tatora*) cosechada en el mes de abril del año 2012 en la laguna Cucahuta (anexo del lago Titicaca) del distrito y provincia de Huancané, Dpto. de Puno, en un total de 20 toneladas métricas de forraje fresco (H° 82.8%), la cual fue henificada y procesada por molienda con un molino/picador de cuchillas y martillos. Los otros insumos, tales como heno de avena (*Avena sativa*), heno de alfalfa (*Medicago sativa*) de la variedad W-350, broza de quinua (*Chenopodium quinoa*) y sub productos agrícolas (granos de cebada y avena), cosechados en la Estación Experimental Agraria Illpa, fueron también procesados por molienda. Se ha utilizado también insumos comerciales, tales como pasta de algodón, torta de soya, harina de pescado, melaza de caña y otros (Tabla 11a).

Tabla 11a. Composición química de los principales alimentos utilizados para la preparación de concentrado fibroso en la Estación Experimental. Agraria, Illpa, INIA.

Alimento	Precio	MS	PT	ENm	Eng	ENL	NDT	Ca	P	FDN
	S/kg	%	%	(Kcal/Kg)			%	%	%	%
Heno de alfalfa	0.50	90	15	1.14	0.58	1.23	55	1.25	0.2	50
Avena grano	0.50	89	13.3	1.86	1.22	1.77	77	0.07	0.4	32
Heno de avena	0.8	90	11.5	1.08	0.52	1.18	53	0.28	0.3	56
Broza de cañigua	0.05	93	7.3	0.86	0.25	1.35	45	1.33	0.8	55
Broza de quinua	0.05	92	6.3	0.86	0.25	1.35	45	0.67	0.4	50
Cebada grano	0.50	88	11	2.06	1.4	1.94	84	0.05	0.4	19
Harina de pescado	1.50	91	60	3	4.44	1.45	70	4	2.6	-
Melaza de caña	0.50	75	4.3	1.58	1.02	1.62	72	1.19	0.1	-
Sal común, Na 39 %	0.20	99	-	-	-	-	-	0.3	-	-
Pasta de algodón	0.80	92	41.9	1.73	1.11	1.67	73	0.2	1	26
Torta de soya	0.80	90	44	2.06	1.4	1.94	84	0.3	0.7	15
Totora fresca	0.34	19	10.5	1.38	0.81	1.4	62	0.9	0.2	70

Laboratorio de Nutrición Animal; Roque et al. (2000); Garret et al. (1980); NRC (1996).

La fórmula alimenticia fue ajustada con el formulador Mixit-2, de acuerdo a las recomendaciones nutricionales para vacas lecheras en

lactación (NRC, 2001), incluyendo la totora disponible en una proporción del 25% de la mezcla (Tabla 11b).

Tabla 11b. Concentrado fibroso con inclusión de heno de totora para vacas lecheras de la Estación Experimental Agraria Illpa, INIA.

Alimentos	Mezcla %	Valor nutricional de la mezcla (en 100 % de MS)	
Heno de totora	25.00	EB, Mcal/Kg MS	4.40
Heno de avena	30.00	MS, % mín.	92.4
Heno de alfalfa	5.00	NDT, %	64.0
Broza de cañigua	5.00	ENL, Mcal/Kg MS	1.45
Grano de avena(descarte)	15.00	PC, % mín.	14.0
Grano de cebada(descarte)	10.00	Calcio, % mín.	0.54
Torta de algodón	4.00	Fósforo, % mín.	0.36
Torta de soya	2.00	Sodio, % mín.	0.20
Harina de pescado	2.90		
Melaza de caña	0.50		
Sal común	0.40		
Rocsalfos	0.20		
Total	100.0		

Mezcla ajustada con el formulador Mixit-2. EB = Energía bruta, NDT = Nutrientes digestibles totales, FDN = Fibra detergente neutro, ENL = Energía neta de lactación y PC = Proteína cruda.

Tabla 12. Consumo de materia seca de la ración total en cada grupo, en vacas de la Estación Experimental Agraria Illpa INIA, Puno.

Alimento	Con Suplementación		Sin suplementación	
	Cantidad Kg	MS Kg	Cantidad Kg	MS Kg
Avena ensilada	15	4.6	15	4.6
Avena heno	2.5	2.25	2.5	2.25
Granos chancados	2	1.78	2	1.78
Concentrado fibroso	4	3.81	-	-
Pastos cultivados	-	-	-	-
Total	23.5	12.44	19.5	8.63
Requerimiento		12.42		12.42
Diferencia		+0.02		- 3.79

El consumo no incluye los pastos cultivados.

El consumo de materia seca de la ración total, cuyas mediciones se realizaron en los comederos colectivos, fue de 8.63 Kg/vaca/día en cada grupo, sobre el cual el grupo experimental tuvo un consumo adicional permanente de 4 Kg de suplemento de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora secado al aire (H^{4.8}%) (Tabla 12). El consumo de materia seca corresponde. Fue imposible cuantificar el

consumo de alimento en pastoreo por el manejo itinerante de las vacas de una cancha a otra, según el momento.

3.2.3. Instalaciones

Las instalaciones estuvieron conformadas por dos corrales de mantenimiento, donde en el corral 1 se alojaron a las vacas del grupo con suplementación y en el corral 2 a las vacas del grupo sin suplementación, a fin de evitar la mezcla de los animales al momento del suministro del alimento suplementario.

Los análisis de laboratorio de contenido de grasa se determinaron en el laboratorio de Bioquímica de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA-Puno.

3.2.4. Equipos

Para la cosecha de totora se utilizó una cortadora artesanal denominada "kiliña", consistente en un mango de palo de 250 cm de longitud x 4 cm de diámetro, en cuyo extremo está fijado un cuchillo (Levieil et al., 1991)

Para el procesamiento (picado y/o molienda) de heno de totora, avena y residuos agrícolas, se utilizó un molino triturador, accionado por un tractor. La mezcla de los ingredientes se realizó con palas (lampas), para el pesado de los alimentos se utilizó una balanza tipo plataforma de 500 Kg de capacidad marca Fairbancks, mientras que para el pesado de los animales se utilizó una balanza tipo plataforma de 1000 Kg de capacidad, y una balanza tipo reloj de 10 Kg de capacidad para pesar la leche.

Para sujetar individualmente a las 18 vacas experimentales, en los comederos colectivos se ha utilizados jáquimas y sogas de 2.5 metros, Además, se utilizaron algunos materiales de rutina tales como aretes,

baldes de plástico, sacos polietilenos, libreta de campo, cámara fotográfica y otros.

3.3. Metodología

3.3.1. Determinación de consumo del concentrado fibroso

El consumo de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora, se determinó por diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado, en sus estado natural, seco al aire (H°6%). En forma diaria se ofreció una cantidad restringida de 4 Kg/vaca, como suplemento, debido a la limitada disponibilidad de insumos, por un período de 90 días, a fin de evaluar si las vacas consumen o no la mezcla preparada con residuos fibrosos molidos, heno molido de totora y algunos suplementos en la mezcla, de acuerdo a la siguiente fórmula:

Consumo = alimento ofrecido - alimento rechazado

Los resultados fueron expresados como consumo diario de concentrado fibroso, kilogramos por animal.

3.3.2. Determinación de la producción de leche y contenido de grasa en la leche

La producción de leche de las vacas se determinó individualmente por ordeño manual, dos veces por día (mañana y tarde) durante 90 días, en la sala de ordeño, utilizando baldes de recepción y porongos de almacenamiento. El control de la producción se realizó por pesaje de la leche en una balanza tipo reloj de 10/0.1 Kg de capacidad.

El contenido de grasa en la leche se determinó mediante el método Gerber, a partir de muestras de 250ml colectadas de los porongos de almacenamiento de cada grupo de vacas (Con y sin suplementación), cada 14 días, a fin de evaluar la variación por efecto de la suplementación con concentrado fibroso.

El método Gerber consiste en la destrucción de los componentes de 11 ml de leche (proteína y lactosa) con 11 ml de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), en presencia de alcohol amílico, luego se separa la grasa por aplicación de calor y fuerza centrífuga y se mide su contenido de grasa en la columna graduada del butirómetro de Gerber (Gerber, 1935).

3.3.3. Determinación el peso vivo y condición corporal

El peso vivo de las vacas se determinó con una balanza estacionaria de plataforma de 1000/1 Kg de capacidad, cada 30 días, como referente para la medición del efecto del concentrado fibroso.

La condición corporal se determinó cada 30 días, conjuntamente con la medición del peso vivo, mediante la estimación de las reservas de grasa corporal de los animales, (Edmonson et al., 1989) con adecuación a la escala o puntaje de Elanco generado para vacas Holstein, de 1 a 5, donde el puntaje 1 corresponde a vacas muy flacas, visualizando individualmente las costillas, los huesos del espinazo (apófisis espinosa) y los procesos transversos de la columna vertebral son muy evidentes, el puntaje 2 corresponde a vacas regular, las primeras costillas, los huesos del espinazo y los procesos transversos de la columna vertebral son evidentes, el puntaje 3 corresponde a vacas optimo las costillas no se visualizan, los huesos del espinazo y los procesos transversos de la columna vertebral son poco evidentes, el puntaje 4 corresponde a vacas gorda comienza la acumulación de grasa a nivel de la cobertura de las costillas, huesos del espinazo, cadera y la zona de la encoladura, y el puntaje 5 a vacas muy gordas (obesas) el animal se desplaza con dificultada, las estructuras óseas no se visualizan y es escasamente palpable. Es necesario indicar que esta evaluación fue relativamente subjetiva, según la apreciación de dos evaluadores de la Estación Experimental.

3.4. Análisis estadístico

Los resultados se expresaron en medidas de tendencia central y dispersión (promedio y desviación estándar, respectivamente). El efecto del concentrado fibroso en las variables en estudio, tales como producción de leche, contenido de grasa en la leche, peso vivo y condición corporal se evaluó a través de la prueba de comparación de medias con la *t* de Student, sujeto a los principios de aleatoriedad, repetición y control local del error experimental y los supuestos de normalidad de errores, independencia de las unidades experimentales y homogeneidad de varianzas, a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Se trabajó con la siguiente fórmula

$$|t_c| = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}}}$$

Dónde:

T_c = Valor estimado de "t" que indica la presencia o ausencia de significancia con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

\bar{X}_1 = Media del grupo con suplementación.

\bar{X}_2 = Media del grupo sin suplementación.

S^2_1 = Varianza del grupo con suplementación.

S^2_2 = Varianza del grupo suplementación.

n_1 = Número de animales del grupo con suplementación.

n_2 = Número de animales del grupo sin suplementación.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de concentrado fibroso

El concentrado fibroso con inclusión de heno de totora es un alimento muy apetecido por las vacas lecheras, puesto que de toda la cantidad ofrecida por vaca (4Kg/día), prácticamente no quedó ninguna evidencia de residuo, siendo consumido todo el concentrado fibroso, indicando una alta preferencia del alimento por los animales. No fue posible ofrecer mayores cantidades debido a la limitada disponibilidad de insumos puesto que se preparó más de una tonelada cada dos semanas.

El concentrado fibroso con inclusión de totora es un alimento inocuo para las vacas puesto que todos los animales se mantuvieron saludables sin evidenciar signo alguno de trastorno de la función digestiva, más por el contrario, todos los animales estuvieron con un apetito voraz por la mezcla ofrecida, lamiendo hasta la última partícula del concentrado fibroso.

El resultado contrasta con la tradición de la población que maneja totora, que indica que el ganado vacuno no consume totora seca. En efecto, es evidente observar en los comederos de los animales una gran cantidad de totora ofrecida entera que se va incorporando al suelo, lo cual indica un gran desperdicio de la masa vegetal.

El procesamiento forrajero (picado/molienda) fue una alternativa para incorporar la totora en mezcla con otros insumos fibrosos para la alimentación animal, en época seca, donde la escases o disponibilidad de alimentos es un problema crítico en la alimentación de vacas lecheras.

El consumo de alimentos en pastoreo fue imposible medir por las características de manejo rotativo e itinerante de los animales; sin embargo, ambos grupos de vacas estuvieron en los mismos pastos cultivados de la asociación alfalfa + dactilis (*Medicago sativa* + *Dactylis glomerata*), rastrojos de cebada y/o avena según el momento, por lo que se asume que el consumo de materia seca de estos alimentos fue similar.

El consumo de concentrado fibroso fue total y el rechazo nulo, lo cual evidencia que el procesamiento forrajero anula el rechazo y mejora el consumo del concentrado fibroso, concordante otros reportes de suplementación donde las vacas suplementadas con concentrados mejoran el consumo de alimento, la producción de leche y disminuyen las emisiones de metano entérico (Dillon et al., 1997; Kennedy et al., 2003; Stakelum y Dillon, 2003).

Los forrajes molidos tienen un mayor consumo, menor tiempo de masticación y una menor producción de saliva (Putnam et al., 1966), lo cual evidencia que la reducción del tamaño de partícula de los forrajes mejora la aceptabilidad (Church y Pond, 2007).

La ingestión voluntaria de forraje en rumiantes está controlada principalmente por la velocidad de pasaje. Se considera en general que el suministro del heno en forma de cubos mejora la ingestión de materia seca respecto al heno de pacas, ya que el picado del heno favorece la colonización microbiana de las partículas y facilita también su salida física del rumen (Anderson et al., 1990).

Análogamente la molienda del heno (especialmente de los henos de baja calidad) supone un incremento apreciable del consumo voluntario (Greenhalgh y Reid, 1973). Sin embargo, un suministro excesivo de forraje granulado da lugar a una reducción del consumo al afectar negativamente a la motilidad del rumen

El tratamiento físico de los forrajes es uno de los factores que influye en el consumo (Lloyd et al., 1960) y tiene un marcado efecto sobre su valor alimenticio, por otro lado, la molienda incrementa el consumo y el valor nutritivo de un forraje, a pesar de una ligera disminución en la digestibilidad. Anderson et al. (1990) en un trabajo encuentra los mismos resultados, detallando que el efecto es más claro cuando el heno es de baja calidad (40% FDA; $P \leq 0001$). Las investigaciones al respecto han mostrado que la mejora de la dieta incrementa el consumo y la digestibilidad de los forrajes (McCollum y Galyean, 1985; DelCurto et al., 1990b; Brandyberry et al., 1991; Olson et al., 1999). Estos autores encuentran respuestas similares a nuestro resultado en el consumo del alimento picado detallando el porqué de la buena aceptabilidad en el consumo por el grupo experimental.

4.2. Producción de leche y contenido grasa en la leche

El efecto de la suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora sobre la respuesta de producción de leche muestra en la (Tabla 13), presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$), teniendo una producción de leche el grupo con suplementación 10.26 ± 1.37 Kg/día y el grupo sin suplementación 8.52 ± 1.86 Kg/día, con una diferencia de 1.834 Kg/día a favor de la suplementación, o 0.459 Kg de leche por Kg de concentrado fibroso.

El contenido de grasa en la leche también fue significativo entre ambos grupos de vacas ($p < 0.01$) (Tabla 13), con un promedio de $3.69 \pm 0.02\%$ para vacas con suplementación y $3.75 \pm 0.04\%$ para vacas sin suplementación, siendo la disminución de 0.07% de grasa en la leche por efecto de la suplementación.

LA Disminución de 0.07 del porcentaje grasa en la leche probablemente se deba a la reducción de tamaño de partícula en la dieta. El forraje no debe ser picado a menos de 0.95 cm. Si se pica a un tamaño más fino, puede disminuirse el porcentaje de grasa dramáticamente y aumentar

la proteína de 0.2 a 0.3 unidades. Por lo general, el porcentaje mínimo de forraje que debe contener una dieta es de 40 a 50%, para evitar una disminución en el porcentaje de grasa. Así mismo la reducción de tamaño de partícula en la dieta disminuye el masticado, lo que conlleva a una reducción de la secreción de sustancias tampón vía saliva, causando un declive en el pH ruminal. El pH del rumen no debe caer por debajo de 6.0 a 6.2, ya que si esto ocurre la degradación de la fibra por los microorganismos se reduce, lo cual a su vez causa una depresión en la síntesis de la grasa láctea (Cruz y Sánchez, 2000).

Tabla 13. Efecto de la suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora sobre la producción de leche y el contenido de grasa en la leche de vacas lecheras Brown Swiss. Estación Experimental Agraria Illpa INIA, Puno.

Tratamiento	(n)	Con suplem.		Sin suplem.	(P _{Value})
		Promedios de 90 días			
Producción de leche, Kg/d	18	10.26 ± 1.37 ^a	8.42 ± 1.86 ^b		P < 0.01
Grasa en la leche, %	7	3.68 ± 0.02 ^b	3.75 ± 0.04 ^a		P < 0.01

^{a,b} Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa.

Los resultados encontrados en el presente trabajo son diferentes a los reportes de autores que no encontraron diferencia significativa ($p > 0.05$) al suplementar con 3 y 6 kg MS de concentrado (Schöbitz, 2011), del mismo modo Delaby et al. (2001); Bargo et al. (2002); Delaby et al. (2003); Pulido y Leaver (2003); Kennedy et al. (2007); Kennedy et al. (2008); McEvoy et al. (2008); McEvoy et al. (2009) y Pulido et al. (2010), quienes no encontraron variaciones significativas al evaluar la producción de grasa (Kg/vaca/día).

El efecto de la suplementación con concentrado fibroso con inclusión de heno de totora depende directamente de la ingesta de pastos durante el día (Peyraud et al., 1997). Existen numerosos estudios que encontraron efectos significativos de la suplementación sobre la

producción de leche. Así por ejemplo, Reis y Combs (2000) reportan un incremento de 0.86 Kg de leche por cada Kg de materia seca de concentrado suplementario con 10 Kg y 1 Kg de leche por cada Kg de MS de concentrado al suplementar con 5 kg. Delaby et al. (2001) encontró una respuesta de 1.04 kg de leche por cada kg de MS de concentrado, al suplementar con 6 kg. Stockdale (1999) hallaron una respuesta de 1.1 kg de leche por cada Kg de MS de concentrado, en periodo de verano otoño, al suplementar con 5 kg. Bargo et al. (2002) señalan valores de 0.96 Kg de leche por cada Kg de MS de concentrado con alta disponibilidad de pastos, al suplementar con 8 Kg, y 1.36 kg de leche por cada Kg MS de concentrado con baja disponibilidad de pastos, al suplementar con 6 Kg consecutivamente. Bargo et al. (2003) reporta en una regresión de 8 trabajos que las vacas de alta producción al inicio de la lactancia, tienen una respuesta promedio de 1 kg de leche por cada Kg MS de concentrado, hasta los 10 Kg de suplementación. Otros trabajos presentan respuestas similares. Sairanen et al. (2006) encontró respuestas de 0.73, 0.92 y 0.83 kg de leche por cada Kg de MS de concentrado al suplementar con 3, 6, 3 Kg, respectivamente.

El incremento de la producción de la leche por efecto de la suplementación de concentrado fibroso probablemente se deba a la fermentación de los forrajes físicamente tratados (molidos) en el rumen, generando una estrecha relación entre el ácido acético y el propiónico, es decir, incrementa la proporción del propiónico con relación al acético, la misma que estimula los mecanismo de biosíntesis que se manifiestan en mayor elaboración de lactosa; la lactosa por su efecto osmótico hace que la glándula mamaria elabore mayor volumen de leche lo cual se manifiesta en una mayor producción (Holmes y Wilson, 1989).

4.3. Peso vivo y condición corporal

El efecto de la suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora sobre la respuesta de peso vivo se muestra en la Tabla 14, presentando diferencias significativas ($p < 0.01$) con una ganancia de peso vivo de 26.04 ± 1.09 Kg (0.293 Kg/día) en el grupo con suplementación y 9.63 ± 2.49 Kg (0.107 Kg/día) en el grupo sin suplementación, siendo superior en 16.4 Kg en vacas con suplementación en un período de 90 días.

El peso corporal de las vacas lecheras es una variable de medición poco tradicional debido a la variación por el estado fisiológico cambiante. En efecto, la ganancia de peso fue muy variable, sobre todo en el grupo de vacas sin suplementación (control); sin embargo, la diferencia fue significativa ($p < 0.001$).

Tabla 14. Efecto de la suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora sobre la ganancia de peso vivo y la condición corporal de vacas lecheras Brown Swiss. Estación Experimental Agraria Illpa INIA, Puno.

Tratamiento	(n)	Con supl.	Sin supl.	(P _{Value})
		Período de 90 días		
Ganancia de peso, Kg	18	26.2 ± 11.1^a	10.1 ± 10.8^b	$P < 0.01$
Condición corporal	18	2.98 ± 0.13^a	2.70 ± 0.17^b	$P < 0.01$

^{a,b} Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa.

Los puntajes promedios de la condición corporal fueron también significativos entre ambos grupos de vacas ($P < 0.0001$) (Tabla 14). Estos resultados son concordantes con otros estudios donde también se ha encontrado una ganancia significativa de peso vivo de 0.336 Kg/día en vacas suplementadas con 6 Kg de concentrado (Schöbitz, 2011). En otros estudios no se encontraron efectos significativos del peso vivo en vacas de media y alta producción (Pulido y Leaver, 2001; Bargo et al., 2002; Kennedy et al., 2002; Pulido y Leaver, 2003).

Las vacas lecheras en lactación normalmente pierden peso corporal y condición corporal como consecuencia de la movilización de las reservas corporales de grasa (lipólisis), sobre todo en la etapa de transición (21 días antes y 21 días después del parto), debido a las altas demandas de energía (glucosa) que le impone el inicio de la lactación que conducen al balance energético negativo (Roberts et al., 2012).

Con adecuación a la escala de 1 a 5 puntos desarrollada para vacas Holstein (Wildman et al., 1982; Roche et al., 2009), las vacas con suplementación empezaron el experimento con una condición corporal promedio de 2.63 ± 0.15 y finalizaron con 3.34 ± 0.22 , logrando una ganancia de 0.71 ± 0.12 puntos, la misma que a pesar de su alta variabilidad fue significativa ($p < 0.0001$); mientras que las vacas sin suplementación (control) empezaron con 2.66 ± 0.16 y finalizaron con 2.78 ± 0.21 , logrando un ligero incremento de 0.12 ± 0.10 , altamente variable y no significativa ($p > 0.05$).

A nivel general, el promedio de las cuatro evaluaciones realizadas al inicio, durante y al final del período experimental (Tabla A8, anexo) dio un puntaje de 2.98 ± 0.13 para el grupo experimental y 2.70 ± 0.17 para el grupo control, los mismos que fueron significativos ($p < 0.0001$), evidenciando el efecto positivo de la suplementación con concentrado fibroso sobre la condición corporal de las vacas.

La condición corporal es un referente importante para la predicción de la respuesta productiva y reproductiva de las vacas lecheras. El puntaje de la condición corporal (BCS) evalúa la proporción de grasa corporal del animal, siendo reconocido como un factor importante en el manejo del ganado lechero (Roche et al., 2009). A partir de los resultados se puede indicar que las vacas con suplementación acumularon mayor grasa corporal y una mayor condición corporal.

El trabajo no ha considerado el seguimiento reproductivo de las vacas; sin embargo, muchas vacas del grupo experimental fueron seleccionadas al finalizar el experimento, con base al puntaje de la condición corporal para su uso como probables donadoras en un programa de transferencia de embriones implementado por la Estación Experimental Agraria Illpa del INIA. Los estudios sobre el tema indican que las vacas muy flacas o muy gordas son de baja fertilidad, con una relación lineal entre la fertilidad y las reservas de energía de la vaca y que existe una relación genética de la condición corporal con la fertilidad (Tiezzi et al., 2013).

El patrón de fermentación ruminal es un referente importante para la predicción del estado metabólico del animal. El concentrado fibroso, por sus características físicas (molido), ha promovido la fermentación propiónica, y ésta, la mayor producción de insulina responsable de la gluconeogénesis, lactogénesis y lipogénesis, con la consecuente mayor producción de leche y una mejor condición corporal (Leroy et al., 2011; Bisinotto et al., 2012; Van Hoeck et al., 2013).

Además de mejorar el nivel productivo, el concentrado fibroso con inclusión de heno de totora ha logrado disminuir la pérdida de reservas corporales de los animales (Sairanen et al., 2006) y en especial en el final de la lactancia donde la energía aportada por el concentrado fue utilizada para recuperar las reservas corporales (Delaby et al., 2003), ya que la vaca destina mayor cantidad de energía a mejorar las reservas corporales en desmedro de la producción de leche (Stakelum et al., 2007), con una buena oferta de pastos más la suplementación de concentrados, el peso vivo de las vacas tiende a aumentar, siendo mayores al aumentar el nivel de suplementación con concentrados energéticos (Delaby et al., 2003; Sairanen et al., 2006).

V. CONCLUSIONES

- 5.1. El concentrado fibroso con inclusión de heno de totora es un alimento suplementario saludable de buena aceptación por las vacas lecheras, cuya cantidad ofrecida de 4 Kg/vaca/día fue consumida en su totalidad, sin evidenciar rechazo alguno.
- 5.2. La suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora en la alimentación de vacas lecheras tiene efecto sobre la producción de leche, con un incremento de 1.834 Kg/día ($P<0.01$) y sobre el contenido de grasa de la leche, disminuyendo en 0.07% ($p<0.01$).
- 5.3. La suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora tiene efecto sobre el peso vivo ($p<0.01$), mejorando en 16.1 Kg (0.179 Kg/día) y sobre la condición corporal de las vacas en 0.28 puntos ($p<0.01$), en un período de 90 días.

VI. RECOMENDACIONES

- 7.1. Utilizar la suplementación alimenticia con concentrado fibroso con inclusión de heno de totora en la alimentación de vacas lecheras a fin de mejorar su producción de leche, el peso vivo y la condición corporal.
- 7.2. Realizar ensayos con alimentación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora como mezcla en ración total de las vacas, tendiente al manejo en estabulación.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, M. J., G. E. Stoddard, C. H. Mickelsen, and R. C. Lamb. 1990. Intake limitations feeding behavior and rumen function of cow challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *J. Dairy Sci.* 58:72-75
- Avondo, M., G. Licitra, M. Bognanno, A. N. Keshtkaran, D. Marletta, and G. D'Urso. 1995. Effects of the type and level of supplementation on grazing behaviour of lactating ewes in a Mediterranean natural pasture. *Livest. Prod. Sci.* 44:237-244.
- Bargo, F., L. D. Muller, E. S. Kolver, and J. E. Delahoy. 2003. Invited Review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 86:1-42.
- Bargo, F., L. D. Muller, J. E. Delahoy, and T. W. Cassidy. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85:1777-1792.
- Bath, D. L., F. N. Dickinson, H. A. Tucker, and R. D. Appleman. 1985. *Dairy Cattle*. 3a ed. Lea y Febiger Press.
- Bautista, J. L. 1992. Fraccionamiento y degradabilidad real del llachu (*Elodea potamogeton*) y totora (*Scirpus totora*) en comparación al heno de avena (*Avena sativa*) en bovinos. Tesis de Magister Scientiae, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Bisinotto, R. S., L. F. Greco, E. S. Ribeiro, N. Martinez, F. S. Lima, C. R. Staples, W. W. Thatcher, and J. E. P. Santos. 2012. Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. *Anim. Reprod.* 9(3):260-272.
- Brandyberry, S., D. R. C. Cochran, E. S. Vanzant, T. Del Curto, and L. R. Corah. 1991. Influence of supplementation method on forage use and grazing behavior by beef cattle grazing bluestem range. *J. Anim. Sci.* 69(10):4128-4136.
- Butler, W. R., R. W. Everett, and C. E. Coppock. 1981. The relationships between energy balance, milk production, and ovulation in postpartum Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 53:742-748.
- Cabral, C. H. A., M. F. Paulino, N. F. de P. Rilene, F. D. Valadares, and F. Lana de Araújo. 2012. Levels of supplementation for grazing pregnant beef cows during the dry season. *R. Bras. Zootec.* 41(12):2441-2449.
- Campana, A. 1975. Estudio preliminar de la influencia ambiental en el contenido bromatológico de cinco especies de forrajeras acuáticas del Dpto. de Puno. Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Chambi, 2008. Efecto de la suplementación alimenticia con levaduras sobre la producción de leche y la condición corporal de vacas. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

- Church, D. C. y W. G. Pond. 2007. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales, Ed. Limusa Willey, 2da Edición, México.
- Cielo, R. y A. Zirena. 1979. Distribución de la vegetación acuática (macrophyta) en la bahía de Puno, Lago Titicaca. Instituto del Mar Peruano (IMARPE), Puno.
- Collot, D. 1980. Les Macrophytes de Quelques Lacs Andins. Convenio Universidad Mayor de San Andrés - ORSTOM, La Paz.
- Cruz, M y J. Sanchez, 2000. La fibra en la alimentación de ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical*. 6(1):39-74.
- Delaby, L., J. L. Peyraud, and R. Delagarde. 2001. Effect of the level of concentrate supplementation, herbage allowance and milk yield at turn-out on the performance of dairy cows in mid lactation at grazing. *J. Anim. Sci.* 73:171-181.
- Delaby, L., J. L. Peyraud, J. R. Peccatte, N. Foucher and G. Michel. 2003. The effect of two contrasting grazing managements and level of concentrate supplementation on the performance of grazing dairy cows. *Anim. Res.* 52:437-460.
- DelCurto, T. R., R. C. Cochran, L. R. Corah, A. A. Beharka, E. S. Vanzant, and D. E. Johnson. 1990a. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: II. Performance and forage utilization characteristics in grazing beef cattle receiving supplements of different protein concentrations. *J. Anim. Sci.* 68:532-542.
- DelCurto, T. R., R.C. Cochran, D.L. Harmon, A.A. Beharka, K.A. Jacques, A. G. Towne, and E. S. Vanzant. 1990b. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: I. Influence of varying supplemental protein and (or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. *J. Anim. Sci.* 68: 515-531.
- Dillon, P., S. Crosse, and B. O'Brien. 1997. Effect of concentrate supplementation of grazing dairy cows in early lactation on milk production and milk processing quality. *Irish J. Agric. Food Res.* 36.
- Edmonson A. J., I. L. Lean, C. O. Weaber, T. Farber, and G. A. Webster. 1989. Body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72: 68-78.
- Fernández Baca, S. y C. Novoa. 1966. Digestibilidad de la totora en ovinos y alpacas. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria*, vol. V, UNMSM, Lima.
- Flores, J. A. 2012. Inclusión del heno de totora (*schoenoplectus tatora*) en mezcla alimenticia para vacunos. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Galiano, J. 1987. Productividad primaria de la totora (*Scirpus totora* Khunt), en el Lago Titicaca, Sector Puno. Tesis de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

- Garret, W. 1980. Energy utilization of growing cattle as determined in seventy-two comparative slaughter experiments. In: Energy Metabolism, L. Mount. Butterworths, London.
- Gavancho, M. 1975. La Tatora base de la economía de la comunidad de Chimú. Tesis de la Escuela Normal Superior Mixta. Puno, Perú.
- Gerber, N. 1935. Procedimiento de ácido sulfúrico. Alemania. DIN. 12836.
- Grace, N. D., and S. O. Knowles. 2012. Trace Element supplementation of livestock in New Zealand: Meeting the Challenges of Free-Range Grazing Systems. *Veterinary Medicine International*. 2012:1-8.
- Grant, R. 1991. Evaluating the feeding value of fibrous feeds for dairy cattle. In: http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding/Evaluating_Fibrous_Feed_for_Dairy_Cattle.html
- Grant, R. J., V. F. Colenbrander, V. F., and D. R. Mertens. 1990. *J. Dairy Sci.* 73:1834.
- Greenhalgh, J. F. D., and G. W. Reid. 1973. An introduction to herbaje intake measurements. In; J. D. Leaver (Ed) *Herbaje intake Handbook*. The British Grassland Society. *Anim. Prod.* 16, 223.
- Gutiérrez, G. 1991. Digestibilidad *in vivo* de Tres Partes Morfológicas de la Tatora (*Schoenoplectus tatora*) en Cuyes Mejorados (*Cavia porcellus* L.). Tesis de Ing. Agrónomo, U. N. A. Puno, Perú.
- Harris, B. 1992. The importance of fiber in feeding dairy cattle. In: <http://edis.ifas.ufl.edu/scripts/htmlgen.exe>. Document DS064.
- Heinrichs, A. J., B. P. Lammers, and D. R. Buckmaster. 1997. Processing, mixing, and particle size reduction. Forage processing for ruminants. In: *Pasture and Forages Symposium*. *J. Anim. Sci.* 75 (Suppl. 1): 140.
- Herbas, P. 1978. Evaluación preliminar de la producción de totora (*Scirpus totora_Kunth*) del Lago Titicaca Sector peruano. Tesis de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Holmes, P., y A. Wilson, 1989. Producción de leche en praderas. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza (España).
- Iltis, A., y P. Mourguiart. 1991. Repartición de biomásas en el lago Titicaca. En: *El Lago Titicaca. Síntesis del conocimiento limnológico actual*. C. Dejoux y A. Iltis editores. Orstom, Hisbol, La Paz.
- Imamidoost, R., and J. P. Cant. 2005. Non-steady-state modeling of effects of timing and level of concentrate supplementation on ruminal pH and forage intake in high-producing, grazing ewes. *J. Anim. Sci.* 83:1102-1115.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria E.E.A.). 1997. Plan Operativo. Campaña Agrícola 1997. Ministerio de Agricultura. Illpa-Puno.

- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), 1996. Problemática de los totorales en el lago Titicaca. Resumen ejecutivo, Ministerio de Agricultura, Puno.
- Islas, A., T. C. Gilbery, R. S. Goulart, C. R. Dahlen, M. L. Bauer, and K. C. Swanson. 2013. Influence of supplementation with corn dried distillers grains plus solubles to growing calves fed medium-quality hay on growth performance and feeding behavior. *J. Anim. Sci.* 18:7067.
- Jadalla, J. B., D. M. Mekki, and T. A. Mohamed. 2012. Effects of Supplementation of the dry season grazing with groundnut haulms on nutrients utilization and sheep performance in West Kordofan State, Sudan. *J. Anim. Prod. Adv.* 2(10):462-468.
- Kaufmann, W. y V. Saelzer. 1980. Fisiología Digestiva Aplicada del Ganado Vacuno. Editorial ACRIBIA, Zaragoza.
- Kennedy, E., M. O'Donovan, F.P. O'Mara, J.P. Murphy and L. Delaby. 2007. The effect of early-lactation feeding strategy on the lactation performance of spring-calving dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:3060-3070.
- Kennedy, E., M. O'Donovan, L. Delaby, and F. P. O'Mara. 2008. Effect of herbage allowance and concentrate supplementation on dry matter intake, milk production and energy balance of early lactating dairy cows. *Livest. Sci.* 117:275-286.
- Kennedy, J., P. Dillon, K. O'Sullivan, F. Buckley, and M. Rath. 2003. The effect of genetic merit for milk production and concentrate feeding level on the reproductive performance of Holstein-Friesian cows in a grass-based system. *Anim. Sci.* 76:297-308.
- Kennedy, J., P. Dillon, P. Faverdin, L. Delaby, F. Buckley, and M. Rath. 2002. The influence of cow genetic merit for milk production on response to level of concentrate supplementation in a grass-based system. *Anim. Sci.* 75:433-445.
- Kunkle, W. E., J. T. Johns, M. H. Poore, and D. B. Herd. 2000. Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. *J. Anim. Sci.* 77:1-11.
- Leroy, J. L., D. Rizos, R. Sturmey, P. Bossaert, A. Gutierrez-Adan, S. Valckx, and P. E. Bols. 2011. Intrafollicular conditions as a major link between maternal metabolism and oocyte quality: a focus on dairy cow fertility. *Reprod. Fertil. Dev.* 24(1):1-12.
- Levieil, D., Q. Cutipa, C. Goyzueta, y F. Paz. 1991. Importancia socioeconómica de la extracción de macrófitos de la bahía de Puno. En: "Contaminación en el Lago Titicaca, Perú". T. Northcote, P. Morales, S. Levy, y M. Greaven Editores. University of British Columbia, Canada, y Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

- Lloyd, L. E., E. W. Crampton, E. Donefer and S. E. Beacom. 1960. The effect of chopping versus grinding on the nutritive value index of early versus late cut red clover and timothy hays. *J. Anim. Sci.* 19:859-866.
- Malpartida, E. 1995. Manejo de pastos avanzado. Publicación mimeografiada, Programa de pastos y forrajes. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Mamani, G. 1973. Evaluación de la superficie de rendimiento de la totora (*Scirpus californicus*) en el Lago Titicaca. Tesis de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Mamani, G. 2006. Efecto de la suplementación alimenticia sobre la producción de leche y rentabilidad en vacas Brown Swiss de la Estación Experimental Illpa-INIA Puno. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- McCollum, F. T., and M. L. Galyean. 1985. Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. *J. Anim. Sci.* 60: 570-577.
- McEvoy, M., E. Kennedy, J. P. Murphy, T. M. Boland, L. Delaby and M. O'Donovan. 2008. The effect of herbage allowance and concentrate supplementation on milk production performance and dry matter intake of spring-calving dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 91:1258-1269.
- McEvoy, M., M. O'Donovan, E. Kennedy, J. P. Murphy, L. Delaby and T.M Boland. 2009. Effect of pregrazing herbage mass and pasture allowance on the lactation performance of Holstein-Friesian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:414-422.
- Mertens, D. 1992. Regulation of forage intake. In: Forage Quality. Evaluation, and Utilization. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin, USA.
- Mertens, D. 1994. Regulation of forage intake. In: Forage Quality. Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin, USA
- Monroy, T. 1941. La Totora es una Ciperácea. Tesis de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional San Antonio de Abad, Cusco.
- National Research Council (NRC). 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th Rev. Ed. National Academy Press. Washington, D.C.
- NRC (National Research Council). 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th Rev. Ed. National Academy Press. Washington, D.C.

- Olson, K. C., R. C. Cochran, T. J. Jones, E. S. Vanzant, E. C. Titgemeyer, and D. E. Johnson. 1999. Effects of ruminal administration of supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality warm-season grass hay by beef steers. *J. Anim. Sci.* 77 77:1016-1025.
- Oyanguren, F. 1968. Ensayo Comparativo de la Digestibilidad de Ensilaje de Avena (*Avena sativa*) Variedad Mantaro 15 y de Totora (*Scirpus totora*) en Ovinos y Alpacas. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- PELT (Proyecto Especial Lago Titicaca). 1993. Superficie y biomasa de totorales en el Lago Titicaca. Informe.
- Peyraud, J. L., L. Delaby, and R. Delagarde. 1997. Quantitative approach of dairy cows nutrition at grazing; some recent developments. In: Latrille, L., Chahin, G. (Eds.), Producción de leche en base a praderas. Sociedad Chilena de Producción Animal, pp. 60 - 93.
- Portillo, R. y M. Anchapuri. 1993. Organización Comunal en la Explotación de la Totora y sus efectos económicos y Sociales en la Economía Familiar Campesina (Caso Comunidad Suancata - Juli). Tesis de Ing. Economista, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Pulido, R. G., and J. D. Leaver. 2001. Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked dairy cows. *Grass and Forage Science.* 56:57-67.
- Pulido, R., R. Muñoz, C. Jara, O. Balocchi, J. P. Smulders, F. Wittwer, P. Orellana, and M.A. O'Donovan. 2010. The effect of pasture allowance and concentrate supplementation type on milk production performance and dry matter intake of autumn-calving dairy cows in early lactation. *Livest. Sci.* 132:119-125.
- Pulido, R.G and J.D. Leaver. 2003. Continuous and rotational grazing of dairy cows; the interactions of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Science.* 58:265-275.
- Putnam, P.A., D.A. Yarns y R.E. Davis. 1966. Effect of pelleting rations and hay: Grain ratio on salivary secretion and ruminal characteristics of steers. *J. Anim. Sci.* 25:1176-1180.
- Raynal, A. 1991. Las Plantas Superiores en: "El Lago Titicaca", Síntesis del conocimiento limnológico actual. C. Dejoux y A. Iltis editores. ORSTOM, HISBOL, La Paz.
- Reis, R. B., and D. K. Combs. 2000. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dairy Sci.* 83:2888-2898.

- Rivera, A. 1979. Análisis bromatológico y microbilógico de "Chullo" de totora. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Roberts, T., N. Chapinal, S. J. LeBlanc, D. F. Kelton, J. Dubuc, and T. F. Duffield. 2012. Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk. *J. Dairy Sci.* 95:3057-3063.
- Roche, J. R., N. C. Friggens, J. K. Kay, M. W. Fisher, K. J. Stafford, and D. P. Berry. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Sci.* 92:5769-5801.
- Roque, B., J. L. Bautista, M. J. Aranibar, R. D. Rojas, C. Pinares-Patiño, D. Pineda, J. A. Flores y F. A. Rojas. 2012. Manejo y procesamiento de la totora (*Schoenoplectus tatora*) en concentrado fibroso para la alimentación de vacunos, el incremento de su productividad y la reducción de las emisiones de metano (CH₄). Informe CONCYTEC.
- Roque, B., M. Echevarría y C. Gómez. 2000. Producción forrajera y valor nutricional de la totora (*Scirpus tatora*) en vacunos. *Anales Científicos*, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- Roque, B., R. Gallegos y J. C. Chayña. 1996. Efecto de la suplementación alimenticia en el engorde de toretes criollos. U. N. A. Puno.
- Sairanen, A., H. Khaliji, and P. Virkajarvi. 2006. Concentrate supplementation responses of the pasture-fed dairy cow. *Livest. Sci.* 104:292-302.
- Sánchez, J.M., L. Soto. 1998. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos. II. Componentes de la pared celular. *Nutrición Animal Tropical* 4(1)3:23.
- Schöbitz, U. R. 2011. Respuesta al nivel de suplementación con concentrado de vacas en lactancia, sometidas a dos ofertas de pradera en otoño. Tesis Mg. Sc. Universidad Austral de Chile. Valdivia.
- Segers, R. 1998. Methane production and methane consumption: a review of processes underlying wetland methane fluxes. *Biogeochemistry.* 41:23-51.
- Stakelum, G., and P. Dillon. 2003. The effect of concentrate type on herbage intake, diet composition and grazing behaviour of dairy cows and the association with sward characteristics. *Irish J. Agric. Food R.*
- Stakelum, G., and R. Dillon. 2007. The effect of grazing pressure on rotationally grazed pastures in spring/early summer on the performance of dairy cows in the summer/autumn period. *Irish J. Agric. Food Res.* 46:29-46.

- Stockdale, C. R. 1999. The nutritive characteristics of herbage consumed by grazing dairy cows affect milk yield responses obtained from concentrate supplementation. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 39, 379-387.
- Tapia, M. 1984. *Pastos Naturales del Altiplano, Perú-Bolivia*. Edición Ecuatoriana.
- Ticona, I. 1980. Determinación del cariotipo de la totora en el lago Titicaca. Tesis de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Tiezzi, F., C. Maltecca, A. Cecchinato, M. Penasa, and G. Bittante 2013. Thin and fat cows, and the nonlinear genetic relationship between body condition score and fertility. *J. Dairy Sci.* 96:6730-6741.
- Van Hoeck, V., J. L. Leroy, M. Arias Alvarez, D. Rizos, A. Gutierrez-Adan, K. Schnorbusch, P. E. Bols, H. J. Leese, and R. G. Sturmey. 2013. Oocyte developmental failure in response to elevated nonesterified fatty acid concentrations: mechanistic insights. *Reproduction*. 145(1):33-44.
- Van Soest, P. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant*. O & B Books, Inc. Corvallis, OR. Cornell University.
- Walter, K. M., L. C. Smith, and F. S. Chapin III. 2007. Methane bubbling from northern lakes: present and future contributions to the global methane budget. *Phil. Trans. R. Soc. A.* 365:1657-1676.
- Wattiaux, A.M. 1996. Composición y análisis de alimentos. Esenciales lecheras, Resúmenes breves de Nutrición y Alimentación, Guías Técnicas Lecheras. Universidad de Wisconsin-Madison. En: http://babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/dairy_essentials_spn_spn.html.
- Weston, R.H. y P.M. Kennedy. 1984. Techniques in particle size analysis of feed and digesta in ruminants. P.M. Kennedy (ed). *Can. Soc. Anim. Sci.* pps.777
- Wildman, E. E., G. M. Jones, P. E. Wagner, R. L. Boman, H. F. Troutt and T. N. Lesch. 1982. A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. *J. Dairy Sci.* 65(3):495-501.
- Woodford, S. T., and M. R. Murphy. 1988. Effects of ruminal administration of supplemental degradable intake protein. *J. Dairy Sci.* 71, 674.
- Zervas, G., L. Zarkadas, C. Koutsotolis, C. Goulas, and A. Mantzios. 1999. The effect of altering the hay to concentrate ratio and concentrate composition on the rumen fermentation of dry sheep and milk production of lactating dairy ewes. *Anim. Sci.* 69:637-645.

ANEXOS

Tabla A1. Producción de la leche en Vacas Brown Swiss en la Estación Experimental Agraria Illpa del INIA, Puno, día (0).

N°	Con Suplementación		Sin Suplementación	
	Arete	Día (0)	Arete	Día (0)
1	159	12.0	235	10.0
2	287	9.8	267	11.0
3	292	9.9	271	7.0
4	314	10.2	353	9.0
5	330	10.2	369	12.0
6	341	11.5	408	7.0
7	389	12.0	413	12.0
8	439	7.8	422	12.0
9	454	7.6	433	9.0
10	466	8.5	447	9.5
11	471	11.5	475	10.5
12	472	8.0	478	10.0
13	482	12.3	480	9.2
14	489	8.2	524	11.0
15	492	10.2	537	8.0
16	518	7.0	547	10.0
17	528	8.0	548	7.5
18	551	8.0	564	9.0
Promedio		9.59		9.65
Desviación. Estándar.		1.75		1.61
C.V., %		18.2		16.7

Tabla A2. Registro de la producción de leche diaria en grupo de las vacas alimentadas de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora (*Schoenoplectus tatora*) en la producción de la leche. Estación Experimental Agraria, Ilpa. INIA.

Nro. Vaca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Produc total día	Promedio leche Kg/día
día Mes	V159	V287	V292	V314	V330	V341	V389	V439	V454	V466	V471	V472	V482	V489	V492	V518	V528	V551		
1 1	11.6	10.2	10.2	11.2	10.2	11.1	14.1	8.8	11.6	7.5	12.4	9.6	12.5	9.1	10.0	7.4	7.8	7.8	183.1	10.2
2 1	12.0	12.2	12.0	14	10.2	14.3	15.0	8.2	12.3	8.6	13.2	11.6	14.0	8.5	10.4	7.5	9.1	7.2	200.3	11.1
3 1	11.5	12.8	12.2	12	11.4	12.9	15.8	10.2	13.3	8.2	13.3	11.2	12.0	11	10.0	7.0	10.5	7.5	202.8	11.3
4 1	12.3	11.2	12.3	11.7	12.0	11.5	14.6	9.5	17.0	9.6	12.1	10.3	12.8	9.2	10.9	8.8	10.0	11.2	207.0	11.5
5 1	12.0	11.3	12.6	11.9	10.9	13.8	13.2	10.2	13.8	10.3	13.2	12.5	11.8	10.2	10.5	8.5	9.0	9.0	204.7	11.4
6 1	11.5	10.9	12.7	10.7	10.8	10.7	12.2	8.7	15.5	9.8	16.5	13	13.2	11.3	10.3	11.2	8.9	9.7	207.6	11.5
7 1	11.6	11.9	11.7	11.4	10.0	12.7	14.7	9.4	14.5	9.5	15.1	10.2	12.1	9.6	10.5	9.9	9.2	10.2	204.2	11.3
8 1	12.0	11.0	11.0	10.7	10.0	10.7	13.1	8.8	11.5	9.0	13.7	11.7	12.1	9.1	10.7	8.8	9.2	8.4	191.5	10.6
9 1	11.6	11.3	9.2	11.7	9.0	14.0	13.7	8.8	11.8	8.6	11.9	9.7	10.0	9.6	10.6	9.7	9.4	9.8	190.4	10.6
10 1	10.0	10.3	9.1	11.8	9.7	13.3	11.8	8.5	13.0	8.7	10.0	10.2	11.8	8.5	10.6	8.6	8.8	8.5	183.2	10.2
11 1	10.0	10.4	10.3	13	13.7	14.1	14.0	10.3	12.2	8.1	11.8	11.0	11.4	9.2	12.0	9.0	11.1	9.6	201.2	11.2
12 1	10.7	12.9	9.4	13.3	12.4	11.9	13.5	9.1	12.9	9.5	11.4	10.9	12.7	11.4	11.0	11.2	9.2	9.0	202.4	11.2
13 1	11.1	10.3	9.2	11.6	10.2	12.6	13.2	9.8	14.3	10.5	16.0	12.1	11.5	10.0	10.0	11	11.5	9.6	204.5	11.4
14 1	10.9	12.1	10.0	11.6	12.0	14.6	13.2	9.0	11.0	7.6	12.2	12.1	12.5	9.0	11.6	7.5	9.0	7.0	192.9	10.7
15 1	11.3	11.2	11.2	12.2	9.0	11.7	15.3	8.2	11.2	9.0	12.4	12.4	12.2	10.6	12.2	7.8	9.8	9.1	196.8	10.9
16 1	10.3	13.2	8.7	11.9	12.7	16.1	14.8	10.8	11.0	8.6	14.1	12.6	12.0	8.2	12.4	7.2	9.0	7.8	201.4	11.2
17 1	10.4	10.5	12.8	13.6	11.9	12.5	13.2	11.0	12.0	9.5	12.0	13.4	11.9	8.7	12.7	8.0	9.6	7.5	201.2	11.2
18 1	10.5	9.4	8.0	9.6	10.0	9.8	12.5	11.2	10.0	8.9	10.0	9.7	12.5	7.8	9.5	9.0	10.5	7.6	176.5	9.8
19 1	10.4	11.5	9.5	11.5	11.0	10.5	14.3	7.9	11.0	9.9	13.2	10.6	11.5	8.0	11.6	8.5	8.4	7.0	186.3	10.4
20 1	10.0	10.2	9.5	10.2	10.5	11.0	10.0	8.3	9.8	10.6	11.4	8.0	11.2	8.2	10.5	7.8	8.0	7.2	172.4	9.6
21 1	10.2	10.2	9.0	13.6	9.6	12.2	12.8	8.5	10.3	9.4	11.0	9.2	12.6	8.0	11.3	7.2	9.6	9.0	183.7	10.2
22 1	10.2	10.5	9.2	11.3	5.8	12.2	13.2	7.5	8.3	9.6	11.0	10.3	11.8	8.9	10.0	7.8	9.2	7.9	174.7	9.7
23 1	10.6	9.1	9.0	12.0	9.0	11.0	11.2	8.1	10.0	8.9	10.2	10.6	11.0	8.4	9.6	7.8	9.0	7.5	173.0	9.6
24 1	10.5	10.2	9.2	11.6	11.0	12.2	11.9	7.4	10.2	9.5	12.1	8.8	12.7	9.3	10.4	7.5	10	7.6	182.1	10.1
25 1	9.0	9.5	8.3	11	8.8	11.1	9.7	9.5	10.4	8.4	10.2	10.1	10.0	9.8	9.5	7.6	7.8	7.4	168.1	9.3
26 1	8.4	8.5	7.8	10.2	9.5	10.0	10.8	7.5	6.7	8.0	9.6	8.0	9.3	9.5	10.1	6.3	7.5	7.8	155.5	8.6
27 1	8.5	9.9	8.0	9.2	8.6	8.2	9.5	7.8	8.0	7.9	10.2	7.0	10.4	9.0	8.5	5.5	8.1	7.0	151.3	8.4
28 1	8.5	8.6	5.6	10.4	9.6	11.0	10.0	6.9	9.6	8.5	8.4	8.0	9.0	7.9	9.7	6.0	8.0	7.4	153.1	8.5
29 1	7.5	9.4	8.4	8.6	7.5	10.0	11.0	8.0	11.1	7.8	7.4	7.1	9.6	8.8	10.5	5.8	8.0	7.2	153.7	8.5
30 1	7.1	10.0	9.6	10.7	8.2	10.4	10.6	10.1	10.1	8.5	10.0	10.1	12.8	7.6	9.2	5.7	8.2	4.0	162.9	9.1
31 1	10.0	11.6	3.8	10.8	12.1	10.0	10.5	8.8	10.0	9.2	10.8	6.6	4.2	7.1	10.0	7.6	8.3	7.2	158.6	8.8
32 2	9.0	11.6	9.0	10.1	10.1	10.2	11.1	7.4	12.8	7.8	12.1	9.8	8.2	9.8	9.3	6.6	8.8	8.8	172.5	9.6
33 2	8.1	11.2	9.5	10.8	10.0	10.6	10.8	8.7	11.4	10.2	10.4	7.3	10.7	8.8	10.7	6.7	8.7	7.8	172.4	9.6
34 2	9.8	8.6	9.1	7.7	11.0	12.0	13.2	7.2	11.8	10.5	9.1	9.8	8.9	9.0	9.5	6.2	9.0	7.7	170.1	9.5
35 2	11.4	8.8	7.7	11.0	10.0	9.5	11.0	8.0	13.5	7.2	11.0	8.4	8.0	10.1	10.0	6.3	7.5	7.5	166.9	9.3
36 2	8.6	9.2	12.2	12.2	10.2	12.8	11.2	7.8	11.7	8.5	11.8	10.9	13.5	10.5	9.3	7.1	8.5	7.0	183.0	10.2
37 2	10.2	11.4	9.0	10.8	9.0	10.3	14.3	8.4	10.7	8.4	9.6	10.0	9.0	8.6	10.3	4.6	9.0	7.0	170.6	9.5
38 2	8.8	11.4	9.6	11.7	10.3	9.5	11.5	8.1	11.5	9.4	10.4	12.4	10.0	8.8	11.0	7.6	8.8	8.4	179.2	10.0
39 2	9.3	12.0	10	14.6	10.0	11.0	9.5	9.9	11.4	7.4	11.4	12.0	12.6	9.3	11.5	7.5	9.6	8.7	187.7	10.4
40 2	7.0	12.1	9.0	11.0	10.0	11.3	12.9	8.0	11.0	7.5	10.2	7.5	10.1	7.4	9.2	6.4	9.0	8.7	168.3	9.4
41 2	8.0	11.5	9.0	9.4	14.3	13.5	13.0	8.3	11.3	8.8	10.8	9.1	10.0	8.3	9.5	6.7	9.8	7.5	178.8	9.9
42 2	7.0	11.7	11	11.0	15.3	12.8	13.0	8.6	11.1	9.1	11.0	8.5	9.2	9.0	9.3	6.6	9.0	7.6	180.8	10.0
43 2	9.3	12.2	10.6	11.8	11.2	13.3	11.2	10.5	11.0	9.4	11.3	11	10.2	9.2	12.0	7.3	9.8	8.0	189.3	10.5
44 2	9.3	11.6	9.4	11.8	12.9	13.5	13.7	9.8	13.0	8.0	11.5	9.3	9.5	9.2	9.4	7.0	10.1	8.0	187.0	10.4
45 2	12.0	11.0	10.9	13.1	11.6	12.5	12.8	7.9	10.7	9.1	13.0	9.0	10.5	8.5	9.0	9.6	10.3	8.9	190.4	10.6
46 2	9.0	10.0	10.7	11.6	11.5	14.4	12.7	8.3	14.7	7.5	10.0	8.2	9.1	9.0	8.7	7.0	10.6	9.3	182.3	10.1
47 2	8.1	10.0	10.7	11.0	12.4	12.9	13.5	10.2	11.0	7.2	11.6	6.0	10.2	10	11.0	10.5	10.5	7.9	184.7	10.3
48 2	7.6	9.5	9.0	10.2	10.5	13.6	12.8	11.3	13.5	7.5	10.5	8.0	10.2	8.4	10.5	7.4	9.1	9.7	179.3	10.0
49 2	7.0	11.3	10.6	9.8	14.5	13.0	13.0	10.2	10.2	8.5	14.2	7.0	10.0	9.3	11.0	8.6	11.0	8.2	187.4	10.4
50 2	7.8	11.6	8.9	12.4	12.0	13.5	15.0	11.1	12.8	9.3	14.0	7.0	11.1	9.1	12.2	7.0	9.6	9.3	193.7	10.8
51 2	8.8	13.1	10.4	9.7	14.5	14.6	14.0	8.1	12.7	10.4	11.8	7.0	11.1	8.9	11.3	7.8	10.8	8.0	193.0	10.7
52 2	9.7	13.6	13.0	11.0	11.9	13.4	14.1	11.0	12.3	8.1	10.5	7.8	10.9	10.3	10.3	9.6	9.4	7.7	194.6	10.8
53 2	11.0	13.2	10.2	12.8	10.2	13.6	12.4	8.0	12.0	8.7	10.0	7.0	11.1	11.6	10.7	6.6	10.0	10.6	189.7	10.5
54 2	9.0	12.3	8.4	11.0	13.2	13.4	14.0	7.5	13.6	8.2	13.1	6.7	12.8	9.8	11.2	8.3	9.9	7.6	190.0	10.6
55 2	8.6	13.5	9.7	13.4	12.4	14.3	13.3	13.3	9.6	9.0	13.4	13.0	11.7	9.5	10.6	8.6	9.6	8.6	202.1	11.2
56 2	9.2	12.4	11.7	12.9	12.4	9.8	11.8	11.0	11.3	10.8	10.3	8.7	10.5	11.1	10.8	7.7	9.5	8.3	190.2	10.6
57 2	9.3	12.4	11.5	12.6	9.7	14.3	16.6	10.1	11.8	8.4	11.4	9.3	10.5	10.8	10.8	7.5	9.5	8.2	194.7	10.8
58 2	9.9	11.6	10.0	13.8	14.6	14.4	11.7	11.2	9.8	10.2	11.0	8.0	11.9	11.1	10.0	9.7	11.1	7.0	197.0	10.9
59 2	9.9	12.9	10.4	13.0	11.5	12.8	14.0	9.6	9.4	7.5	11.3	9.6	10.0	13.2	10.9	9.3	9.0	8.8	193.1	10.7
60 2	9.4	11.0	9.0	12.5	12.0	11.2	10.8	8.0	10.9	8.1	13.2	7.6	13.2	10.9	12.1	7.8	10.1	7.7	185.5	10.3
61 3	10.6	11.5	9.5	10.4	11.0	14.3	11.6	7.8	10.0	8.6	12.5	9.2	11.0	8.5	10.7	5.8	9.8	8.7	181.5	10.1
62 3	8.2	12.5	9.1	12.2	15.7	10.8	12.9	8.4	12.7	8.4	10.7	9.5	13.6	8.6	1					



Nro. Vaca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Producc total día	Promedio leche Kg/día	
78	3	9.3	10.3	8.9	10.7	12.1	12.0	10.5	8.0	11.5	9.7	12.2	8.2	12.6	9.5	11.0	8.2	11.0	7.3	183.0	10.2
79	3	10.0	8.0	10.4	10.3	11.6	12.3	11	7.5	11.0	9.0	12.1	8.2	10.3	9.3	9.3	6.7	9.0	6.0	172.0	9.6
80	3	10.1	10.9	13.0	9.9	10.8	10.8	12.7	13.3	12.0	9.9	11.2	5.7	9.5	9.6	10.4	8.2	9.8	7.8	185.6	10.3
81	3	9.0	10.3	10.2	13.1	11.7	11.8	11.5	11.0	10.3	9.7	10.5	8.0	12.0	8.5	9.8	6.8	9.4	7.2	180.8	10.0
82	3	8.8	13.3	8.4	10.7	10.5	12.0	10.0	10.1	10.0	9.0	9.8	11.2	11.6	8.0	9.0	8.5	10.0	8.5	179.4	10.0
83	3	8.6	10.5	9.7	12.3	11.9	13.5	12.0	11.2	13.1	10.6	9.0	10.5	13.2	9.3	9.6	8.5	10.9	7.7	192.1	10.7
84	3	8.5	11.0	11.7	10.5	11.3	12.6	12.6	9.6	11.3	9.2	13.8	10.8	9.6	11.8	12.2	9.1	10.8	8.5	194.9	10.8
85	3	8.5	12.3	11.5	13.5	11.4	14.2	13.5	7.8	15.8	10.8	10.3	9.2	12.0	9.0	9.6	7.6	10.7	6.8	194.5	10.8
86	3	11.1	10.0	10.0	11.6	12.3	11.0	11.3	6.9	9.5	9.0	11.7	9.4	11.5	11.9	10.9	6.8	10.1	6.3	181.3	10.1
87	3	10.2	12.3	10.4	12.0	10.9	12.4	11.4	8.0	9.0	10.8	10.0	9.5	8.8	9.0	11.5	7.4	10.1	8.7	182.4	10.1
88	3	9.3	10.5	11.7	12.8	11.4	13.1	14.9	10.1	12.7	10.9	10.5	8.8	10.3	10.6	12.8	6.8	10.2	9.0	196.4	10.9
89	3	10.4	11.5	11.5	12.5	12.0	15.8	11.8	9.0	11.9	9.8	10.0	9.1	10.2	9.2	11.0	7.1	9.8	9.4	192	10.7
90	3	9.7	11.5	10.0	13.2	11.2	13.2	13.8	10.0	14.6	9.5	11.8	11.0	10.6	9.5	12.0	7.7	12.8	8.7	200.8	11.2
N		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Nº arete vaca		V159	V287	V292	V314	V330	V341	V389	V439	V454	V466t	V471	V472	V482	V489	V492	V518	V528	V551	Producc total día	Promedio leche Kg/día
Total producción		854.3	986.6	893.9	1029	1004	1112.8	1129.1	824.3	1026	812.7	1022	838.2	989.9	853.3	949	691.6	865.8	724.6	16607.5	922.6
Promedio		9.5	11	9.9	11.4	11	12.4	12.5	9.2	11.4	9	11	9.3	11	9.5	10.5	7.7	9.6	8.1	184.5	10.3
D. S.		1.4	1.3	1.5	1.4	1.6	1.6	1.5	1.4	1.8	1	3.3	6.3	9.3	12.3	15.3	18	21.3	24.3	12.7	0.7
C.V., %		14.8	11.9	15.5	12.2	14.7	13.1	12.3	15.1	15.5	10.8	14.9	19.3	15.4	12.4	9.3	16.2	10.9	14.3	6.9	6.9
Total días		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Tabla A3. Registro de la producción de leche diaria en grupo de las vacas sin suplementación, en la Estación Experimental Agraria, Illpa. INIA.

Nro. Vaca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Producción total día	Promedio leche Kg/día	
1	1	9.7	10.7	7.4	9.0	10.8	7.6	12.5	13.3	7.8	8.3	9.0	10.0	9.3	7.9	8.0	8.8	7.8	6.5	164.4	9.1
2	1	10.7	12.0	5.5	11.0	11.4	12.2	13.2	13.6	7.5	8.3	9.2	11.2	8.9	7.7	7.1	8.3	7.6	8.5	173.9	9.7
3	1	9.0	10.8	5.1	11.7	11.6	9.0	12.5	14.0	6.3	9.4	10.6	9.5	8.5	10.6	8.1	8.0	7.0	7.1	168.8	9.4
4	1	8.5	13.0	4.8	10.2	11.5	8.0	11.5	15.4	7.9	8.2	9.0	9.9	8.5	9.0	7.0	8.5	8.4	7.0	166.3	9.2
5	1	10.3	10.0	6.1	8.0	10.4	7.3	13.8	14.1	6.2	9.6	8.4	9.0	7.6	9.4	8.2	8.2	8.2	5.5	160.3	8.9
6	1	7.7	10.5	5.4	7.6	13.4	9.2	11.2	13.0	8.0	8.2	7.8	10.2	7.4	6.6	7.0	6.6	6.8	6.5	153.1	8.5
7	1	9.8	11.4	7.0	11.6	12.2	8.4	12.2	16.0	8.5	9.7	9.0	9.8	9.8	11.0	8.0	7.7	7.1	6.5	175.7	9.8
8	1	11.0	11.0	7.8	9.0	11.8	7.7	10.2	13.2	6.5	8.0	8.0	10.0	7.2	6.5	8.2	7.3	6.0	7.0	156.4	8.7
9	1	8.5	10.4	8.8	8.3	13.0	7.5	10.3	15.0	7.2	9.6	9.0	9.2	7.3	8.3	8.4	7.1	7.0	6.5	161.4	9.0
10	1	7.3	11.8	8.2	10.8	10.0	9.0	12.2	12.2	8.0	8.2	8.7	7.7	7.8	10.7	8.1	6.4	6.8	5.3	159.2	8.8
11	1	10.3	12.8	9.6	8.0	8.7	8.2	12.0	13.0	7.5	9.7	8.6	10.8	8.9	9.7	8.1	7.2	7.5	5.5	166.1	9.2
12	1	7.0	13.5	7.5	9.5	11.2	8.2	13.0	15.7	8.2	10.2	9.0	9.3	7.8	10.5	7.8	8.3	7.0	6.4	170.1	9.5
13	1	8.5	11.8	8.9	9.0	8.9	9.7	12.5	14.8	8.0	10.0	9.5	12.7	7.0	9.6	7.0	6.9	8.0	7.2	170.0	9.4
14	1	8.0	11.2	7.8	4.5	12.9	7.5	13.6	13.9	7.8	9.6	8.7	8.9	9.8	8.6	6.3	7.6	7.4	6.4	160.5	8.9
15	1	9.2	11.5	7.3	9.0	13.2	8.2	14.4	12.2	6.3	11.1	9.6	9.7	8.4	10.2	7.6	7.2	6.7	8.9	170.7	9.5
16	1	5.8	11.5	7.2	8.8	12.3	10.1	10.0	15.8	8.9	8.5	9.6	8.6	8.6	9.4	6.7	6.2	7.0	6.0	161.0	8.9
17	1	10.3	11.7	8.2	9.6	12.5	8.6	10.6	16.6	10.3	9.6	8.8	10.5	8.5	10.2	7.3	8.0	6.8	4.6	172.7	9.6
18	1	8.6	11.4	7.2	7.9	10.8	8.8	10.0	12.4	6.6	11.2	7.2	9.5	6.6	8.7	7.7	7.7	8.3	6.7	157.3	8.7
19	1	11.5	12.0	8.0	10.0	9.7	8.4	9.2	14.1	9.6	9.4	8.7	9.0	9.1	9.6	6.8	6.6	6.3	6.6	164.6	9.1
20	1	10.6	10.8	7.8	8.8	12.4	7.5	10.4	11.9	8.0	8.6	7.8	9.5	8.2	8.6	7.2	7.0	6.0	6.2	157.3	8.7
21	1	9.9	11.5	7.1	9.6	11.0	7.2	10.4	14.2	9.2	9.4	7.0	7.6	7.1	9.0	5.7	5.9	6.3	7.2	155.3	8.6
22	1	6.9	10.6	8.4	6.8	9.6	8.1	11.7	9.8	7.6	9.2	8.6	11.6	3.6	7.5	7.1	6.0	6.0	6.2	145.3	8.1
23	1	6.8	10.8	7.3	7.3	11.3	5.9	10.0	12.0	5.8	8.0	7.5	7.5	7.9	6.2	6.4	6.8	8.0	6.0	141.5	7.9
24	1	7.0	10.3	8.4	8.0	11.5	6.0	9.1	9.7	6.8	8.6	7.0	7.6	7.8	6.0	5.8	6.0	6.2	5.8	137.6	7.6
25	1	8.0	9.7	7.5	9.4	7.7	6.8	9.7	10.0	6.1	8.8	7.6	8.4	4.6	7.7	6.0	5.0	6.0	6.0	135.0	7.5
26	1	7.6	9.0	6.2	7.9	11.5	5.3	9.7	9.4	6.8	7.5	4.8	6.5	5.8	5.9	4.7	5.5	3.6	4.4	122.1	6.8
27	1	6.4	9.7	3.0	7.2	8.5	6.8	6.3	9.2	5.4	5.5	5.5	7.6	5.8	5.3	5.5	2.7	5.3	6.1	111.8	6.2
28	1	6.5	8.2	5.4	6.9	4.6	6.2	10.0	8.4	4.3	7.6	4.9	8.0	5.9	5.8	5.8	4.9	3.6	3.6	110.6	6.1
29	1	5.8	10.2	2.3	7.0	9.8	6.2	9.6	10.0	5.6	6.6	5.0	9.0	7.1	7.9	5.3	5.5	6.7	5.4	125.0	6.9
30	1	10.9	9.5	6.6	7.7	11.7	8.1	8.0	10.5	9.1	6.9	4.9	8.8	7.5	4.8	6.9	5.7	6.6	6.4	140.6	7.8
31	1	3.5	10.0	5.5	7.1	12.1	7.7	2.8	11.0	3.1	8.0	3.1	7.8	7.2	3.2	6.9	4.8	3.5	4.0	111.3	6.2
32	2	6.6	13.6	7.5	8.2	9.1	7.8	11.4	11.4	5.5	8.0	6.7	8.1	8.9	6.5	5.7	3.1	7.1	4.5	139.7	7.8
33	2	7.2	11.6	6.4	10.1	10.0	6.8	10.6	10.6	5.5	8.7	6.5	8.9	7.4	8.8	5.7	7.1	6.8	6.3	145.0	8.1
34	2	9.1	11.5	7.3	7.7	12.4	6.9	11.0	11.6	4.8	8.8	7.1	8.5	6.9	6.9	6.2	4.8	6.0	6.2	143.7	8.0
35	2	7.4	11.2	6.0	10.7	12.4	7.8	11.1	10.8	5.8	7.8	6.5	9.5	8.0	10.6	4.4	6.5	4.5	6.5	147.5	8.2
36	2	11.8	9.8	6.0	9.9	12.0	6.8	10.5	13.5	5.0	9.3	6.8	7.2	8.6	7.4	8.6	5.8	5.2	7.0	151.2	8.4
37	2	9.9	12.0	7.0	9.1	10.5	6.3	9.5	11.6	6.8	7.2	7.5	8.6	7.3	7.2	7.0	5.8	4.9	4.8	143.0	7.9
38	2	9.0	13.2	6.5	8.4	12.9	7.8	11.0	12.7	6.0	8.5	7.4	8.6	8.3	7.8	6.8	6.0	8.0	6.3	155.2	8.6
39	2	7.4	10.0	7.1	11.0	10.2	8.3	12.0	12.6	7.0	7.7	7.2	8.0	10.2	7.6	7.8	9.2	7.5	6.7	157.5	8.8
40	2	7.5	11.3	7.5	7.5	9.7	5.5	8.2	11.0	7.9	7.5	9.5	8.6	8.8	6.8	5.8	6.0	7.1	7.7	143.9	8.0
41	2	9.5	11.5	6.9	9.3	9.0	6.5	9.1	11.5	6.5	7.0	6.5	8.2	10.5	7.5	6.0	6.0	7.5	8.3	147.3	8.2
42	2	7.1	12.0	8.1	10.1	11.4	7.6	10.3	12.0	6.9	6.5	7.2	8.4	8.5	8.3	10.2	6.4	7.0	7.4	155	



Nro. Vaca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Producción total día	Promedio leche Kg/día	
día Mes	V235	V267	V271	V353	V369	V408	V413	V422	V433	V447	V475	V478	V480	V524	V537	V547	V548	V564			
53	2	9.1	12.5	6.6	10.6	11.0	9.0	12.2	11.3	7.7	9.0	9.2	10.4	8.1	9.5	6.3	8.3	7.8	9.3	167.9	9.3
54	2	7.4	13.8	6.3	8.0	9.5	8.5	10.4	13.7	6.2	10.9	7.0	6.5	8.1	8.6	7.5	6.2	8.3	6.5	153.4	8.5
55	2	7.8	12.1	7.1	7.6	9.1	8.4	12.6	13.1	6.2	9.2	8.4	10.5	7.7	5.2	5.4	7.7	8.0	7.7	153.8	8.5
56	2	9.0	13.7	6.6	11.6	13.0	9.4	11.0	14.6	3.6	10.5	7.3	10.4	10.2	7.0	7.1	8.4	7.6	6.5	167.5	9.3
57	2	9.0	14.6	8.2	9.0	10.0	9.1	11.0	13.0	6.6	9.9	7.4	11.6	8.3	8.9	8.0	6.6	9.8	6.8	167.8	9.3
58	2	11.0	14.0	7.5	8.3	11.1	7.1	13.4	14.5	5.8	9.3	7.6	8.5	8.9	7.5	7.2	6.0	8.0	7.5	163.2	9.1
59	2	10.3	13.0	9.8	10.8	11.0	6.5	12.6	12.5	7.5	8.0	8.0	10.4	8.8	7.4	6.8	6.8	7.0	7.8	165.0	9.2
60	2	9.5	11.0	5.5	8.0	12.0	7.8	8.0	11.3	5.7	8.3	7.8	7.5	6.5	7.0	7.8	5.2	7.7	7.0	143.6	8.0
61	3	8.4	10.3	6.7	9.5	8.0	6.8	9.6	12.3	3.8	8.3	7.0	9.0	7.6	6.5	6.6	6.0	8.2	6.0	140.6	7.8
62	3	7.8	12.0	6.0	9.0	9.0	6.9	11.0	10.2	6.6	9.4	8.6	10.0	7.8	8.0	6.5	7.1	5.6	7.2	148.7	8.3
63	3	10.5	10.4	6.0	4.5	13.8	7.8	9.4	12.0	6.0	8.2	7.5	8.4	7.3	7.5	5.5	4.9	6.5	4.2	140.4	7.8
64	3	10.0	15.0	8.4	9.0	11.6	6.8	10.6	13.5	6.6	9.6	7.0	9.0	7.9	6.5	5.3	7.4	8.5	6.4	159.1	8.8
65	3	10.6	12.8	7.6	8.8	13.0	6.3	11.1	10.4	4.6	8.2	7.6	8.3	9.4	9.8	5.8	7.5	3.0	6.0	150.8	8.4
66	3	7.4	13.3	7.0	9.6	12.2	7.8	11.8	11.7	7.0	9.7	4.8	9.0	7.3	8.2	7.8	7.5	2.0	6.2	150.3	8.4
67	3	7.7	12.1	7.4	7.9	10.7	8.3	8.8	11.1	7.7	8.0	5.5	6.2	6.7	8.0	8.0	6.0	3.5	5.7	139.3	7.7
68	3	8.3	12.8	7.0	10.0	14.6	5.5	11.5	9.0	11.0	9.6	4.9	10.1	5.5	5.7	5.5	4.5	6.3	6.1	147.9	8.2
69	3	7.5	9.5	6.5	8.8	13.5	6.5	8.6	9.2	5.6	8.2	5.0	10.4	4.2	9.8	7.0	5.0	5.0	7.0	137.3	7.6
70	3	10.9	11.2	7.5	9.6	14.6	7.6	10.8	13.4	6.6	9.7	4.9	10.3	7.6	9.0	6.1	6.6	4.3	6.8	157.5	8.8
71	3	9.8	13.3	6.5	6.8	10.8	7.9	11.8	12.3	8.0	9.9	3.1	8.8	6.2	7.7	8.0	4.8	5.0	6.1	146.8	8.2
72	3	9.5	13.3	4.5	7.3	9.5	7.8	12.3	9.0	4.1	9.0	6.7	11.8	6.0	9.1	5.5	6.0	2.0	5.1	138.5	7.7
73	3	7.3	11.2	8.8	8.0	15.9	6.3	12.2	7.7	4.0	9.6	6.5	9.8	8.0	8.0	7.1	5.8	4.1	6.0	146.3	8.1
74	3	7.9	10.9	7.5	9.4	9.6	5.5	11.8	12.5	5.7	9.3	7.1	8.0	7.6	6.8	6.1	5.0	7.6	6.0	144.3	8.0
75	3	8.0	13.2	6.3	7.9	13.6	7.0	9.2	10.4	5.0	8.5	6.5	7.4	8.0	6.8	7.0	7.1	8.1	7.3	147.3	8.2
76	3	7.9	13.0	7.4	7.2	7.3	8.2	10.8	11.5	3.2	9.6	6.8	8.5	9.1	8.7	6.8	6.0	6.5	7.9	146.4	8.1
77	3	9.3	11.9	6.3	6.9	8.5	7.3	9.3	10.7	5.8	9.4	7.5	7.2	7.2	9.3	6.1	6.6	7.2	6.3	142.8	7.9
78	3	8.0	13.2	6.3	7.0	13.6	9.1	9.2	10.4	5.0	9.4	7.4	7.4	8.0	6.8	7.0	7.1	8.1	7.3	150.3	8.4
79	3	7.9	13.0	7.4	7.7	7.3	10.1	10.8	11.5	3.2	8.6	7.2	5.5	9.1	8.7	6.8	6.0	6.5	7.9	145.2	8.1
80	3	9.3	11.9	6.3	7.1	8.5	10.0	9.3	10.7	5.8	9.4	9.5	7.2	7.2	9.3	6.7	6.6	7.2	6.3	148.3	8.2
81	3	8.8	10.3	6.3	11.1	9.0	10.4	9.6	11.6	4.5	8.2	6.5	10.2	8.5	7.3	7.0	6.2	6.9	6.6	149.0	8.3
82	3	7.0	9.5	5.7	8.8	9.1	8.5	8.7	10.5	4.5	8.0	7.2	9.7	7.0	7.9	8.0	7.7	6.5	5.8	140.1	7.8
83	3	7.6	12.0	7.1	10.9	7.7	8.4	7.0	10.7	4.0	8.6	7.0	11.0	9.5	6.9	7.9	7.4	5.5	6.7	145.9	8.1
84	3	12.4	12.0	7.2	8.8	11.6	9.4	9.9	10.5	6.0	8.8	6.5	11.1	8.5	9.7	6.1	8.2	7.6	5.1	159.4	8.9
85	3	7.4	10.0	7.0	9.3	12.2	9.1	7.8	12.6	4.0	7.5	7.3	9.1	7.8	5.5	6.2	6.6	7.4	5.0	141.8	7.9
86	3	10.1	9.8	6.4	10.6	10.0	7.1	8.4	12.4	9.3	5.5	7.8	8.6	8.2	9.0	7.0	6.1	6.8	8.1	151.2	8.4
87	3	10.1	11.5	6.9	8.5	11.5	6.5	8.5	14.4	6.2	7.6	7.3	9.0	8.7	7.5	6.7	6.1	6.1	7.0	150.1	8.3
88	3	8.2	13.8	6.9	11.1	8.8	9.4	8.5	11.0	4.5	7.0	7.4	9.0	7.7	11.1	6.2	7.0	6.5	6.0	150.1	8.3
89	3	7.5	13.4	7.8	9.7	10.5	9.1	7.2	13.0	5.8	7.0	7.6	9.6	7.0	9.0	7.5	6.5	6.0	8.3	152.5	8.5
90	3	7.0	13.9	6.7	11.6	10.0	7.1	7.5	11.8	5.5	5.9	6.7	9.0	7.3	7.0	6.4	6.0	8.4	6.4	144.2	8.0
Nro.	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	Producción total día	Promedio leche Kg/día	
N° arete vaca	V235	V267	V271	V353	V369	V408	V413	V422	V433	V447	V475	V478	V480	V524	V537	V547	V548	V564			
Total producción	765.1	1058.7	623.0	802.1	993.2	703.0	945.2	1096.1	583.8	774.9	661.9	816.4	709.5	735.7	615.8	588.7	588.4	584.8	13502.1	750.1	
Promedio	8.5	11.8	6.9	8.9	11.0	7.8	10.5	12.2	6.5	8.6	7.4	9.1	7.9	8.2	6.8	6.5	6.5	6.5	151.7	8.4	
D.S.	1.5	1.4	1.2	1.5	2.0	1.3	1.8	1.8	1.6	1.2	1.4	1.3	1.2	1.6	1.0	1.2	1.6	1.1	13.3	0.7	
C.V., %	18.0	12.1	17.1	16.8	18.3	16.6	17.5	15.0	25.3	13.5	19.1	14.6	15.8	20.0	14.4	18.2	24.8	17.4	8.8	8.8	
Total días	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0

Tabla A4. Producción de leche en vacas lecheras con y sin suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora (*Schoenoplectus tatora*)

Tratamiento	(n)	Con suplem.	Sin suplem.	P > F
Producción leche Kg/día				
Inicio (0) días	18	9.59 ± 1.75 ^b	9.65 ± 1.61 ^b	P=0.9209
Promedio 90 días.	18	10.26 ± 1.34 ^a	8.42 ± 1.86 ^b	P=0.0019

Tabla A7. Análisis de % de grasa de la leche en grupo de las vacas con y sin suplementación con inclusión de heno de totora (*Schoenoplectus tatora*) en un periodo de 90 días

N°	Día muestra	Con suplementación	Sin suplementación
1	0	3.7	3.72
2	14	3.67	3.73
3	28	3.65	3.7
4	42	3.68	3.74
5	56	3.67	3.79
6	70	3.67	3.75
7	84	3.7	3.82
Promedio		3.68	3.75
D.S.		0.02	0.04
C.V., %		0.49	1.11

Tabla A5. % grasa en la leche en vacas lecheras con y sin suplementadas de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora (*Schoenoplectus tatora*)

Tratamiento	Con suplem.	Sin suplem.	P > F
	(n = 7)	(n = 7)	
% grasa en la leche	3.68 ± 0.02 ^a	3.75 ± 0.04 ^b	P=0.0011

Tabla A6. Peso vivo de vacas lecheras alimentadas con y sin suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora (*Schoenoplectus tatora*). Estación Experimental Agraria Illpa. INIA.

Vacas con suplementación de concentrado fibroso								Vacas sin suplementación de concentrado fibroso						
Nº	Arete	Peso corporal diferentes días, Kg						Arete	Peso corporal diferentes días, Kg					
		0	30	60	90	Prom.	Ganan.		0	30	60	90	Prom.	Ganan.
1	159	517	525	535	550	531.8	33	235	495	485	495	503	494.5	8
2	287	486	490	495	500	492.8	14	267	515	540	540	544	534.8	29
3	292	490	510	515	520	508.8	30	271	565	550	570	580	566.3	15
4	314	400	415	420	425	415	25	353	445	450	450	455	450	10
5	330	435	472	480	485	468	50	369	485	470	490	500	486.3	15
6	341	476	479	475	485	478.8	9	408	466	470	460	455	462.8	-11
7	389	475	485	495	505	490	30	413	490	485	492	490	489.3	0
8	439	413	430	440	445	432	32	422	499	495	500	520	503.5	21
9	454	430	430	442	450	438	20	433	446	445	445	447	445.8	1
10	466	525	531	546	550	538	25	447	480	475	480	485	480	5
11	471	511	500	515	535	515.3	24	475	515	520	520	520	518.8	5
12	472	346	356	455	355	378	9	478	470	476	475	475	474	5
13	482	498	505	510	510	505.8	12	480	445	430	440	476	447.8	31
14	489	465	472	480	490	476.8	25	524	505	515	510	500	507.5	-5
15	492	460	475	485	495	478.8	35	537	423	415	420	435	423.3	12
16	518	450	460	470	478	464.5	28	547	410	420	420	427	419.3	17
17	528	411	425	450	456	435.5	45	548	336	341	344	345	341.5	9
18	551	470	475	485	495	481.3	25	564	345	350	355	360	352.5	15
Promedio		458.8	469	482.9	484.9	473.8	26.2		463.1	462.9	467	473	466.5	10.1
D.S.		46.3	43.8	33.8	47.2	41.6	11.1		57.8	57	58.2	58.3	57.5	10.8
C.V., %		10.1	9.3	7	9.7	8.8	42.5		12.5	12.3	12.5	12.3	12.3	106.7

Tabla A7. Ganancia de peso vivo de vacas lecheras suplementadas de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora (*Schoenoplectus tatora*)

Tratamiento	Con suplem. (n = 18)	Sin suplem. (n = 18)	P > F
Peso inicial, kg	458.78 ± 46.34 ^b	463 ± 57.83 ^b	=0.808
Peso final, kg	484.94 ± 47.19 ^a	473.17 ± 58.28 ^b	< 0.01
Ganancia de peso, kg/90d	26.04±1.09 ^a	10.1 ± 10.8 ^b	< 0.01

Tabla A8. Condición corporal de las vacas lecheras alimentadas con y sin suplementación de concentrado fibroso. Estación Experimental Illpa. INIA.

Vacas con suplementación de concentrado fibroso								Vacas sin suplementación de concentrado fibroso						
Nº	Arete	Condición corporal diferentes días (puntaje 1-5)						Arete	Condición corporal diferentes días (puntaje 1-5)					
		0	30	60	90	Prom.	Ganan.		0	30	60	90	Prom.	Ganan.
1	159	2.9	3.0	3.2	3.5	3.15	0.6	235	2.8	2.6	2.8	2.9	2.78	0.10
2	287	2.6	2.8	3.0	3.4	2.95	0.8	267	2.9	3.0	3.0	3.0	2.98	0.10
3	292	2.8	3.0	3.2	3.5	3.13	0.7	271	3.0	2.8	3.2	3.3	3.08	0.30
4	314	2.6	2.8	3.0	3.2	2.90	0.6	353	2.5	2.5	2.5	2.6	2.53	0.10
5	330	2.4	3.0	3.5	3.5	3.10	1.1	369	2.6	2.6	2.7	2.8	2.68	0.20
6	341	2.8	2.8	2.6	3.0	2.80	0.2	408	2.5	2.6	2.5	2.5	2.53	0.00
7	389	2.6	3.0	3.2	3.5	3.08	0.9	413	2.8	2.6	2.8	2.8	2.75	0.00
8	439	2.5	3.0	3.5	3.5	3.13	1.0	422	2.9	2.7	2.9	3.0	2.88	0.10
9	454	2.5	2.5	3.0	3.2	2.80	0.7	433	2.7	2.6	2.7	2.7	2.68	0.00
10	466	2.8	3.0	3.0	3.6	3.10	0.8	447	2.6	2.5	2.5	2.7	2.58	0.10
11	471	2.7	2.5	3.0	3.5	2.93	0.8	475	2.8	2.9	2.8	2.9	2.85	0.10
12	472	2.5	2.5	3.0	3.0	2.75	0.5	478	2.5	2.5	2.5	2.5	2.50	0.00
13	482	2.9	2.8	3.0	3.0	2.93	0.1	480	2.5	2.5	2.6	2.6	2.55	0.10
14	489	2.6	2.7	3.0	3.0	2.83	0.4	524	2.6	2.8	2.7	2.7	2.70	0.10
15	492	2.5	3.0	3.0	3.5	3.00	1.0	537	2.6	2.5	2.6	2.8	2.63	0.20
16	518	2.5	2.8	3.0	3.2	2.88	0.7	547	2.5	2.5	2.6	2.6	2.55	0.10
17	528	2.5	3.0	3.5	3.5	3.13	1.0	548	2.5	2.6	2.6	2.6	2.58	0.10
18	551	2.7	2.8	3.0	3.5	3.00	0.8	564	2.6	2.8	3.0	3.0	2.85	0.40
Promedio		2.63	2.83	3.09	3.34	2.98	0.706		2.66	2.64	2.72	2.78	2.70	0.117
D.S.		0.2	0.2	0.2	0.2	0.13	0.27		0.2	0.2	0.2	0.2	0.17	0.10
C.V., %		5.8	6.5	7.3	6.6	4.4	38.7		6.2	5.8	7.4	7.6	6.2	89.4

Tabla A9. Ganancia de condición corporal de vacas lecheras con y sin suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora (*Schoenoplectus tatora*).

Tratamiento	Con suplem. (n = 18)	Sin suplem. (n = 18)	P > F
(CC) puntos/ (0) días	2.63 ± 0.15 ^b	2.66 ± 0.16 ^b	= 0.6043
(CC) puntos/90 días	2.98 ± 0.13 ^a	2.70 ± 0.17 ^b	= 0.001
Ganancia de (CC), puntos/90 días	0.71 ± 0.27 ^a	0.2 ± 0.10 ^b	= 0.001

Fotos de cosecha y henificación de totora: Primera etapa del período experimental 2012. ^[1]



Foto 1. Tatora (*Schoenoplectus tatora*) en floración. Parcialidad Cucahuta, Huancané (Laguna anexo del Lago Titicaca). 20/04/2012.



Foto 2. Cosecha de tatora por corte con segadora. Parcialidad Cucahuta, Huancané. 20/04/2012.



Foto 3. Cosecha de tatora por corte con "kiliña". Parcialidad Cucahuta, Huancané. 21/04/2012.



Foto 4. Realización de "pichus" de tatora. Parcialidad Cucahuta, Huancané. 21/04/2012.

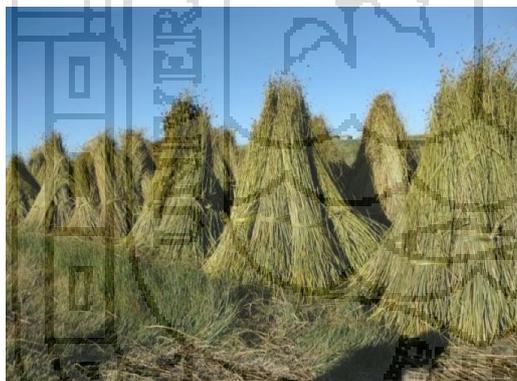


Foto 5. Henificación de tatora en parvas de tatora en la orilla de la laguna de la Parcialidad Cucahuta, Huancané. 21/04/2012



Foto 6. Removido de parvas de tatora. Parcialidad Cucahuta, Huancané.

¹ Fotos: Leonidas Avalos Quispe

Procesamiento del heno de totora y otros insumos para la preparación de suplemento de concentrado fibroso: Segunda etapa del período experimental (Junio - Julio, 2012).



Foto 7. Molienda del heno de totora (*Schoenoplectus totora*) Parcialidad Cucahuta, Huancané.



Foto 8. Totora molida Parcialidad Cucahuta, Huancané.



Foto 9. Totora molida Parcialidad Cucahuta, Huancané.



Foto 10. Recojo de totora molida en sacos



Foto 11. Traslado de totora molida a la Estación Experimental Agraria Illpa INIA, Puno



Foto 12. Traslado de totora molida a la Estación Experimental Agraria Illpa INIA, Puno

Fotos de segunda etapa, Henificación y cosecha de insumos fibrosos en la Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno: Mayo 2012.



Foto 13. Henificación de heno de avena y alfalfa. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno.



Foto 14. Recojo de pacas de heno de avena y alfalfa. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno.

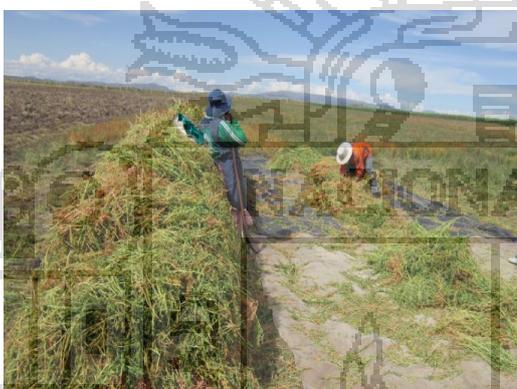


Foto 15. Henificación de brozas de quinua y cañihua. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno.



Foto 16. Recojo de brozas de quinua y cañihua. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno.



Foto 17. Molido de heno de avena, alfalfa, brozas de quinua, cañihua y otros. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno



Foto 18. Molido de granos de desperdicio de avena y cebada. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno

Fotos del período de: Preparación de mezcla suplementaria de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno



Foto 19. Preparación de mezcla suplementaria de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno



Foto 20. . Preparación de mezcla suplementaria de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno



Foto 21. Consumo de mezcla suplementaria de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno



Foto 22. Evaluación de la producción de leche de vacas lecheras en la Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno



Foto 23. Determinación de la condición corporal de las vacas lecheras en la Estación Experimental Agraria Illpa, INIA



Foto 24. Análisis de % de grasa de la leche del grupo de vacas con y sin suplementación. Estación Experimental Agraria Illpa. INIA, Puno