

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

E.A.P. DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Efecto del suplemento de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp. 1843) en el peso y talla de terneros de la raza Holstein (*Bos taurus*)

TESIS

para optar el Título Profesional de Biólogo con mención en Zoología

AUTOR:

Benjamin Salazar Samecash

Lima – Perú

2010

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

Por su considerable apoyo, por su paciencia y comprensión.

A LOS TERNEROS HOLSTEIN

Por ser hermosos e inteligentes.

AGRADECIMIENTO

- A mi asesor, Blgo. José Luis Pino Gaviño por su apoyo invaluable.
- Al Ing. Mg. Erickson Ruiz Figueroa de la Unidad Experimental de Zootecnia-UNALM, quien me brindó el apoyo para el trabajo experimental de la investigación.
- Al M.V.Z Leonel Tito Rosas por su motivación y apoyo incondicional.
- A mis amigos: Carlos Gayoso Aguirre, Américo Carrasco Rojas, Matías Penagos Ávila, Daniel Álvarez Tolentino, David Neyra Rivera por la amistad, comprensión y compañerismo eterno.

ABREVIATURAS

AGV	Ácido graso volátil
CV	Coeficiente de variación
Coef. Determ.	Coeficiente de determinación
Coef. Var.	Coeficiente de variación
°D	Grados Dornig
Desv. Est.	Desviación estándar
EM	Energía metabolizable
I.A.	Inseminación artificial
MS	Materia seca
NRC	National Research Council
TRAT	Tratamiento

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
III. HIPOTESIS Y OBJETIVOS	19
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	20
V. RESULTADOS	28
VI. DISCUSIÓN	37
VII. CONCLUSIONES	42
VIII. RECOMENDACIONES	42
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
X. ANEXOS	51

RESUMEN

Se estudió el efecto de la harina de maca cruda (*Lepidium meyenii*) como suplemento alimenticio en el desarrollo de terneros de la raza Holstein (*Bos taurus*) con el objetivo de evaluar la ganancia de peso, el incremento de talla y, parámetros productivos, para lo cual se tomó 16 lactantes; 4 repeticiones y 4 grupos, el suplemento de la harina de maca se efectuó desde el cuarto día de nacido en una cantidad de 10g, 20g y 30g, durante 30 días. Los terneros fueron alimentados con 6L/día de calostro durante 3 días, a partir del 4^o día se le suministró 4L/día de leche entera a 38 °C y a la segunda semana de edad se le adicionó alimento balanceado comercial en una cantidad de 10g incrementándose según el consumo del ternero. Los índices del crecimiento (peso y talla) fueron controlados semanalmente para apreciar el ritmo de crecimiento. Los pesos finales sometidos al análisis estadístico ($p \leq 0,05$) muestra que no hay una diferencia significativa para la ganancia de peso vivo, asimismo el análisis estadístico ($p \leq 0,05$) de las tallas finales muestra que no hay diferencia significativa para el incremento de talla, sin embargo el grupo T20 tuvo un efecto positivo en la ganancia de peso vivo de 60,68 kg y con incremento de talla de 82,73 cm en promedio superior al control (53,93 kg y 82,01 cm, respectivamente) de peso y talla a los 30 días. No se observó mortalidad ni morbilidad de los terneros en estudio. La conversión alimenticia de los terneros (T10, T20 y T30) fue aceptable (8,0) dentro de los parámetros establecidos (7-10). Finalmente, el promedio de la tasa de crecimiento fue de 0,45 %/día lo que equivale al desarrollo normal del sistema óseo de los terneros. En conclusión, no hubo un efecto positivo de la harina de maca cruda en el incremento de peso y talla de los terneros lactantes en el periodo de tratamiento. Se recomienda desarrollar trabajos similares con la harina de maca cruda en concentraciones de 20g/día.

Palabras claves: *Lepidium meyenii*, peso, talla, *Bos taurus*, dieta, ternero, maca.

ABSTRACT

The effect of *Lepidium meyenii* “maca” raw flour as a food supplement in Holstein calves (*Bos taurus*) was achieved in order to assess weight gain, increased size, and performance parameters. It was taken 16 calves, 4 replicates and 4 groups, the supplement *Lepidium meyenii* flour was given from the fourth day of birth in an amount of 10, 20 and 30g for 30 days. Calves fed colostrum by 6L/day for 3 days; the 4th day was provided 4L/day of whole milk (38 ° C) and in the second week it was added commercial feed at a rate of 10g, incrementing it in accord of the consumption of the calf. The rates of growth (weight and height) were monitored weekly to assess the rate of growth. Final weights subjected to statistical analysis ($p \leq 0.05$) shows no significant difference for weight gain, further statistical analysis ($p \leq 0.05$) final sizes shows no significant difference in the increasing size; however, group T20 had a positive effect on profit of 60,68 k live weight and an increase in height of an average of 82,73 cm higher than control (53, 93 and 82, 01 cm, respectively) in an 30 days treatment. There was no mortality or morbidity in the study. The food – weight conversion of the calves (T1, T2 and T3) was acceptable (8.0) within the parameters (7-10). Finally, the average growth rate was 0.45%/day which indicates a normal development of skeletal system of calves. In conclusion, there was no positive effect of *Lepidium meyenii* “maca” raw flour in the increase of weight and size of nursing calves during the treatment period. It is recommended to develop similar work with raw maca in a 20g/day concentration.

Keywords: *Lepidium meyenii*, weight, height, *Bos taurus*, diet, calf, maca.

I. INTRODUCCION

Los aditivos o promotores de crecimiento (antibióticos, provitaminas, enzimas, etc.) son usados rutinariamente en la alimentación animal con tres fines fundamentales: mejorar el sabor u otras características de las materias primas, piensos o productos, prevenir ciertas enfermedades y aumentar la eficiencia de la producción animal no solamente en mayor cantidad sino en mayor calidad; sin embargo la prohibición del uso de promotores de crecimiento por el Consejo de la Unión Europea, debido a que pueden provocar riesgos en la salud de los animales y en la salud de la población consumidora ha limitado los beneficios potenciales de los mismo (Carro, 2002). Al respecto, la propuesta remitida por la comisión de la Unión Europea hace hincapié en la necesidad de desarrollar alternativas válidas a los promotores de crecimiento animal y una de las alternativas que se plantea actualmente es la utilización de plantas y de hierbas medicinales.

Siendo *Lepidium meyenii* “maca” una promisoría por sus propiedades medicinales sobre la fisiología animal, creemos necesario comprobar y validar sus bondades y posibles efectos sobre el desarrollo (talla y peso) de terneros lactantes de la raza Holstein, como una alternativa natural de un promotor de crecimiento animal.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la harina cruda de *Lepidium meyenii* “maca” como suplemento en la dieta sobre el desarrollo de ternero lactantes de la raza Holstein.

II. MARCO TEORICO

2.1 Características de *Lepidium mayenii* “maca”

Lepidium mayenii “maca” es una planta herbácea de la familia de las Brassicaceae que crece desde 3 500 a 4 500 msnm, con más de 15cm de altura. En su máximo desarrollo llega a tener 12 a 20 hojas festoneadas. La raíz (el hipocotilo), es redondeada de 3-6cm de diámetro y de 10-14cm de largo con abundante raicillas de color blanco. El tallo principal es reducido, durante el periodo vegetativo brotan unos tallos atrofiados de 5-6cm. Las hojas son arrosetadas, pecioladas largamente y limbo pinnatificadas y bipinatifidas de 20-30cm de largo y de 2-3cm de ancho en la parte distal. La flor es compuesta y pequeña, hipogineo actinomorfa, cáliz de prefloración imbricada con 4 sépalos en forma aovada elíptica cóncava de 1,2 a 1,4mm de largo por 0,8mm de ancho de color verde y blancuzco en los bordes. El fruto es silículo orbicular, ligeramente marginado en el ápice de 2,8-3,5mm de largo por 2,5mm de ancho con una sola semilla en cada celda. La semilla es pequeña ovoide de 0,8-0,9mm de largo.

2.1.1 Uso Tradicional

Es usada en la medicina natural como: alimento, reconstituyente físico y mental; es considerada como una raíz que tiene propiedades reguladoras de hormonas, es antianémico, restauradora de energías y como factor de crecimiento en la intervención de la formación ósea del cuerpo humano (Vílchez, 2001; Brinkmann, 2004).

La propiedad más importante conocida en la tradición andina es su efecto sobre la fertilidad debido a la presencia de isocianatos aromáticos e isocianato de P-metoxibencil; ésta es la cualidad principal atribuida a la maca desde el siglo XVI, y

considerada como uno de los factores para el aumento de la población en las zonas más altas del Perú. También se le usa para tratar la frigidez, impotencia sexual y la debilidad mental (León, 1964; Johns, 1981).

2.1.2 Composición química

El reporte de análisis de la composición química, por la unión Farmacéutica Nacional S.R.L (Solís, 1991) son los siguientes:

Componente	Cantidad (mg)
Proteína	16
Fibras	6,4
Calcio	475,2
Fósforo	183,3
Hierro	31,7
Vitamina C	43
Vitamina B1	1,2
Vitamina B2	0,5
Vitamina B12	1250

Fuente: solís (1991)

2.1.3 Clasificación taxonómica

La ubicación taxonómica de la maca es la siguiente:

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Orden: Papaverales

Familia: Brassicaceae

Género: Lepidium

Especie: Lepidium meyenii

Nombre común: maca o maca-maca

2.2 fitobióticos en la alimentación animal

Los fitobióticos han sido sustancias definidos como sustancias naturales de origen vegetal poseedoras de sustancias con propiedades químicas capaces de permitir mejores condiciones de vida. Normalmente han sido empleados en la alimentación de aves, cerdos y muy pocos en la de rumiantes. Las sustancias, además que estimulan el crecimiento animal, no se acumulan en el organismo y no tienen efectos adversos sobre el consumidor además de activar la digestión, fortalecen el sistema inmune y tienen propiedades antibacterianas (Sirvydis et al., 2003).

La capacidad para controlar bacterias, mejorar la digestión y absorber nutrientes por parte de los productos fitobióticos radica en su contenido de aceites esenciales, constituidos por mono y polifenoles (Williams, 2001 citado por Puma, 2009).

2.3 trabajos experimentales de *Lepidium meyenii* “maca” en humanos y animales

Los efectos de *Lepidium meyenii* “maca” en los animales no son tóxicos (Gonzales, 2003), por lo que, desde hace tiempo se viene haciendo trabajos experimentales; tal es el caso de Chacón (1961) donde se probó la fertilidad de ratas, obteniendo resultados positivos; Pulgar (1978) adiciona a la alimentación que normalmente ingieren las ovejas, 80g de naca para mejorar la calidad del semen, en la cual también obtuvo resultados positivos.

Cóndor (1991) realizó un estudio para determinar la influencia de *Lepidium meyenii* “maca” en el incremento de peso, en la reproducción y descendencia de borregas, utilizando 100 animales de segundo parto de la raza Corredale, donde el incremento de peso por medio y el número de crías tratados con *Lepidium meyenii* “maca” fue de

43% y 69% mayor que en el grupo control. Como referencia final de este experimento se seleccionó entre las crías 5 corderos por sus características morfológicas y precocidad en el aumento de peso del grupo alimentado con *Lepidium meyenii* "maca".

Álvarez (1993) demostró un efecto categórico de la ingesta de *Lepidium meyenii* "maca" en el desarrollo y vitalidad de *Cavia porcellus* "cuy" tanto de los padres como de las crías.

Meza (1995) evaluó los parámetros productivos y reproductivos con 99 individuos de *cavia porcellus* "cuy", distribuidos aleatoriamente en 3 grupos y alimentados con: 0,6 y 10% de *Lepidium meyenii* "maca" donde se resalta el incremento lineal del peso de la camada de acuerdo al porcentaje recibido.

Matos (1995) utilizó 17 vaquillas con edades de 15 a 30 meses, con un peso promedio de 347,76kg, donde los resultados obtenidos demuestran que la harina de *Lepidium meyenii* "maca" no tiene una acción significativa en las ganancias de peso de las vaquillas estudiadas en una concentración de 100 a 200g/día.

Alzamora (2003) considera a *Lepidium mayenii* "maca" como revitalizante, reguladora y reforzadora del sistema inmune.

Lepidium meyenii "maca" es valioso para regímenes de aumento de peso, debido a que contiene 17 aminoácidos esenciales para la formación de los tejidos sin efectos secundarios negativos (Comunicación personal).

2.3 Anatomía y fisiología digestiva de los terneros lactantes

Anatómicamente, el rumen se desarrolla a partir de la porción no secretora del estómago (Church, 1974). El aparato de los ruminantes al nacer funciona muy parecido al de los monogástricos, debido a que el rumen tiene un desarrollo muy rudimentario; es decir, el ternero nace con la capacidad de digerir leche sólo por procesos enzimáticos y no fermentativos, por lo tanto los divertículos estomacales no son funcionales durante esta etapa. La leche pasa directamente desde el esófago al abomaso gracias al cierre de la gota esofágica (Relling, 2003). A pesar de ello, la motilidad está perfectamente establecida desde el nacimiento. El desarrollo del rumen implica, la implantación de la masa microbiana y la capacidad de absorción de nutrientes. El tiempo que tardan los animales en desarrollar anatómicamente y funcionalmente el rumen determina el ritmo al que los procesos digestivos pasan de depender de las enzimas producidas por el animal a la relación simbiótica que se establece con los microorganismos ruminales (Orskov, 1988).

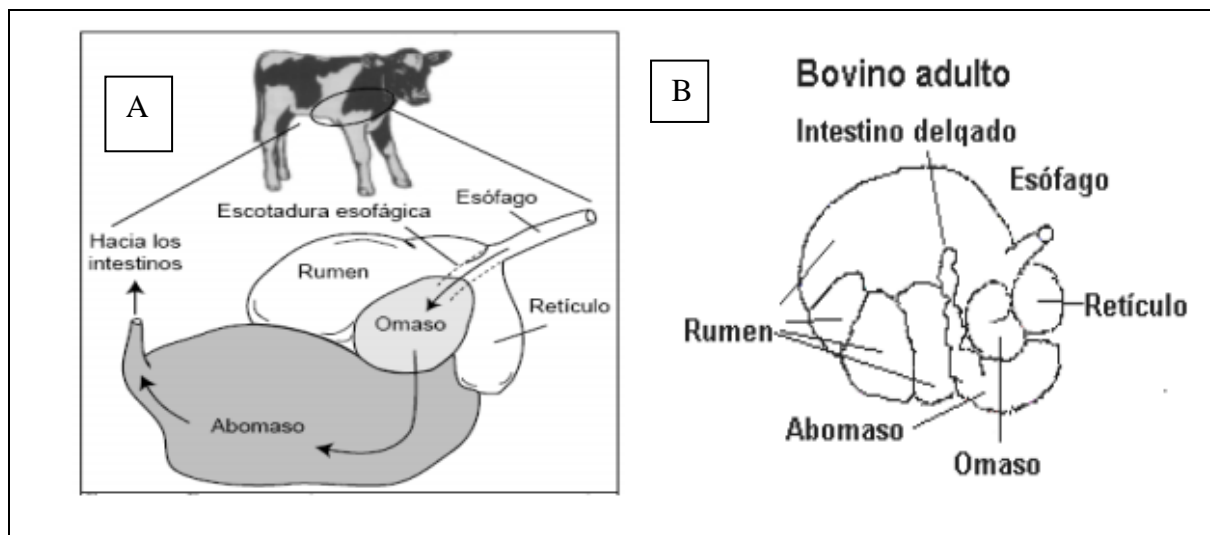


Figura 1. Imagen que muestra las proporciones de los órganos estomacales del Ternero (A) y del rumiante adulto (B). Tomado de Garzón (2008).

La crianza de animales jóvenes representa uno de los mayores problemas en las producciones, puesto que en ese momento (0-60 días) es cuando se deben de sentar las bases para un correcto crecimiento y es; a su vez, cuanto más delicados son. A los problemas en este periodo de crecimiento de terneros, se añade el desarrollo de las porciones anteriores del aparato digestivo hasta lograr las dimensiones y proporciones que tendrán en su vida adulta (Bacha, 1999).

2.4.1 Fisiología digestiva del ternero recién nacido

El ternero recién nacido tiene 4 compartimentos en el estómago (Fig.1), sin embargo no tiene la capacidad de digerir alimentos fibrosos debido a que rumen y el retículo no están desarrollados y son inactivos. A medida que el animal crece e inicia el consumo de una variedad de alimentos, el estómago se desarrolla y se modifica (Almeyda, 2005).

La absorción de los productos finales de la fermentación depende del correcto desarrollo de las papilas del epitelio ruminoreticular y de una abundante circulación capilar. El contacto continuo de los ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente del butírico y en menor medida el propiónico, con el epitelio estratificado del rumen estimula el desarrollo de las papilas y, junto con la presencia del dióxido de carbono, estimula el flujo sanguíneo hacia el epitelio ruminoreticular (Booth y McDonald, 1988).

Con respecto al estímulo del desarrollo ruminal se ha discutido mucho y aun persiste el debate sobre la necesidad de una estimulación física, para el desarrollo de las papilas ruminales. A continuación se plantea varias razones por las que algunos autores recomiendan la introducción de forrajes antes del destete:

- a) Hay un incremento notable del tamaño del rumen, como resultado de una dilatación de los tejidos y un aumento del grosor del músculo de las paredes ruminales (Hamada, 1976).
- b) Uno de los componentes sociales más comunes en los terneros es mamarse unos a otros, produciéndose heridas en las zonas como las orejas, muslos, escroto, ombligo, prepucio, y cerca de los pequeños pezones. Este comportamiento es perjudicial para el ternero que sufre las lesiones y también para el “chupador” porque es normal que se generen bezoarios (bolas de pelos en el rumen) que pueden llegar a producir obstrucciones del esfínter retículo omasal; para evitar estos problemas se ha mantenido la idea de dar material fibroso para producir en el animal una sensación de saciedad y tranquilizarlos (Bacha, 1999).
- c) El concentrado inamente molido puede dar lugar a un aumento de la queratinización de las papilas. Esto puede ser debido a que al disminuir el tamaño de la partícula se reduce la capacidad de abrasión (Greenwood et al., 1997, citado por Bacha, 1999).

Una de las ideas que se tiene a nivel práctico es que el consumo de forraje ayuda a la colonización bacteriana del rumen. Sin embargo la primera colonización ruminal (*E. Coli* y *Clostridium welchii*) ocurre por reflujo del abomaso y se observa desde los primeros días de vida. La capacidad de paso de estas bacterias a través de la barrera ácida del abomaso es debida a la presencia del cuajo que aumenta el pH. La colonización continua por reflujo de lactobacilos y bacterias amilolíticas y, por último, las celulíticas (Caeiro, 1998). El pH del contenido ruminal baja durante las primeras 4-8 semanas de ingestión con el creciente consumo de alimento sólido. Esto favorece la absorción de los AGV, especialmente del ácido butírico, ya que al tener líquido ruminal un pH alrededor de 5,4 aumenta su velocidad de absorción en 3 ó 4 veces respecto al acético (Noble, 1989). Posteriormente poco a poco va subiendo el pH hasta alcanzar los niveles de 6-6,2 que son en los que se llega a la mayor actividad celulítica.

2.4.2 Gotera esofágica

Uno de los fenómenos más curiosos de la fisiología en los rumiantes es el funcionamiento de la papila o gotera esofágica que comunica el esófago con el abomaso sin pasar por los divertículos anteriores. La gotera esofágica es un pliegue muscular que se extiende en forma descendente desde el cardias hasta el omaso a lo largo de la pared del retículo. Cuando este pliegue se cierra, la gotera forma un tubo que conduce los líquidos tragados hacia el canal omasal y finalmente al abomaso (Hornicke, 1980, citado por Bacha, 199), y de este modo el calostro o la leche no caen al retículo-rumen donde causarían fermentaciones indeseadas, sino que llegan directamente al abomaso donde se inicia su digestión (Relling, 2003). El cierre de la gotera depende de un impulso nervioso vía vagal que responde a un arco reflejo que se origina en respuesta a estímulos centrales y periféricos. El acto de succionar la mama o la mamadera, o aún el observar la mamadera o la preparación del alimento, inician este reflejo, que solo sucede cuando el animal mama de manera voluntaria y es independiente de la composición química del líquido consumido. En cambio, si los animales son forzados a deglutir el líquido o beben para saciar su sed la gotera esofágica ocurre únicamente cuando se proporcionan alimentos líquidos al animal. Estos factores deben tenerse en cuenta en la alimentación artificial de los terneros, a fin de evitar el suministro de una cantidad excesiva de leche, o de hacerlo bajo condiciones estresantes, que provoquen el pasaje de leche al retículo-rumen. El reflejo de cierre de la gotera esofágico, propio del lactante, se va perdiendo con el desarrollo del rumiante (Orskov, 1988; Relling, 2003).

2.4 Alimentación y crianza de los terneros lactantes

La cría de los terneros lactantes es muy importante porque son esenciales en la reposición de reproductores para el mantenimiento del establo, la producción de terneros para reposición y para carne dependen de la práctica eficaz de cría. Las primeras semanas son las más críticas en la vida de los terneros lactantes, ya que son muy susceptibles a numerosas enfermedades, en particular a diarreas y enfermedades respiratorias (Church, 1974).

Los terneros deben recibir desde una décima parte de su peso, hasta un máximo de 9L/día (Crampton, 1979 citado por Cano, 2001). El mayor conocimiento de las necesidades nutritivas permite mejorar la calidad de alimento excepto el calostro (Irwin, 1977).

2.5.1 El calostro

El calostro es una secreción densa, cremosa y amarilla, por definición es la secreción del primer ordeño después del parto tiene un alto valor nutritivo, el calostro provee anticuerpos necesarios para proteger a los terneros recién nacidos de muchas enfermedades que pueden provocarlas y producir la muerte, la concentración del calostro promedia 6% (6g/100g) de inmunoglobulinas pero tiene un rango 2 – 23%. En tanto la concentración de anticuerpos en la leche de anticuerpos en la leche es 0,1%. El calostro tiene un efecto laxativo y estimula la función normal del tracto digestivo (Wattiaux, 2000 citado por Cano, 2001).

Es muy importante que los terneros reciban el calostro de su madre, en las primeras doce horas hasta las 48 horas de vida, la primera leche tiene propiedades especiales, y son esenciales para el buen comienzo de los terneros, algunos componentes del

calostro (anticuerpos) son particularmente importantes ya que el ternero nace sin elementos propios de defensa contra las infecciones (Russe, 1987).

Cuadro 1. Composición química del calostro y de la leche.

Componente	Calostro	Leche entera
Sólidos totales %	23,9	12,5
Grasa %	6,7	3,2
Proteína	14	3,2
Anticuerpos %	6	0,09
Lactosa %	2,7	4,9
Minerales %	1,11	0,74
Vitamina ug/dl	295	34

2.5.2 La Leche

La leche posee una cantidad relativamente constante de lactosa (4,5%), concentraciones más variables de proteínas (3-5%), minerales (0,7%) y un pH (6,6-6,7) que varían principalmente por diferentes entre razas o por el momento de la lactancia. El otro componente de la leche es el agua (86%), en ella se encuentran una serie de sustancias inorgánicas, sustancias nitrogenadas solubles como los aminoácidos, creatina y urea, las proteínas solubles las albúminas, así como la lactosa, enzimas, vitaminas hidrosolubles del complejo B y vitamina C, en suspensión coloidal se encuentran sustancias inorgánicas en su mayor parte el calcio y el fósforo. La lactosa es un disacárido formado por glucosa y galactosa. Las proteínas incluyen a las caseínas en un 80%, mientras que el resto son alfa y beta albumina, beta globulinas y los ácidos grasos representan el principal componente de la grasa, que son liberados principalmente como triglicéridos y secundariamente como fosfolípidos y ácidos grasos libres (Mc Donald, 1999; Relling, 2003; Flores, 2007).

La temperatura de la leche debe mantenerse constante para la alimentación de los terneros en balde a 37°C, la cual será proporcionada en balde dos veces, teniendo cuidado de mantener horarios regulares. Deberá enseñarse al ternero a consumir tan pronto como sea posible (Thickett, et al.1989; Moreno, 2007).

2.6 Crecimiento y desarrollo del ganado bovino

El crecimiento del animal es un proceso complejo que supone no solamente aumento de tamaño, sino también un cambio en la forma y función de las diferentes partes del cuerpo. El crecimiento comienza desde la concepción y continúa hasta que el animal logra su madurez, según las características de la raza y la especie.

El proceso normal de crecimiento incluye igualmente el aumento de volumen y número de células, junto con la asimilación por el organismo en sus células del material que aporta la dieta, como las sales de calcio en los huesos y lípidos en el tejido adiposo. Las células del organismo se organizan en tejidos y estos forman los diferentes componentes del cuerpo del animal. Todos los procesos de crecimiento están regulados a nivel celular y endocrino, pero el crecimiento que presenta el animal es resultado, a su vez, de su potencial genético y del medio en el cual se desarrolla; siendo la alimentación la que desempeña un papel esencial para que el máximo crecimiento sea alcanzado (Rosemberg, 1993).

2.6.1 Incremento de peso vivo

La curva de crecimiento del vacuno así como de la mayoría de las especies animales tiene una curva muy típica de crecimiento, que es una sigmoidea o curva en forma de S. Una fase lenta al comienzo, una fase de aceleración posterior y, finalmente una fase inhibidora, en la cual el crecimiento se atenúa y al final cesa (Fig. 2). Los cambios en el peso, una vez que se llega a la madurez, sólo son debidos al aumento

de grasa corporal y no es verdadero crecimiento. En términos generales, el crecimiento cesa cuando la producción de la hormona somatotrófica (STH) que se libera de la glándula pituitaria es insuficiente para estimular la actividad del crecimiento. Cuando el bovino alcanza la madurez, sólo se produce la suficiente hormona STH como para remplazar a tejidos dañados o muertos, por eso no hay más crecimiento. Las diferencias genéticas entre razas de lenta a rápido crecimiento pueden ser el reflejo de su distinta habilidad para producir STH. El crecimiento puede, no obstante, retrasarse o incluso cesar bastante antes que el animal alcance su madurez completa. En este caso, el factor limitante puede muy bien no ser debido a una falta de concentración de hormona STH, sino a una falta de nutrientes, malas condiciones de habilidad, etc. (Rosemberg, 1993).

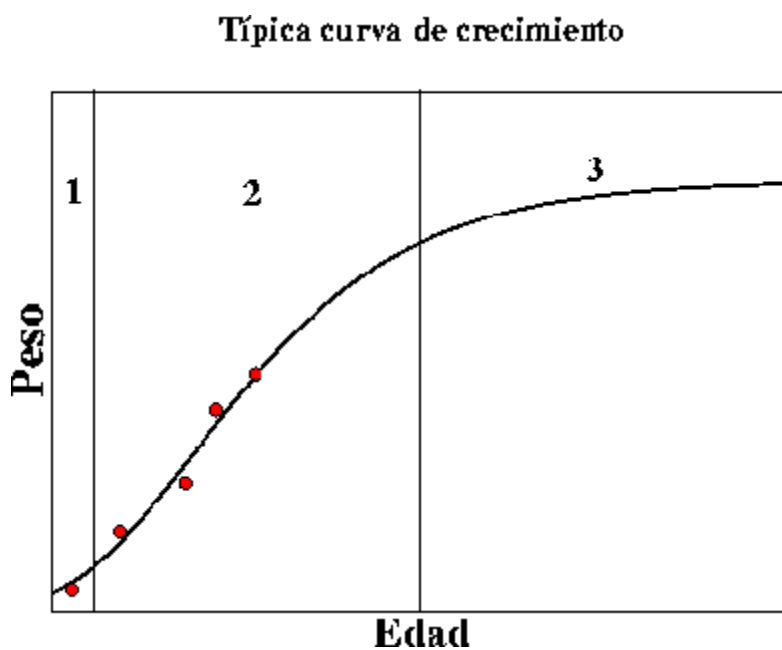


Fig. 2. La representación gráfica de la curva de crecimiento en bovinos nos muestra 3 fases: fase lenta(1), fase de aceleración (2) y la fase inhibitoria (3). Rosemberg (1993).

2.7 Ganancia de peso y talla en terneros Holstein

Un factor importante en este periodo es tener en cuenta una meta de peso y altura al nivel de la cruz al momento de destete (Heinrichs y Lammers, 1998 citado por Ceracio, 2006).

Los pesos al destete para terneros de raza Holstein (periodo de 45 a 60 días) deben fluctuar entre 75 a 95kg y para las tallas se encuentran entre 80 a 85cm de altura (Campabadal, 2000 citado por Clavo, 2009).

El peso y la talla, son los mejores indicadores de un buen desarrollo, pues independientes pueden significar solo deposiciones de grasa o crecimiento del esqueleto, siendo lo ideal un desarrollo coordinado, para lo cual, los incrementos de peso y talla significan medias muy útiles (Maynard et al., 1981 citado por Ceracio, 2006).

2.8 Requerimientos nutricionales del ternero

Durante las tres a cinco semanas de vida después del nacimiento, los terneros se comportan como animales monogástricos. Sus requerimientos incluyen alimentos de alta calidad, fáciles de digerir, que sean capaces de proporcionar energía disponible, aminoácidos esenciales, minerales esenciales y casi todas las vitaminas. En anexo 1 están las características nutricionales según el requerimiento del ternero.

2.8.1 Carbohidrato

De todos los carbohidratos, la lactosa es el que mejor utiliza el ternero, dada la presencia de importantes cantidades de lactasa intestinal desde el nacimiento, su actividad se puede constatar hasta los 25 semanas, pero es necesario que permanezca el consumo de leche para que produzca la lactosa (Church, 1974). El

ternero lactante presenta limitaciones para la digestión enzimática de la sacarosa por lo que su utilización provoca la disminución de la materia seca de los heces, que empeora el estado higiénico posibilitando las infecciones digestivas y el uso de almidones es ineficientemente, hasta el primer mes de edad, debido a la escasos volúmenes y actividad de amilasas secretadas antes, estimándose que a la 6ta semana se obtiene el balance de estas enzimas (Garzón, 2008).

2.8.1 Energía

La energía es vital para la temperatura corporal y para desarrollar las funciones orgánicas del ternero, por otro lado es básico un nivel de energía para el crecimiento y deposición de masa muscular y grasa (Miller, 1989).

La relación con el crecimiento y las necesidades energéticas varían no solo con la edad y el peso del animal, sino también con la concentración energética en la ración o dieta; los alimentos de alta energía son considerados más eficientes para el crecimiento debido que el requerimiento normal del ternero, expresado en materia seca, es constante y existe un requerimiento de mantenimiento diario (Ceracio, 2006).

2.8.2 Proteína

Los rumiantes jóvenes (durante las 2 y 3 semanas de vida) son probablemente los mamíferos con mayores exigencias de proteína de elevada calidad (Lyford, et al., 1998), razón por la cual el NRC (2008), recomienda un mínimo de 22% de proteína (base MS), para los terneros lactantes, alimentados sólo con dieta líquida, durante los dos primeros meses de vida (Garzón, 2008). Una buena fuente de proteína es aquella que en su composición tiene todos los aminoácidos para un mejor desarrollo metabólico y funcional de los terneros. Los requerimientos de los aminoácidos

esenciales del ternero están expuestos en el anexo 2 en comparación con la leche entera (Garzón, 2008).

2.8.3 Fibra

Los terneros no tienen necesidades funcionales de fibra, pero es importante dado que colabora con el desarrollo del rumen, capacidad de absorción y mantenimiento de pH. Los terneros alimentados con leche consumen una ración casi exenta de fibra, pero los terneros que rumian necesitan cierta cantidad de fibra larga de su dieta. Sin embargo el valor real de la fibra en la ración de estos comienza al llegar a los 100kg de peso vivo. La fibra participa hasta cierto punto para cubrir las necesidades energéticas de terneros destetados, pero más importante, es su colaboración con el desarrollo del rumen, la capacidad de absorción y con el mantenimiento de un pH óptimo; además de estimular las glándulas salivales (Thickett, et al., 1989).

3.8.4 Minerales

El calcio y el fósforo son los dos minerales necesarios para la formación del esqueleto de los terneros; el calcio se absorbe, su digestibilidad es muy alta en el animal joven (90-95%) y baja tras el destete (40%). El fósforo también presenta una digestibilidad elevada al principio (95%) para disminuir a un valor de 60% una vez destetado. La deficiencia de estos minerales determina el raquitismo y la deficiencia de fósforo va acompañada de un incremento del apetito descontrolado (Miller, 1989).

3.8.5 Vitaminas

Los terneros nacen con reservas muy escasas de vitaminas A y D en el hígado y son muy dependientes del aporte del contenido en el calostro, la vitamina A mantiene a las membranas de las células previniendo problemas infecciosos, su deficiencia ocasiona

enfermedades oculares y diarreas. La vitamina D es necesaria en la deposición de calcio y fósforo en los huesos, su deficiencia provoca raquitismo. En el anexo 3 se indican los requerimientos mínimos de vitaminas de un ternero lactante recomendada por la NRC (2001), citada por Garzón (2008).

Los terneros jóvenes pueden sintetizar las vitaminas del complejo B, en ocasiones la tiamina puede verse destruida en el rumen o interferida su absorción con lo que se genera ceguera y movimientos descoordinados causados por la deficiencia (Thickett, *et al.*, 1989).

3.8.5.1 Vitamina A

La vitamina A es necesaria para la función normal de muchos procesos biológicos: crecimiento, visión y además aumenta la resistencia a las infecciones de parásitos (Maynard, 1955). Los requerimientos están en relación directa con el peso del cuerpo y se consideran como límite mínimo la cantidad de vitamina A o de caroteno capaz de evitar la ceguera nocturna, estas necesidades aumentan en el crecimiento. Las necesidades se estiman en 3 mg de beta caroteno por cada 100 kg de peso vivo diariamente (Flores, 1989 citado Matos, 1995).

3.8.5.2 Vitamina B1

La vitamina B1 tiene la forma de una enzima (carboxilasa) unida al ácido fosfórico y a un soporte proteico. La carencia de completa de ésta determina una acumulación del ácido láctico en los tejidos y en la sangre, dando lugar a lesiones de los nervios periféricos (polineuritis) (Piccioni, 1970). Con la vitamina B1 se consigue una buena utilización de los alimentos y un buen desarrollo de los terneros. Se considera de 1-2 mg/día por cada 100 kg de peso vivo (Flores, 1989 citado por Matos, 1995).

3.8.5.3 Vitamina B2

Se encuentra extendida en el reino vegetal, pero con frecuencia es preciso incorporar una cierta cantidad a los piensos para prevenir las carencias en animales jóvenes (Piccioni, 1970). El papel más importante de la vitamina B2 que desarrolla son los procesos oxidoreductores celulares; además, como estimulante del crecimiento y en la regulaciones del aumento de peso. Las necesidades diarias por cada 100 kg de peso vivo, se considera igual a 3 mg (Flores, 1989 citado por Matos, 1995).

III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

H0: El suplemento alimenticio de *Lepidium meyenii* “maca” afecta positivamente la talla y peso de terneros lactantes de la raza Holstein.

Ha: El suplemento alimenticio de *Lepidium meyenii* “maca” no afecta positivamente la talla y peso de terneros lactantes de la raza Holstein.

3.2 Objetivo general

Determinar el efecto de la ingesta de *Lepidium meyenii* “maca” como complemento alimenticio sobre el peso y talla de terneros lactantes de la raza Holstein.

2.1.1 Objetivo específicos

- Determinar el efecto del suplemento de la harina cruda de *Lepidium meyenii* “maca” en el incremento de peso y talla.
- Evaluar el efecto del suplemento de la harina de *Lepidium meyenii* “maca” sobre la morbilidad, mortalidad, conversión alimenticia y la tasa de crecimiento.

IV. MATERIAL Y METODOS

4.1 Localización

La fase experimental del presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Unidad Experimental de Zootecnia-UEZ del Programa de Investigación y Proyección Social en leche de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina-UNALM (12° 06' S.; 76° 57' O), localizado en la ciudad de Lima, provincia y departamento Lima; a una altitud de 244 msnm con temperatura anual de 20°C y con la precipitación anual de 12mm. El trabajo de campo fue desarrollado durante los meses de marzo a setiembre del 2009.

4.2 Animales utilizados

Se utilizaron 16 terneros de raza Holstein de madres multíparas de 3 días de nacido, con un peso y una talla inicial promedio $42,69 \pm 6,29$ Kg y $77 \pm 2,19$ cm respectivamente. Para ajustar a la edad de la madre el resultado en 4, pueden usarse

4.3 Manejo

Los terneros, después de nacidos recibieron inmediatamente una asistencia técnica; desinfección del cordón umbilical con yodo al 5%, suministro de calostro antes de dos horas de nacido. Luego fueron identificados, pesados, tallados y alojados en cunas individuales.

La limpieza del ambiente se realizó diariamente, en los primeros 4 días de vida del ternero se utilizó panca picada para la cama, luego se retiró y en los meses de invierno (junio y julio) se utilizó cáscara de arroz para los terneros de diferentes edades, excepto para los recién nacidos, también se hacía el desplazamiento interno de la cuna dependiendo de intensidad de la suciedad.

4.4 Instalaciones y equipos

Los terneros estuvieron en cunas individuales de madera de 2,60m de largo X 1,30m de ancho, con techo de calamina y equipado con comederos y bebederos de plásticos (baldes de 4L). A continuación se menciona los materiales, equipos e insumos utilizados durante el manejo:

a) Materiales: Biberón de 2L, bolsas de polietileno, baldes de 4L, guantes quirúrgicos y no quirúrgicos, jarra de 500ml, libreta de campo y fichas de registro.

b) Equipos: Balanza de plataforma 700Kg, marca Wiegekr, Nr. 2037, de capacidad con cajón de pesada, balanza electrónica de 2kg, hipómetro graduado en cm (usado para medir la talla).

d) Insumos: Maca certificada (ecotipo amarillo) del centro de ventas de la U. Agraria, Leche entera-UEZ, concentrado de inicio-UEZ y Chala de la U. Agraria.

4.5 Metodología

4.5.1 Tratamientos

Los tratamientos asignados fueron los siguientes:

- **Grupo control (T0):** Terneros alimentados con una dieta alimenticia conteniendo leche entera (4L/día) sin contener la harina de maca y alimento balanceado de inicio.
- **Grupo experimental (T10):** Terneros alimentados con una dieta alimenticia de leche entera (4L/día) conteniendo la harina de maca (10g) y alimento balanceado de inicio.

- **Grupo experimental (T20):** Terneros alimentados con una dieta alimenticia de leche entera (4L/día) conteniendo la harina de maca (20g) y alimento balanceado.
- **Grupo experimental (T30):** Terneros alimentados con una dieta alimenticia de leche entera (4L/día) conteniendo la harina de maca (30g) y alimento balanceado.

4.5.2 Fase experimental

Durante este periodo, los 16 terneros Holstein fueron sometidos a la dieta consistente en el uso de leche entera y alimento concentrado de inicio, Para tal efecto, los animales fueron asignados aleatoriamente de acuerdo a las ocurrencias de los partos hasta completar los 4 grupos, con igual número de unidades experimentales. Los terneros recibieron manejo por igual según las normas establecidas y programa sanitario. Semanalmente se realizaron los controles de peso y talla y el consumo de alimento fue medido diariamente hasta el último día de trabajo. La leche utilizada en la alimentación de los terneros fue analizada en la Planta Piloto de Leche en lo que se determinó la densidad, %grasa y %sólidos totales (Anexo 4).

4.5.3 La obtención de la harina de maca

Para la suplementación alimenticia se empleó la harina de maca certificada: ECO ANDINA (Maca Ecológica) del Centro de Ventas de productos naturales de la Universidad Nacional Agraria la Molina, con la siguiente información nutricional (anexo 5).

4.5.4 Programa de alimentación

Para la alimentación de los terneros se utilizó leche entera y concentrado de inicio (alimento sólido), en cantidades de acuerdo al programa de alimentación establecido UEZ. En los grupos experimentales se utilizó como suplemento la harina de maca en un 10g, 20g, y 30g diario por ternero haciendo una mezcla con 0,5L de leche entera respectivamente. Se espera que la función principal de dicha mezcla sea el incremento de peso, talla y fortalecimiento de la defensa inmunológica.

En el cuadro 2 se describe el programa de alimentación de la fase líquida que consistió en el suministro de calostro durante 3 días, seguido de leche entera que fue suministrado en baldes de plástico de 4L/día por ternero; 2L en la mañana (7:00 a.m.) y 2L en la tarde (4:00 p.m.) a una temperatura de 38°C. En los meses de marzo, abril y ocasionalmente en otros meses se proporcionó agua en baldes de plástico diariamente entre las 10 a.m. y 2 p.m.

Cuadro 2: consumo de leche por los terneros

Edad (días)	Cantidad (Kg)	
	Mañana	Tarde
0-3	3 (Calostro)	3 (Calostro)
4-15	3	3
16-25	2,5	2,5
26-35	2	2
36-45	1,5	1,5
46-55	1	1
56-60	1	0

Fuente: UEZ (2009)

En el anexo 6 se muestra la fórmula y la composición del alimento concentrado de inicio en polvo que fue administrado según el consumo de cada ternero, aprox. Entre las 9y 10 a.m. y en el anexo 7 se muestra los aportes de nutrientes de los insumos utilizados (leche entera, maca, e inicio) en la alimentación diaria de los terneros lactantes sometidos a pruebas experimentales.

4.8 Parámetros evaluados

4.8.1 Pesos semanales

Los pesos fueron controlados al nacimiento y semanalmente (4 semanas), con el uso de una balanza con una capacidad de 700 Kg de plataforma con cajón de pesada y con una sensibilidad de 20 kg.

4.8.2 Ganancia de peso

Se determinó el incremento de peso promedio diario y total, tomando los registros de pesos semanales, empleando las siguientes fórmulas (tomada de Clavo, 2009):

Ganancia promedio de peso total (GPPT) = Peso final – Peso inicial

Ganancia promedio de peso diario (GPPD) =
$$\frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Número de días}}$$

4.8.3 Tallas semanales

Las tallas fueron medidas al nacimiento y semanalmente a la altura de la cruz con el tallímetro.

4.8.4 Incremento promedio de talla

Se determinó el incremento de talla diario y total, con las tallas registradas semanalmente con las siguientes expresiones:

Incremento promedio de talla total (IPPTT): Talla final – Talla inicial

Incremento promedio de talla diario (IPTD):
$$\frac{\text{Talla final} - \text{Talla inicial}}{\text{Número de días}}$$

4.9 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia solo los terneros suplementados con la harina de maca (12 terneros) fue determinada considerando el consumo total de alimento y la ganancia promedio de peso, mediante la fórmula:

$$CA = \frac{\text{Consumo Total de alimentos}}{\text{Ganancia total de peso}}$$

4.10 Mortalidad

La mortalidad fue evaluada después de 30 días mediante la fórmula de la mortalidad general (%):

$$\%M = \frac{\text{N}^\circ \text{ Muertos}}{\text{Capital promedio}} \times 100$$

4.11 De la morbilidad

La morbilidad fue evaluada a los 30 días mediante la fórmula:

$$PI = \frac{\text{Total de individuos que enfermaron durante el periodo de observación}}{\text{Total de individuos que participaron en el periodo de estudio}} \times K$$

K = 100, 1000, 10 000 ó 100 000.

4.12 De la tasa de crecimiento

El desempeño de los terneros durante los 30 días de vida fue evaluado por la siguiente ecuación planteada por Rosemberg (1993):

$$\text{Log}W = \text{Log}B + Kt$$

Dónde:

W = Peso del ternero (kg) en un tiempo T

B = Peso al nacer (kg)

t = Edad (días)

K = Tasa de crecimiento

4.13 Del Análisis estadístico

Para el análisis de pesos y tallas fueron analizados por Análisis de Varianza mediante Diseño Completamente al Azar (DCA) donde los tratamientos fueron la dosis de harina de maca y las unidades experimentales, los terneros y la variable respuesta el incremento de peso y talla para el procesamiento se utilizó el programa de SAS (sistema de análisis estadístico) V8 (Helwig, 1981), que es un sistema de software integrado que proporciona un control total sobre el acceso, manejo, análisis y presentación de bases de datos. Para la comparación de media entre tratamientos se empleó la prueba de Tukey.

El modelo matemático que fue utilizada es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta unidad experimental al i-ésimo tratamiento, ubicado en el j-ésimo repetición.

μ = Promedio de las poblaciones de tratamientos.

T_i = Efecto del i - ésimo tratamiento (dosis maca).

E_{ij} = Error experimental.

4.14 Ajuste de datos

Para el efecto de cálculos y para disminuir la variabilidad de los datos de peso y talla obtenidos a los 30 días fueron ajustados por el método de la regresión lineal (anexo 12 y 13) y luego sometidos al análisis estadístico.

V. RESULTADOS

En el cuadro 3 se muestra básicamente la evaluación de peso, talla y tasa de crecimiento donde se aprecia ganancia (peso y talla) diarios de los terneros lactantes sometidos al tratamiento.

Cuadro 3. Peso y talla de los 16 terneros a los 30 días

Establecimiento: Unidad Experimental de Zootecnia-UNALM

Raza: Holstein

Cruza: I.A.

Número de días: 30 días

Madre	Tratamiento	Nº de identificación del ternero	Peso Inicial	Peso Final	Ganancia de peso	Aumento diario de peso	Talla Inicial	Talla Final	Ganancia de talla	Aumento diario de talla	Tasa de crecimiento (%)	Peso Ajustado a la edad de la madre
31187	T0	912	45	56	11	0,37	76	82	6,0	0,2	0,317	22
3101	T0	914	40	51	11	0,37	79	83	4,0	0,1	0,352	22
611107	T0	918	37	61	24	0,8	77	84	7,0	0,2	1,027	52,8
321	T0	930	43	55,5	12,5	0,42	74	77	3,0	0,1	0,369	25
40649	T10	922	32	50	18	0,6	73	76	3,0	0,1	0,646	36
277	T10	934	40	53	13	0,43	75	81	6,0	0,2	0,407	26
4115	T10	954	56	70	14	0,47	77	81	4,0	0,1	0,323	28
535	T10	956	48	64	16	0,53	76	81	5,0	0,2	0,417	33,6
51063	T20	916	38	61	23	0,77	76	83	7,0	0,2	0,685	48,3
221	T20	928	37	52,5	15,5	0,52	78	85	7,0	0,2	0,507	31
583	T20	944	40	54	14	0,47	78	83	5,0	0,2	0,434	29,4
409	T20	950	50	71	21	0,7	82	86	4,0	0,1	0,508	42
70101	T30	920	40	61	21	0,7	77	82	5,0	0,2	0,611	44,1
60433	T30	924	45	58	13	0,43	77	81	4,0	0,1	0,367	28,6
463	T30	946	40	60	20	0,66	80	84	4,0	0,1	0,587	40
323	T30	952	52	62	10	0,33	77	81	4,0	0,1	0,255	20

5.1 Pesos ajustados por el método de la regresión lineal de los 16 terneros a los 30 días.

Cuadro 4. Pesos finales ajustados

	T0	T10	T20	T30
1	54,31	57,81	64,43	62,96
2	52,96	54,96	56,66	56,31
3	65,16	60,27	55,96	61,96
4	55,27	60,17	65,66	55,19
Promedio	56,93	58,3	60,68	59,11
Desv. Est.	5,5712	2,5016	5,0761	3,9222
Variación	31,0379	6,2578	25,7672	15,3838
CV	9,79%	4,29%	8,37%	6,64%

Los promedios obtenidos de los pesos ajustados por la regresión de los 4 grupos (cuadro 4) son similares sin embargo el grupo más disperso es el grupo control que tiene una desviación estándar de 5,57 kg con respecto al valor central esto se debe a que vienen probablemente de madres multíparas y el menos disperso es el grupo (T10). Lo mismo ocurre con el coeficiente de variación (CV) en el grupo control indica una dispersión en promedio de 31,04 kg al cuadrado con respecto al valor central luego le sigue el grupo T20 que tiene una dispersión en promedio de 25,77 kg al cuadrado respecto al valor central. Estos valores estadísticos indican que los valores están muy bien ajustados.

5.2 Análisis de variancia de peso de los 16 terneros

Cuadro 5. Análisis de variancia

Fuentes de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr>F
TRAT	3	29.48855	9.8295	0.5	0.6885
Error	12	235.34015	19.612		
Total	15	264.8287			

Coef. Determ.	Coef. Var.	Desv. Stand.	Media
0.111350	7.537564	4.428508	58.75250

Los resultados de análisis de variancia de peso de los terneros lactantes (cuadro5) para los 30 días del trabajo experimental muestran que no hay diferencias entre los tratamientos ($p \leq 0,5$), respecto al coeficiente de determinación; el valor obtenido está dentro del parámetro estadístico (30%) por lo tanto se aceptan los datos obtenidos.

5.3 Comparación de medias (peso) entre los tratamientos analizados con la prueba de Tukey

Cuadro 6. Comparación de medias de peso de los terneros.

Agrupación de Tukey	Media	N	TRAT
A	60.678	4	T20
A	59.105	4	T30
A	58.303	4	T10
A	56.925	4	T0

Las comparaciones de medias analizadas con la prueba de Tukey (cuadro 6) aparecen agrupados con la letra "A" lo que indica que los cuatro tratamientos tienen el mismo efecto en promedio, a pesar de ello podemos notar claramente que la media mayor (60,68) es del tratamiento 2 (T20).

5.4 Tallas ajustadas por el método de la regresión lineal de los 16 terneros

Cuadro 7. Tallas finales ajustadas

	T0	T10	T20	T30
1	83,01	80,06	84,01	82
2	80,97	83,03	83,99	81
3	84	81	81,99	80,96
4	80,04	82,01	80,93	81
Promedio	82,005	81,525	82,73	81,24
Desv. Est.	1,819	1,2809	1,5290	0,5070
Variancia	3,3075	1,6407	2,3379	0,2571
CV	2,22%	1,57%	1,85%	0,62%

El promedio de la talla de los 4 grupos (cuadro 7) son similares, si vemos al grupo T20 respecto al control solo lo supera en décimas y con respecto a otras medidas estadísticas vemos que también son bastantes similares, indicándonos que los datos obtenidos son aceptables y confiables para hacer el análisis estadístico respectivo.

5.5 Análisis de variancia de la talla de los terneros

Cuadro 8. Análisis de variancia.

Fuentes de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr>F
TRAT	3	5.0946	1.6982	0.9	0.4694
Error	12	22.6294	1.8858		
Total	15	27.724			

Coef. Determ.	Coef. Var.	Desv. Stand.	Media
0.183761	1.677238	1.373238	81.87500

Los resultados de análisis de variancia de talla de terneros (cuadro 8) para los 30 días del trabajo experimental muestran que no hay diferencias entre los tratamientos ($p \leq 0,05$), respecto al coeficiente de determinación es de 0,18 valor que indica que los datos son adecuados y el coeficiente de variación es de 1,8 que es una cifra bastante bajo indicando que los datos tomados en este trabajo experimental son aceptables.

5.6 Comparación de medias (talla) entre los tratamientos aplicado la prueba de Tukey

Cuadro 9. Comparación de medias de talla de los terneros.

Agrupación de Tukey	Media	N	TRAT
A	82.72	4	T20
A	82.005	4	T0
A	81.525	4	T10
A	81.24	4	T30

Todas las medias analizadas con la prueba de Tukey (cuadro 9) aparecen agrupadas con la letra "A" indicando que los cuatro tratamientos tienen el mismo efecto en promedio. Pero ocurre que la media del tratamiento 2 (T20) es mejor que de los otros tratamientos y la media más baja es del grupo 3 (T30) que tuvo una concentración mayor de la harina de maca lo que estaríamos afirmando que el efecto de la maca es

inversamente proporcional al incremento de la talla, es decir, si aumento más concentración de maca obtenemos menos incremento de talla.

5.7 Evaluación de los índices de productividad

Cuadro 10. Parámetros productivos de terneros lactantes Holstein obtenidos a los 30 días.

Índices de Productividad	Valor Obtenido	Parámetros	Calificación
a) Mortalidad	0	0-0,5%	Mortalidad cero
b) Morbilidad	0	0	Morbilidad cero
c) Ganancia de peso/día	1,0	Mínimo 1,3kg/día	Incrementos aceptables, sin embargo revisar raciones
d) Conversión alimenticia*	8	07-10	Se acepta

- La conversión alimenticia fue evaluada tomando sólo los datos de 12 terneros que consumieron la harina de maca en diferentes concentraciones (10g, 20g y 30g)

En el cuadro 10 se hace un resumen de los índices de productividad evaluados durante el trabajo experimental donde los resultados obtenidos están dentro de los parámetros establecidos por lo tanto se aceptan, sin embargo recomendamos revisar las raciones de alimentos ofrecidos a los terneros.

5.8 Representación gráfica del peso promedio ajustado por el método de la regresión lineal

Peso

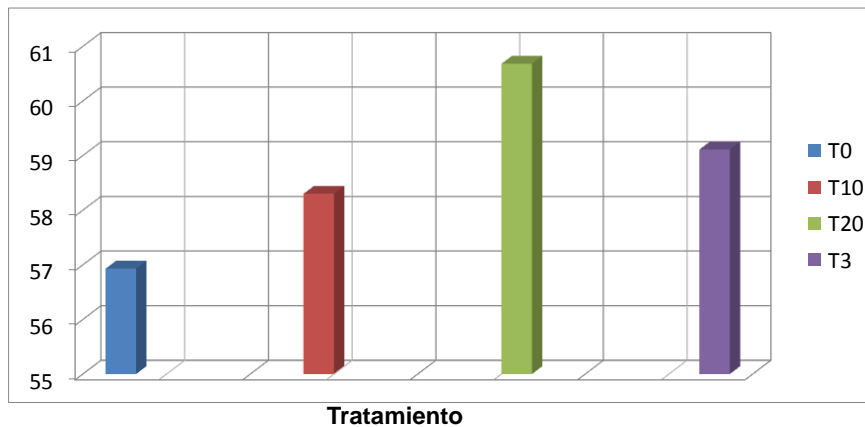


Fig3. La gráfica del peso promedio ajustado por la regresión nos muestra que la barra verde que corresponde al grupo T20 es superior a otros grupos (T0, T10 y T30)

En la Fig. 3 podemos observar que el tratamiento 2 (T20) es el que mejor ha respondido al efecto de la harina de maca en tanto los tratamientos T0 y T10 son similares mientras que el T3 difiere de (T0 y T10) sin superar al T20.

5.9 Representación gráfica de la ganancia promedio del peso diario

Peso

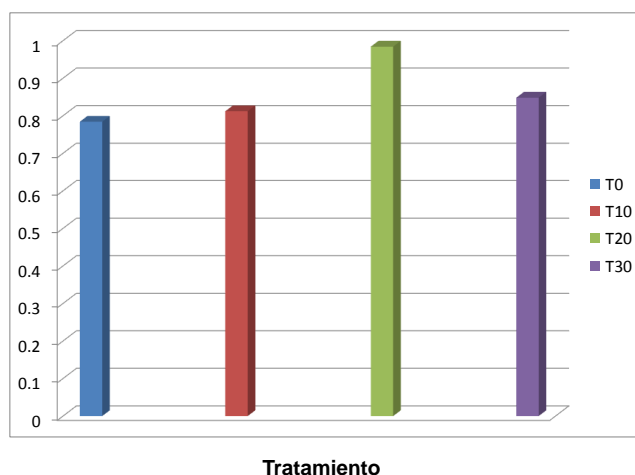


Fig4. Ganancia promedio de peso diario de los 4 grupos (T0, T10, T20 y T30)

Aunque no existan las diferencias significativas estadísticamente la Fig. 4 Nos muestra que el tratamiento 2 (T20) en la ganancia promedio del peso diario es superior a otros grupos (T0, T10, y T30) debido probablemente a la concentración del carbohidrato de la harina de maca que fue administrado en un 14,47g/día y puede ser una concentración óptima para que funcione la hormona de crecimiento ya que no ocurre lo mismo con el tratamiento T30 que tuvo una concentración de carbohidrato en un 21,71g/día. Dichos resultados coinciden con lo reportado por Guyton y Hall (2006) donde indica que la hormona del crecimiento no ejerce su acción en los animales si se eliminan de la alimentación los carbohidratos, es decir, que la eficacia de la hormona requiere de unos depósitos suficientes del carbohidrato. Esta afirmación concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

5.10 Representación gráfica del promedio de crecimiento

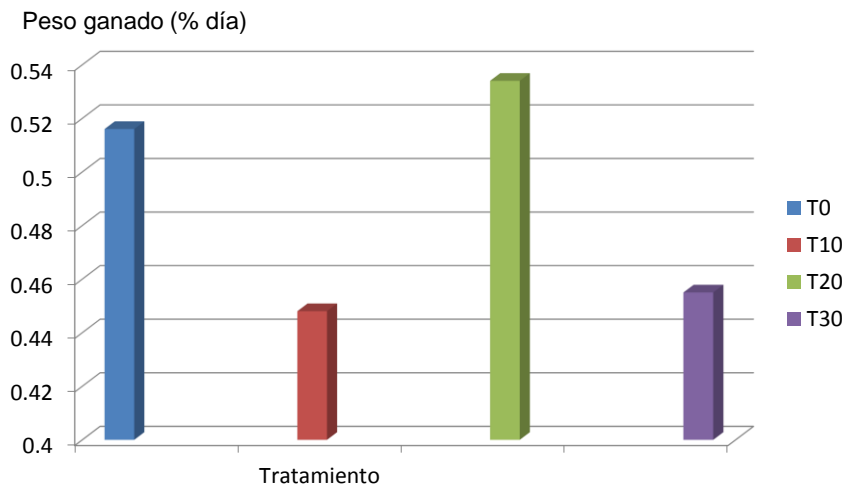


Fig5. Promedio diario de la tasa de crecimiento de los 4 grupos (T0, T10, T20 y T30). En la gráfica se aprecia que el mejor grupo es el T20.

La presencia de una baja y de una alta concentración de la harina de maca provoca una acción negativa en la tasa de crecimiento de los terneros lactantes como se puede apreciar en la fig.5, donde la tasa de crecimiento del grupo T10 (0,448%/día) y de T30 (0,455%/día) se observa bastante disminuido frente al T20 (0,534%/día).

5.11 Representación gráfica del promedio de la talla

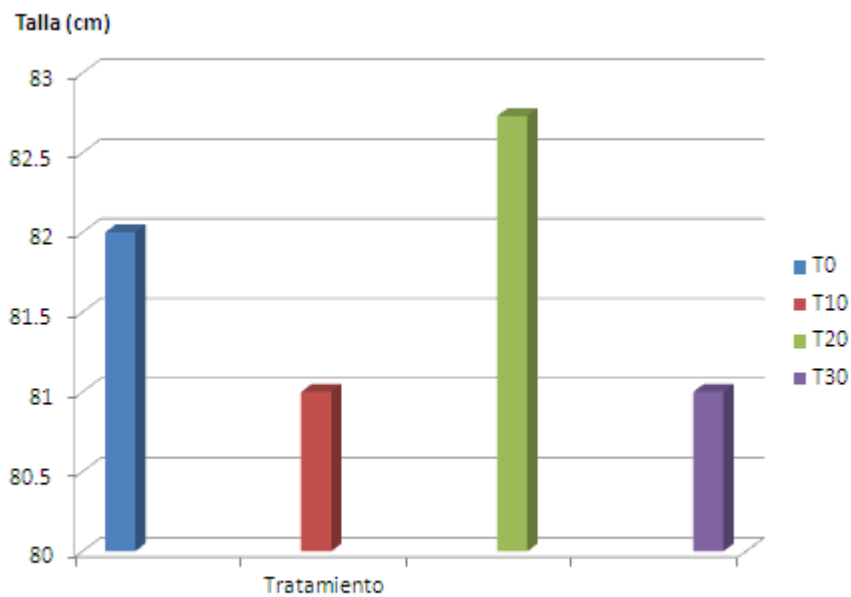


Fig.6. La gráfica del promedio de talla de los 16 terneros ajustados por el método de la regresión nos muestra que el grupo T20 tiene el mejor incremento de talla que otros grupos a los 30 días de tratamiento.

La fig.6. Nos muestra los promedios de tallas de los 16 terneros evidenciando que los cuatro tratamientos no tienen el mismo efecto en promedio, también se aprecia que el T30 es menor que el T10 quedando descartada la dosis con esta concentración (30g/día).

VI. DISCUSIÓN

6.1 Incremento de Peso Vivo

Los animales sometidos al experimento, fueron evaluados de acuerdo a su incremento de peso, para poder determinar si existía un efecto para la ganancia de peso vivo, una vez sometidos a los tratamientos respectivos. El Análisis de Variancia en Diseño Completamente al Azar en el (cuadro 5) nos muestra el peso al destete (Kg) con datos ajustados por el método de la regresión. Del análisis correspondiente, podemos establecer que los terneros sometidos a los tratamientos respectivos, tuvieron un comportamiento similar estadísticamente ($p \leq 0,05$) en el incremento de peso, sin embargo podemos afirmar que el grupo T20 fue el que mejor respondió (60,68) entrando de esta manera al estándar de peso establecidos para ésta raza a los 60 días (60,30-70,37kg) (Heinrichs, 1999), (fig.4), debido a la concentración de carbohidrato de maca administrado (14,47g/día) lo que estaría indicando la cantidad óptima para que funcione las hormonas ya que estas no funcionan sin la presencia de estas macromoléculas (Guyton y Hall, 2006). Estudios para incrementos de peso, velocidad de crecimientos o peso al destete similares empleando harina de maca no se reportan, ello limita las comparaciones y discusiones, pero podemos mencionar el único trabajo de investigación de Matos (1995) que fue suficiente para demostrar que, la maca no tiene efecto positivo sobre las ganancias de peso vivo en vaquillas Holstein con tratamientos de 100g y 200g de la harina de maca, este resultado indicaría que para lograr la meta se necesita una concentración elevada de maca lo que no sería rentable para los ganaderos además a esta edad cesa el crecimiento, sólo existe la acumulación de grasa y la maca no es rico en grasa vegetal como para cubrir esta necesidad, sin embargo Meza (1995) en un cuyes (*Cavia porcellus*) sí logró la ganancia de peso de la camada utilizando la harina de maca obteniendo un incremento promedio de peso total de la camada 305,483 g y 387,7 g en la que se

resalta, que el promedio de peso total se incrementa linealmente de acuerdo al porcentaje de maca recibido, es posible que haya funcionado con esta especie debido a que fisiología digestiva y el requerimiento nutricional es muy distinta y además es un animal pequeño. Córdor (1991) logró incrementar el peso promedio de la camada de los borregos en un 43% con respecto al control, suministrando diariamente la maca en una cantidad de 100g/300 cc de agua durante 15 días consecutivos, aquí vale indicar que la cantidad de maca utilizada fue determinante para lograr los objetivos, importancia que no le dio en este trabajo ya que los terneros no toleran carbohidrato en una concentración elevada. Ahora bien, incrementar el porcentaje en más de 10% como lo dice Meza (1995), sería interesante como una investigación pura, pero no aplicativa en un Centro de producción Animal donde el ganadero busca la rentabilidad. Los resultados obtenidos en este trabajo coincide exactamente con los resultados obtenidos por Matos (1995), a pesar de la diferencia de concentraciones de maca utilizada y de la diferencia de edad de ejemplares, que la harina de maca no es efectiva para incrementar el peso vivo en bovinos (vacas y terneros lactantes) pero indudablemente si funciona en otras especies, tal como lo indican Meza (1995) y Dalmiro (1991) en su resultados.

Otra observación importante son las ganancias de pesos semanales que se ven bastante desordenados excepto en el grupo T30 que tiene ordenado y ascendente (fig. 7, 9, 11 y 13), el desorden en las ganancias de peso fue ocasionado por el cambio de lugar constante (manejo típico del establo-UEZ) que determina muchas veces afectando en su desarrollo pero al parecer la maca controla el comportamiento inestable de los terneros ocasionado por el estrés como se puede notar en el grupo T30 que tuvieron una ingesta superior de maca (30g/día) que otros grupos.

6.2 Incremento de Talla

La talla de los animales sometidos al experimento fueron registrados semanalmente luego sometidos al Análisis de Variancia en Diseño Completamente al Azar (cuadro 8), el análisis correspondiente establece que los terneros sometidos a los tratamientos respectivos, tuvieron un comportamiento similar ($p \leq 0,05$). A pesar que no hay estudios para las comparaciones y discusiones de los resultados podemos decir que la talla final de los terneros en estudio a los 30 días están dentro del estándar de talla establecido (79,25-83,00) (Heinrichs, 1999, citado por Clavo, 2009) no por el efecto de la harina de la maca sino por otras causas (genética, ambiente y manejo).

En las fig. 8, 10, 12 y 14 se observan los incrementos semanales de tallas de terneros de los 4 grupos, las cuales no se muestran afectadas por el estrés del manejo sino más bien por el error de la medición, uso obsoleto del material de medición (hipómetro) o por el alguna enfermedad afectada durante el trabajo, como por ejemplo en el caso del ternero 922 del grupo T10 que fue seriamente afectado en el incremento de talla por la neumonía.

6.3 Mortalidad

Dado que el periodo de trabajo experimental fue corto (30 días) la evaluación de la mortalidad esperada es nula, cifra aceptable dentro del parámetro en vacunos de carne (0%) y en vacunos de leche (3-4%) (Moreno, 2007). No existen trabajos similares para hacer discusión en esta evaluación.

6.4 Morbilidad

La morbilidad no está considerada como índice de productividad en la producción de vacunos de carne ni en los vacunos de leche, sin embargo fue necesario hacer una evaluación de morbilidad en este trabajo experimental ya que de alguna manera también se quiere comprobar los efectos secundarios (efectividad inmunológica) de la harina de maca, tal es así que se hizo la evaluación obteniéndose como nula la morbilidad, y esto es aceptable a pesar de no haber parámetros establecidos para la comparación de los resultados en producción animal. Con este resultado se puede decir que no hubo Prevalencia ni incidencia de ninguna enfermedad. Aquí y ahora, vale mencionar que 2 terneros del grupo 3 (T30) tuvieron una ligera diarrea debido a la dosis de la harina de maca, pero sin mayores consecuencias superaron en poco tiempo.

6.5 Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia es uno de los índices en la producción de vacunos de carne, que no tiene importancia en la evaluación de vacunos lecheros pero evaluar en este trabajo fue necesario aunque se trate de terneros de la raza Holstein ya que se trata de determinar la eficiencia de la conversión alimenticia después de haber utilizado la harina de maca como suplemento, tal suplemento podría alterar de alguna manera la fisiología del animal, dada que esta especie no puede tolerar el carbohidrato. De manera que la evaluación de la conversión alimenticia fue sólo de los 12 terneros sometidos a prueba en diferentes niveles de concentración de carbohidrato de maca (7,24g, 14,47g y 21,71g) obteniéndose un resultado igual a 8; una cifra aceptable dentro de los parámetros establecidos (7-10) (Moreno, 2005). La importancia de esta evaluación es que dependiente del resultado que se obtenga se revisa la racionalización y costos del alimento.

6.6 Tasa de Crecimiento

En el cuadro 3, se muestra las tasas de crecimiento, observados durante los primeros 30 días de vida de los 16 terneros sometidos a pruebas experimentales, las mismas que nos ha permitido calcular la media diaria (kg/día) de 0,448%, así, el crecimiento no afectó el desarrollo óseo de los terneros porque el parámetro establecido por Roy (1970) adaptado por Rosemberg (1993) que indica; que el menor crecimiento permitido que no afecta el desarrollo óseo es aquel donde el valor de K es igual a 0,875% a los 91 días. Por lo tanto aceptamos ésta cifra obtenida a los 30 días ya que es casi la mitad de la cifra obtenida a los 91 días, entonces creo de alguna manera que el trabajo experimental tuvo un buen camino, es decir, no afectó el desarrollo normal de los terneros aunque es controversial tal afirmación por tener un tiempo corto.

VII. CONCLUSIONES

Del trabajo experimental realizado durante 30 días y bajo las mismas condiciones se establecen las conclusiones siguientes:

1. El grupo T2, con la adición de 20 g/día de la harina de maca fue el que respondió positivamente en el crecimiento rápido, mayor peso corporal, mejor tasa de crecimiento, siendo el peso promedio obtenido al final del trabajo experimental de 60,68 kg frente a otros grupos T0 (56,93 kg), T10 (58,30 kg), T30 (59,11 kg) de peso vivo.
2. Los niveles de la harina de maca utilizados como suplemento en terneros lactantes Holstein no tuvieron un efecto positivo ($p \leq 0,05$) sobre las ganancias de peso vivo.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Realizar trabajos similares con la harina de maca en niveles de 20 g/día, y aumentar los números de unidades experimentales.
2. Utilizar la harina de maca en la ración alimentario de los terneros lactantes en 20g por cada 100g de inicio.
3. Realizar trabajos similares pero utilizando otros extractos de la maca.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEYDA, J. Alimentación y Manejo de Vacunos Lecheros. UNALM, 2005, p. 87-99.
2. ALZAMORA, Libertad. "Estudio del Efecto Antitumoral e Inmunomodulador del Extracto Alcaloidal de Raíces de *Lepidium peruviana* maca (Brassicaceae) en Ratones". Asesor: Álvaro Marcelo R. Tesis Doctoral. UNMSM, EAP Ciencias Biológicas, Lima, 2003.
3. ALZAMORA, Libertad, *et al.* Actividad Leishmanicida de los Extractos Metabólicos de Cuatro Ecotipos de *Lepidium peruviana*, Chacón (Brassicaceae). *Rev. Perú. Biol.* 2007. Vol.13, nº3, p. 219-221
4. ÁLVAREZ, Medrano. "Utilización de Diferentes Niveles de Maca en la Fertilidad de Cobayos". Tesis Profesional. UDAC, EAP. Ciencias Agropecuarias, Cerro de Pasco, 1993.
5. BACHA, F. Nutrición del ternero neonato. XV Curso de Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. *Fundación española para el Desarrollo de la Nutrición Animal* FEDNA. España, 1999. Nacoop, S.A. Madrid. [Consulta 15 junio, 2008]. Disponible en: <http://www.etsia.unm.es/fedna/capitulos/99CAP11.pdf>
6. BOOTH, H.N. y McDONALD, L.E. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 6ª Edition. Iowa State University Press/Ames. *Journal Veterinary Research Communications*, 1988, Vol. 13, nº1, p. 80-81.
7. BRINKMANN, J. *et al.* Ed. Photoessay. Maca of the Jenin plateau. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 2004. Volume 12, Number 3.
8. CAEIRO POTES, J. afecciones del Rumen y del retículo. *Rev. Producción Animal*. 1998, nº 137, p. 94-107.

9. CANCHO, B., *et al.* El Uso de los Antibióticos en la Alimentación Animal: Perspectiva Actual. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2000, vol. 3, nº 001, p. 39-47.
10. CANO AGUILAR, Luis Apolinar. “Influencia de la Suplementación Vitamínico Mineral en Terneros Brown Swiss desde el Nacimiento hasta el Destete en el CIP-Chuquibambilla”. Asesor: Bernardo Roque. Tesis Profesional. UNA, EAP Medicina veterinaria y Zootecnia, Puno, 2001.
11. CARRO, M. y RANILLA, M. J. Los Aditivos antibióticos Promotores de los Animales: Situación Actual y Posibles Alternativas. Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, España, 2002. [Revisado el 10 de mayo del 2008]. Disponible en: www.produccionbovina.com
12. CERACIO PANDURO, Silvana Rubí. “Evaluación de Uso de un Sustituto Lácteo en Sistema de Destete precoz de Terneros Holstein en Crianza Intensiva en la Costa Central”. Tesis Profesional. UNALM, EAP Zootecnia, Lima, 2006.
13. CONDOR SURIAQUI, Dalmiro. “Influencia de la Maca en el Incremento de Peso, en la Reproducción y Descendencia de Borregas”. Tesis Profesional. UDAC, EAP. Ciencias Agropecuarias, Cerro de Pasco, 1991
14. CHACON, Gloria. 1961. La maca (*Lepidium meyenii*), Chacón sp. Y su hábitat. *Revista Peruana de Biología*. Lima, 1961. Vol. 3, p. 171-272.
15. CHURCH, David. *Fisiología digestiva y nutricional de los rumiantes*. Edit. Acribia. España, 1974, p 438.
16. CLAVO MONTENEGRO, José. “Incorporación de Inulina y un Complejo Enzimático en la Ración Alimenticia de Terneros Lactantes en Crianza Intensiva”. Asesor: Erickson Ruiz. Tesis Profesional. UNALM, EAP Zootecnia, Lima, 2009.

17. DEL PINO, Ray. Traducción del artículo escrito por Veterinario del Grupo de Ciencia Veterinaria, OMAFRA, Wellington Place, RR N° 1, Fergus Ontario, 199. [Revisado el 15 de abril del 2008]. Disponible en: <http://www.gov.on.ca/>.
18. El Directorio Ecológico y Natural. Eco portal. Net. [revisado el 8 de abril del 2008]. Disponible en: www.ecoport.com/content/full/21394-92k.
19. ESPINOSA RIOS, Elmer Saul. "Efecto comparativo del fosforo asociado a vitaminas (hematóforos B12, complejo B) en el incremento de peso de ganado vacuno mejorado en Iquitos". Asesor: Fidel Aspajo. Tesis Profesional. UNAP, EAP Agronomía, Iquitos, 2004.
20. FLORES RAMIREZ, Jeny Manuela. "Efectos que producen las vitaminas, minerales y aminoácidos (Hemotofos B12) sobre la producción láctea en vacas Holstein en dos fases de lactación". Asesores: Rodríguez Luis Arturo, Osorio Javier Mauricio. Tesis Profesional. UNSCH, EAP Medicina Veterinaria, Ayacucho, 2007.
21. GAMPEL, Ricardo. La maca mejora la salud sexual. Artículo publicado en conocer Arganzuela N° 154, diciembre, 2005. [revisado el 20 abril del 2008]. www.herbogeminis.com
22. GARZÓN QUINTERO, Berta. Sustitutos Lecheros en la alimentación de Terneros. Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad agraria de la Habana, Cuba, 2008. [Revisado el 10 de octubre del 2009]. Disponible en: [www. Producción-animal.com.ar](http://www.Producción-animal.com.ar)
23. GONZALES, F. *et al.* Effect of *Lepidium meyenii* (maca), root wiht aphrodisiac and fertility-enhancing properties, on serum reproductive hormone levels in adult healthy men. *Asian J. Endocrinol* 2003, Vol.176, nº1, p. 136-8.
24. GONZALES, Gustavo. *et al.* Effect *Lepidium meyenii* (maca) roots of espermatogenesis of male rates. Instituto de Investigación de la Altura, Universidad peruana Cayetano Heredia. 2001. Vol.3, p. 231-233.

25. GUYTON y HALL. Tratado de Fisiología Médica. 10ma edición, Edit. Elsevier. España, 2006, p. 923.
26. Grupo consultor. [Revisado el 25 de junio del 2010]. Disponible en: www.boticaperu.com
27. HAMADA, T. MAEDA, S. Y KAMEOKA, K. Factors Influencing growth of rumen, liver and other organs in kinds from milk replacers to solid feed. Journal dairy Sci. 1976, n° 59, p. 1100-1118.
28. HELWING, Jane. *Guía Introductoria al SAS*. SAS Institute Inc. Box 8000 Cary, Nort Carolina 27511, 1981.
29. HERMANN, M. *et al. Andean Roots and Tuber: Ahípa, Arracacha, Maca and Yacon*. Edt. IPGRI. Roma, Italy, 1997, p. 184.
30. IRWIN, A. *Engorde a Corral*. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires-Argentina, 1977, p 344.
31. JOHNS, Timothy. The anu and the maca. *Journal of Ethnobiology*. 1981, vol.1, p. 208-212.
32. LEON, J. Plantas Alimenticias Andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Zona Andina, Lima. 1964, Boletín Técnico N° 6, p. 122-127.
33. LIFORD, J. *Crecimiento y desarrollo del aparato digestivo de los rumiantes*. Tomado del texto: Church. *El rumiante, fisiología digestiva y nutrición*. Edit. Acribia S.A. España, 1998, p. 475-480.
34. MATOS TOVAR, Tony. "Efecto de la maca en la Presentación de Celo en Vaquillas Holstein, Establo Chacra Valdivia, Matahuasi- Concepción, Junín". Tesis Profesional. UNCP, EPA Zootecnia, Huancayo, 1995.
35. MAYNARD, L. *et al. Nutrición Animal*. 7ma edición. Edt. Mc Graw-Hill. México, 1989, p. 640.
36. MCDONALD, P.; EDWAEDS, R.; GREENHALGH, J.; MORGAN, C. *Nutrición Animal*. 5ta edición, Edit. Acribia, Zaragoza, España, 1999, p. 576.

37. MEZA NINAYA, Edgar. Efectos de la Maca (*Lepidium meyenii*, Walp.), Sobre los Parámetros Productivos y Reproductivos de Cuyes de Raza Wanka. Tesis Profesional. UNCP, EAP Zootecnia, Huancayo, 1995.
38. MILLER, W. *Nutrición y Alimentación del ganado Vacuno Lechero*. Edit. Acribia S.A., España, 1989, p.404.
39. MORENO, Angel. Curso: Manejo y Evaluación Económica de la Producción Animal. UNALM. Lima, 2007.
40. NOBLE, R. C. *Lipids Metabolism in Ruminant animals*. Ed. Butterworths. London, 1989, p. 185-200.
41. ORSKOV, R.E. *Nutrición Proteica de los Rumiantes*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España, 1988, p.160.
42. Portal Agrario, Ministerio de agricultura-Perú. [revisado el 25 de abril del 2008]. Disponible en: http://www.minag.gob.pe/sect_pecuario.shtml
43. Portal Agrario, Ministerio de Agricultura-Perú. [Revisado el 25 de abril del 2008]. Disponible en: http://www.minag.gob.pe/rrnn_gana.shtml
44. PORTUGAL, Carlos. *La Exportación de Maca: Lecciones de una experiencia de promoción de uso de la biodiversidad*. Edit. CODESU. 10ma ed. Pucallpa, 2003, p.32.
45. PICCINI, M. *Diccionario de Alimentación Animal*. 3ra edición, Edit. Acribia. España, 1970, p. 819.
46. PUSMA HUAMAN, Elzer. "Semilla despigmentada de *Achiote Bixa Orellana* en la dieta de terneros Holstein en crecimiento (125kg de peso)". Asesor: Pedro Antonio del Carpio. UNPRG, EAP Zootecnia de Investigación Pecuaria, Lambayeque, 2009.
47. RELLING, Alejandro y MATTIOLLI, Guillermo. *Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes*. Edit. EDULP. Argentina, 2003, p. 8.
48. ROSEMBERG BARRON, M. 1993. *Manual de Producción de Ganado Vacuno de Carne*. Proyecto TTA, 1ª edición. Lima, 1993, p. 52.

49. RUSSE, Meinhard. *El parto en el Establo y en el Campo*. Edit. Hemisferio Sur. Argentina, 1987, p. 88.
50. SIRVYDIS, V.; BOBINIENE, R. and VENCIUS, D. Phytobiotics add value to broiler feed. *World Poultry-Elsevier*. 2003, vol. 19 n° 1, p. 16-17.
51. SOLIS HOSPINAL, R. Producción de Maca en la Meseta de Bombón. Imprenta Ríos. Huancayo, 1991, p.103.
52. THICKETT, Bill; DAN, M; BRYAN, H. *Cría de terneros*. Edit. Acriba S.A. España 1989, p. 153
53. VASQUEZ, P.; PEREIRA,V.; CASTILLO, C.; HERANDEZ, J.; LOPEZ, M.; BENEDITO, J. L. Extractos vegetales como alternativa al uso de monensina en la nutrición de terneros de cebo: *Yucca shidigera*, Departamento de Patología animal, facultad de Veterinaria, Universidad de Compostela, España. [Revisado el 12 de mayo del 2008]. Disponible en: www.Vet.unibo.it/staff/gentile/femesprum/.../00vazquez_p.pdf
54. VILCHEZ, Juan. 2001. *El Cultivo de la Maca*. Concytec. Lima, 2001, p.11-12
55. WILLIAMS, P. *et al*. The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *World Poultry – Elsevier*. 2001, vol.17, n°04, p. 14 – 15.
56. <http://www.puravitta.com/maca.html> [Revisado el 5 de mayo del 2008].

X. ANEXOS

Anexo 1. Requerimientos nutricionales de los terneros.

Nutrientes	Rango
Proteína (%)	20-22
Grasa (%)	14-20
Fibra cruda (%)	<0,1-0,6
Lactosa (%)	38-48
Energía metabolizable (Mcal/kg)	3,8-4,6
Vitamina A (UI/kg)	10 000-50 000
Vitamina D (UI/kg)	2 200-10 000
Vitamina E (UI/kg)	60-200

Fuente: Otterby y Linn (1981); NRC, citado por Garzón (2008).

Anexo 2: Comparación de requerimientos de aminoácidos de terneros con el contenido de aminoácidos de la leche entera.

Aminoácidos	Requerimientos %	Contenido leche entera %
Treonina	10,2	9,1
Valina	11,5	13,0
Metionina	8,5	5,1
Isoleucina	10,9	11,6
Leucina	16,6	19,3
Tirosina	11,5	10,1
Lisina	16,6	16,6
Histidina	5,1	5,4
Arginina	7,0	7,1
Triptófano	2,2	2,8

Fuente: NRC (2001), citado por Garzón (2008)

Anexo 3: Concentración mínima de vitaminas recomendadas en la dieta de los terneros.

Vitamina	Concentración
A (UI/kg de MS)	9 000
D (UI/kg de MS)	600
E (UI/kg de MS)	50
Tiamina (mg/kg MS)	6,5
Riboflavina (mg/kg MS)	6,5
Piridoxina (mg/kg MS)	13,0
Ácido pantoténico (mg/kg MS)	10,0
Niacina (mg/kg MS)	0,1
Biotina (mg/kg MS)	0,5
Ácido fólico (mg/kg MS)	0,07
Colina (mg/kg MS)	1 000

Fuente: NRC (2001), citado por Garzón (2008)

Anexo 4. Análisis Físicoquímico de la leche entera.

Temperatura	8 °C
Acidez	16 °D
pH	6,8
Densidad	1,0298
Grasa	3%
Prueba de reductasa	6 horas

Fuente: UEZ (2009)

Anexo 5: Información nutricional de la maca certificada (por cada 100g)

Nutrientes	Concentración (mg)
Energía	354,59
Carbohidratos	72,37
Proteínas	14,37
Grasa	0,87
Ceniza	1,14
Fibra	2,40

Anexo 6: Fórmula del alimento concentrado de inicio

Insumos	Inicio %
Maíz	10,00
Hominy feed	25,00
Torta de soya	23,00
Afrecho	22,00
Melaza de caña	8,30
Premix leche 100 plus	0,40
Sal	0,50
Carbonato de calcio	0,80
Leche en polvo	10,00
Total	100,00

Fuente: UEZ (2009)

Anexo 7. Aporte de nutrientes de los insumos tal como se administró a los terneros de los 3 grupos (T10, T20 y T30).

a) Alimento tal como se administró al grupo T10

Insumos	Cantidad/día g	Aporte/100g	Aporte de proteína g	% aporte
Leche	4000	3,2	128	64,26
Maca	10	11,9	1,19	1,19
Inicio	500	14	70	35,14
Total	4,510		199,9	100
			Aporte de grasa g	
Leche	400	3,2	128	64,62
Maca	10	0,87	0,09	0,04
inicio	500	14	70	35,34
Total	4510		198,09	100
			Aporte de fibra g	
Maca	10	2,4	0,24	67,57
Inicio	500	0,1	0,5	32,43
Total			0,74	100
			Aporte de carbohidrato g	
Maca	10	72,37	7,237	100

			Aporte de energía	
Maca	10	354,59	35,46	15,73
Inicio	500	38	190	84,27
Total			225,46	100

Fuente: Elaboración propia, 2010.

b) Alimento tal como se administró al grupo T20

Insumos	Cantidad/día g	Aporte/100g	Aporte de proteína g	% aporte
Leche	4000	3,2	128	64,26
Maca	20	11,9	2,38	1,77
Inicio	500	14	70	35,94
Total	4,520		200,38	100
			Aporte de grasa g	
Leche	4000	3,2	128	64,56
Maca	20	0,87	0,174	0,09
inicio	500	14	70	35,32
Total	4520		198,174	100
			Aporte de fibra g	
Maca	20	2,4	0,48	67,57
Inicio	500	0,1	0,5	48,92
Total	520		0,98	100
			Aporte de carbohidrato g	
Maca	20	72,37	14,47	100
			Aporte de energía	
Maca	20	354,59	70,92	28,84
Inicio	500	38	190	71,16
Total	520		245,92	100

Fuente: Elaboración propia, 2010.

c) Alimento tal como ofrecido al grupo T30

Insumos	Cantidad/día g	Aporte/100g	Aporte de proteína g	% aporte
Leche	4000	3,2	128	64,26
Maca	30	11,9	3,57	1,77
Inicio	500	14	70	35,94
Total	4,530		201,57	100
			Aporte de grasa g	
Leche	4000	3,2	128	64,56
Maca	30	0,87	0,261	0,13
inicio	500	14	70	35,31
Total	4530		198,261	100
			Aporte de fibra g	
Maca	30	2,4	0,72	59,02
Inicio	500	0,1	0,5	40,98
Total	530		1,22	100
			Aporte de carbohidrato g	
Maca	30	72,37	21,71	100
			Aporte de energía	
Maca	30	354,59	106,38	37,81
Inicio	500	38	175	62,19
Total	530		245,92	100

Fuente: Elaboración propia, 2010.

Anexo 8: control de peso y talla semanal del grupo T0

N° de identificación del ternero	Semana	Peso (Kg)	Talla (cm)
912	0	45	78
	1	48	79
	2	49	80
	3	53	81
	4	56	82
914	0	40	78
	1	42	79
	2	45	81
	3	47	82
	4	51	83
918	0	40	78
	1	42	79
	2	45	81
	3	47	82
	4	51	83
930	0	43	74
	1	52	74
	2	54	74
	3	55,5	75
	4	57	77

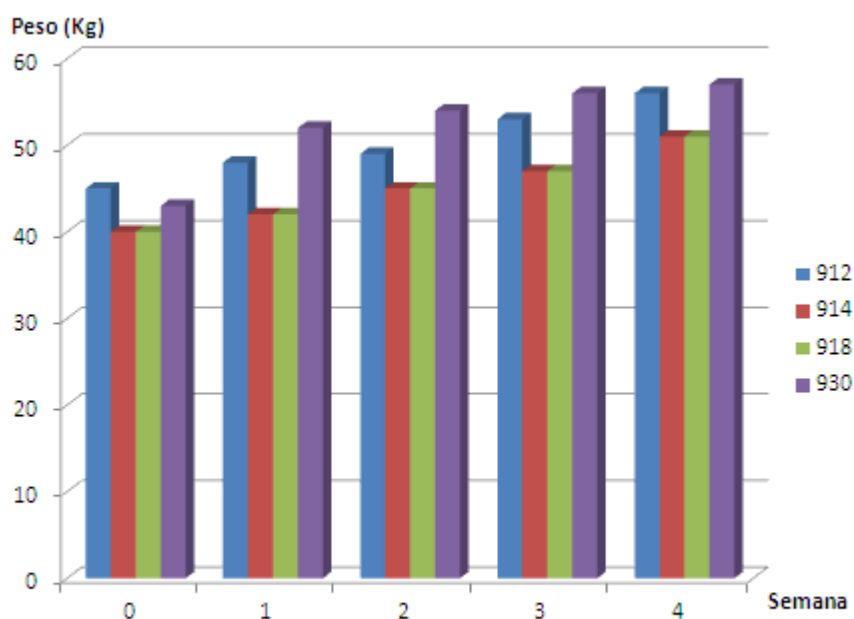


Fig. 7. Ganancia semanal de peso de grupo T0. Cada barra corresponde al registro de peso de cada ternero obtenido a los 30 días (4 semanas).

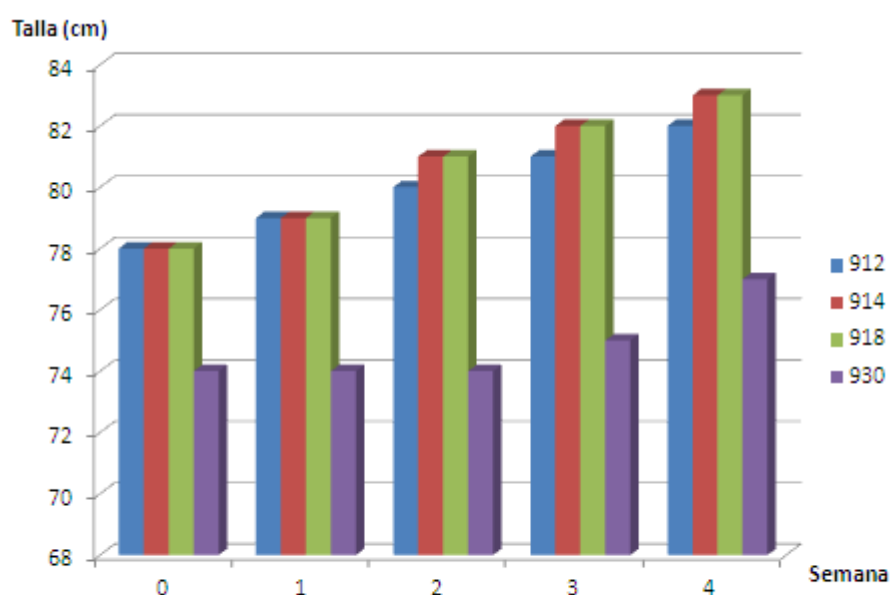


Fig.8. Incremento semanal de talla de grupo T0. Cada barra corresponde a los registros de tallas tomadas semanalmente. Los terneros están codificados (912, 914, 918 y 930).

Anexo 9. Control de peso y talla semanal del grupo T1

N° de identificación del ternero	Semana	Peso (Kg)	Talla (cm)
922	0	32	73
	1	40	73
	2	50	76
	3	50	76
	4	50	76
934	0	40	75
	1	43	76
	2	47	77
	3	53	79
	4	56	81
954	0	56	77
	1	60	78
	2	63	79
	3	67	80
	4	70	81
956	0	48	76
	1	53	77
	2	57	78
	3	63	79
	4	64	81

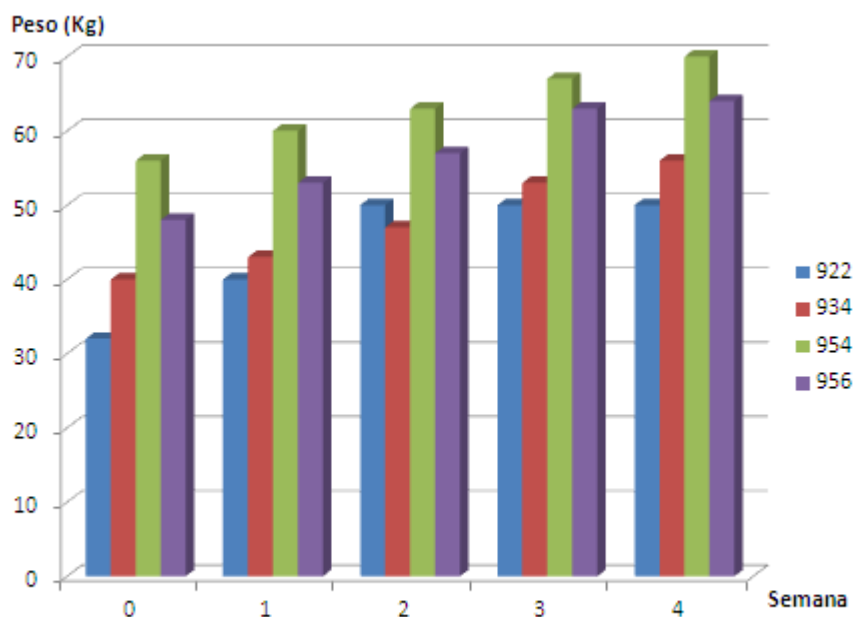


Fig.9. Ganancia semanal de peso de grupo T10. La gráfica nos muestra que el mejor ternero es el 954 seguido por el 956.

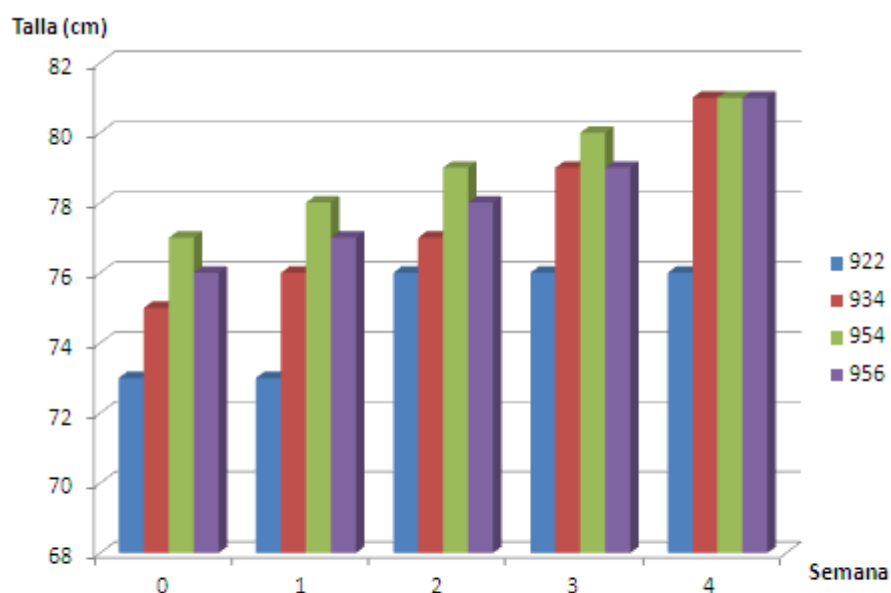


Fig.10. Incremento semanal de talla del grupo T10. La gráfica nos muestra que los terneros 954, 034 y el 956 tienen un incremento de talla ordenado y gradual.

Anexo 10. Control de peso y talla semanal del grupo T20

N° de identificación del ternero	Semana	Peso (Kg)	Talla (cm)
916	0	38	76
	1	49	76
	2	55	78
	3	58	80
	4	61	83
928	0	37	78
	1	47	78
	2	50	79
	3	52,5	80
	4	55	85
944	0	40	78
	1	45	80
	2	51	81
	3	54	82
	4	58	83
950	0	50	82
	1	56	83
	2	62	84
	3	65	85
	4	71	86

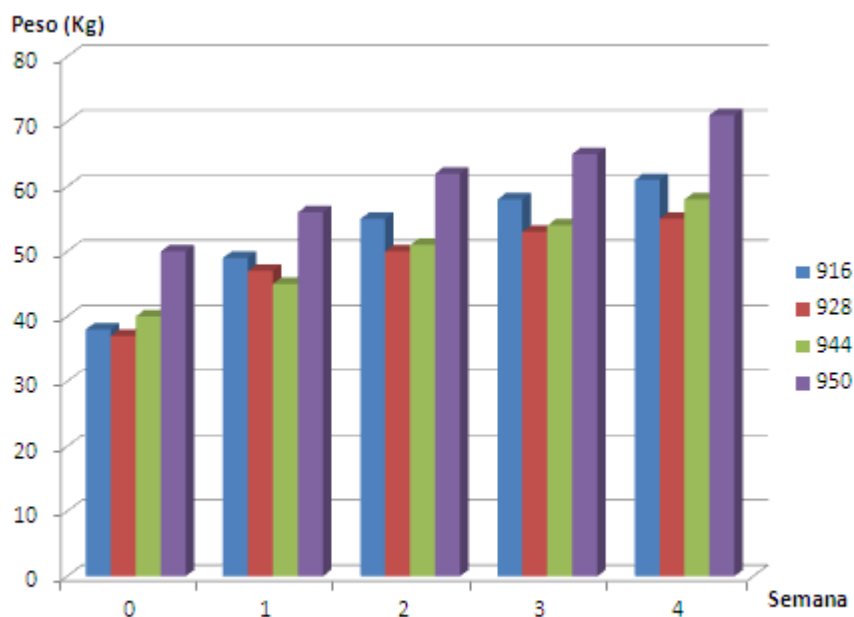


Fig. 11. Ganancia semanal de peso de grupo T20. En la gráfica podemos apreciar que el ternero 950 tiene el peso al destete ordenado y gradual.

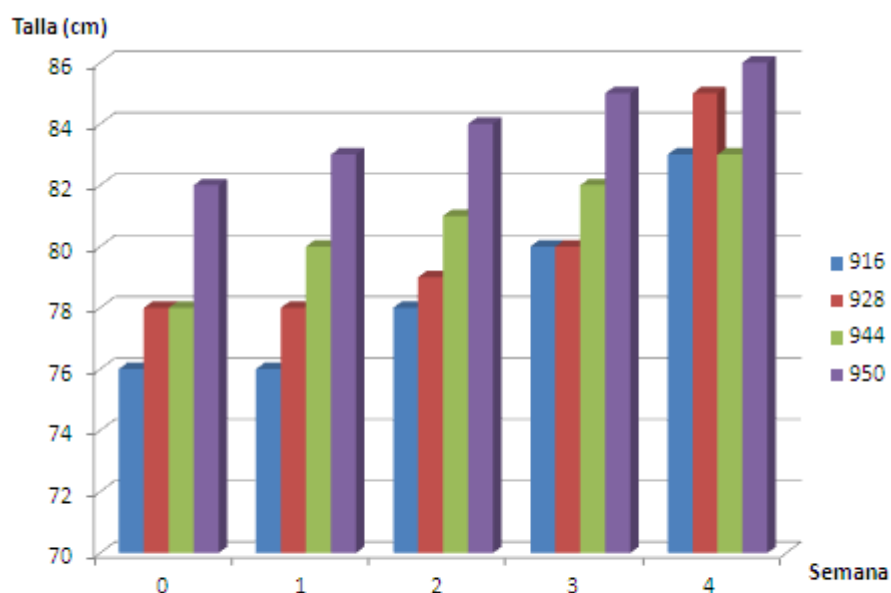


Fig.12. Incremento semanal de talla del grupo T20. La gráfica muestra que el terneros 950 tiene un incremento de talla gradual y ordenado.

Anexo 11. Control de peso y talla semanal del grupo T30

N° de identificación del ternero	Semana	Peso (Kg)	Talla (cm)
920	0	40	77
	1	50	77
	2	55	79
	3	55	79
	4	61	81
924	0	45	78
	1	53	78
	2	55	79
	3	57	80
	4	58	81
946	0	40	80
	1	45	81
	2	51	82
	3	55	83
	4	60	84
952	0	52	77
	1	53	78
	2	54	79
	3	58	80
	4	62	81

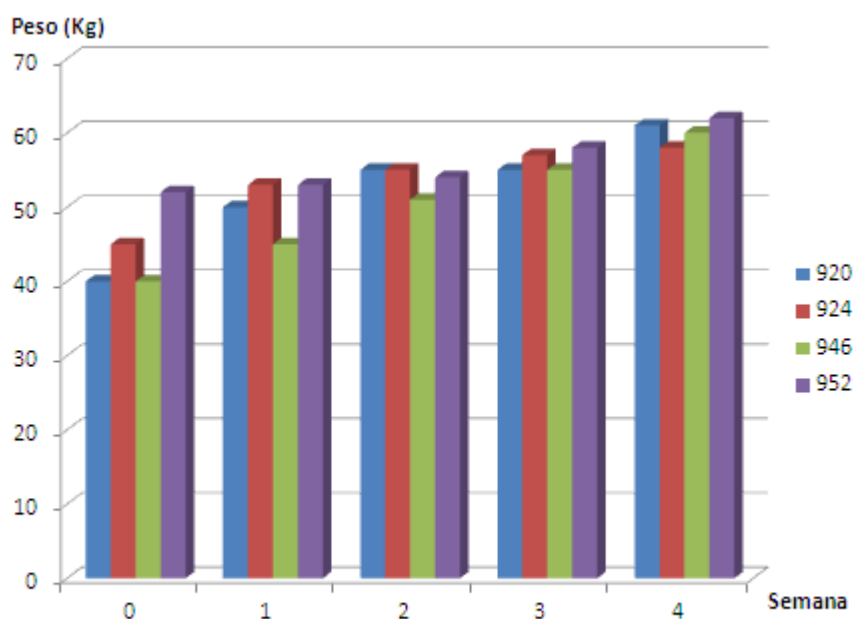


Fig. 13. Ganancia semanal de peso de grupo T30. La gráfica muestra que un comportamiento similar en la ganancia de peso a los 30 días de tratamiento.

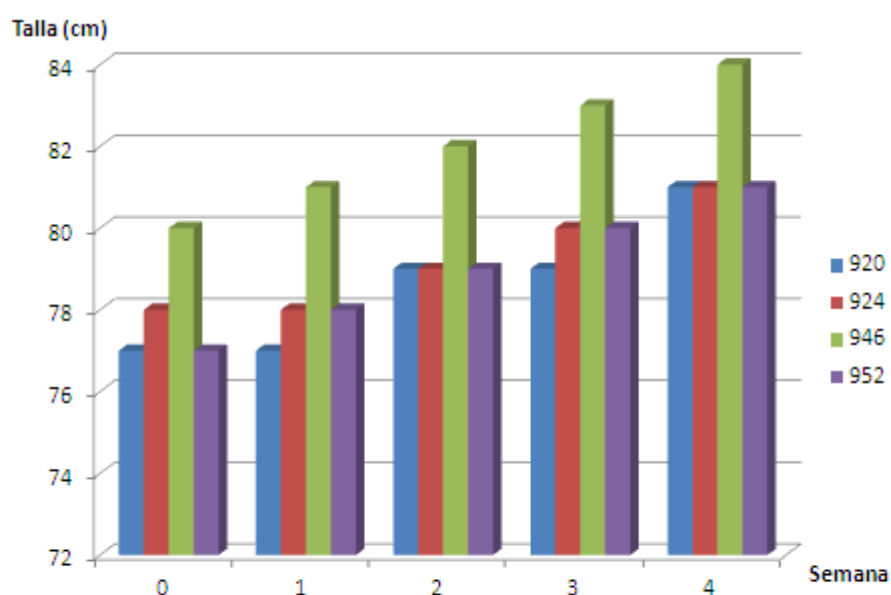


Fig.14. Incremento semanal de talla del grupo T30. La gráfica muestra que el terneros 946 tiene mejor incremento de talla que otros terneros.

Anexo 12. Valores de peso vivo ajustados aplicando el método de la regresión lineal

Xi	Yi	\hat{y}_i	$E_{yx}=Y_i-\hat{y}_i$	Eyx2	58+Eyx
Pes Nac	Pes des	Rendimiento regresionado	Desviación de la regresión	Desviación al cuadrado	Rendimiento ajustado
45	56	60.4402317	-4.4402317	19.7156575	54.3097683
40	51	56.7856767	-5.7856767	33.4740549	52.9643233
37	61	54.5929437	6.4070563	41.0503704	65.1570563
43	55.5	58.9784097	-3.4784097	12.099334	55.2715903
32	50	50.9383886	-0.9383886	0.88057316	57.8116114
40	53	56.7856767	-3.7856767	14.3313481	54.9643233
56	70	68.4802528	1.5197472	2.30963155	60.2697472
48	64	62.6329647	1.3670353	1.86878551	60.1170353
38	61	55.3238547	5.6761453	32.2186255	64.4261453
37	52.5	54.5929437	-2.0929437	4.38041333	56.6570563
40	54	56.7856767	-2.7856767	7.75999468	55.9643233
50	71	64.0947867	6.9052133	47.6819707	65.6552133
40	61	56.7856767	4.2143233	17.7605209	62.9643233
45	58	60.4402317	-2.4402317	5.95473075	56.3097683
40	60	56.7856767	3.2143233	10.3318743	61.9643233
52	62	65.5566087	-3.5566087	12.6494654	55.1933913
683	940	940	0.0000000	264.467351	940

Peso fina ajustado

Rep/Trat	T0	T10	T20	T30
1	54,31	57,81	64,43	62,96
2	52,96	54,96	56,66	56,31
3	65,16	60,27	55,96	61,96
4	55,27	60,17	65,66	55,19
Promedio	56,93	58,3	60,68	59,11
Desv. Est.	5,5712	2,5016	5,0761	3,9222
Variancia	31,0379	6,2578	25,7672	15,3838
CV	9,79%	4,29%	8,37%	6,64%

Anexo 13. Valores de tallas ajustados aplicando el método de regresión lineal

Xi	Yi	\hat{y}_i	$E_{yx}=Y_i-\hat{y}_i$	Eyx2	\hat{y}_i+E_{yx}
Talla Nac	Talla final	Rendimiento regresionado	Desviacion de la regresion	Desviacion al cuadrado	Rendimiento ajustado
76	82	80.86111111	1.1388889	1.29706793	83.0138889
79	83	83.90277778	-0.9027778	0.81500776	80.97222222
77	84	81.875	2.125	4.515625	84
74	77	78.83333333	-1.83333333	3.36111099	80.0416667
73	76	77.81944444	-1.8194444	3.31037792	80.0555556
75	81	79.84722222	1.1527778	1.32889666	83.0277778
77	81	81.875	-0.875	0.765625	81
76	81	80.86111111	0.1388889	0.01929013	82.0138889
76	83	80.86111111	2.1388889	4.57484573	84.0138889
78	85	82.8888889	2.11111111	4.45679008	83.9861111
78	83	82.8888889	0.11111111	0.01234568	81.9861111
82	86	86.94444444	-0.9444444	0.89197522	80.9305556
77	82	81.875	0.125	0.015625	82
77	81	81.875	-0.875	0.765625	81
80	84	84.9166667	-0.9166667	0.84027784	80.9583333
77	81	81.875	-0.875	0.765625	81
1232	1310	1310	0.00	27.7361109	1310

Talla final ajustada

Rep/Trat	T0	T10	T20	T30
1	83,01	80,06	84,01	82
2	80,97	83,03	83,99	81
3	84	81	81,99	80,96
4	80,04	82,01	80,93	81
Promedio	82,005	81.525	82,73	81,24
Desv. Est.	1,8187	1,2809	1,529	0,507
Variancia	3.3075	1,6407	2,3379	0,2571
CV	2,22%	1,57%	1,85%	0,62%