

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

***SUPLEMENTACION INVERNAL DE VACAS DE  
CRIA GESTANTES***

por

**Ignacio AZANZA BRANCATO**

**Guillermo A. FRANCHI SORIA**

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Agrícola Ganadera)

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
1999**

***Tesis aprobada por:***

***Director:***

***Ing. Agr. Msc. Guillermo SCAGLIA.***

***Ing. Agr. Msc. Alvaro SIMEONE.***

***Ing. Agr. Paul VERGNES.***

***Fecha:***

\_\_\_\_\_

***Autor:***

***Ignacio AZANZA BRANCATO.***

***Guillermo Aníbal FRANCHI SORIA.***

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ingeniero Agrónomo Guillermo Scaglia, por su invaluable contribución a la realización del presente trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron en la elaboración de este trabajo.

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro	Página
1. Retención de energía y proteína en el útero y glándula mamaria de la vaca en diferentes fases de gestación.....	3
2. Requerimientos diarios de EM, según peso metabólico, para mantenimiento de vacas adultas secas en régimen de pastoreo.....	5
3. Características de los diferentes granos.....	9
4. Características de subproductos energéticos agroindustriales.....	9
5. Características de los diferentes concentrados proteicos.....	10
6. Composición de algunos forrajes nacionales conservados como heno.....	11
7. Valor nutritivo de ensilajes.....	11
8. Composición nutricional de diferentes rastrojos.....	12
9. Rendimientos anuales de las pasturas naturales del Uruguay.....	13
10. Distribución estacional (en %) de la producción de forraje de la Unidad Alférez.....	15
11. Porcentaje de digestibilidad de las pasturas naturales en relación a la estación del año.....	15
12. Contribución de las principales especies de una pastura de la Unidad Alférez.....	16
13. Requerimientos diarios de proteína.....	21
14. Requerimientos diarios de energía.....	22
15. Performance de vaquillonas pastoreando pajas de cereales y suplementadas con cáscara entera de soja o pellets de cereales.....	23
16. División del año según estado fisiológico.....	24
17. Respuesta a las diferentes combinaciones de suplementos durante 2 años.....	26
18. Efectos de la harina de semilla de algodón en el consumo y en el tiempo de retención de heno de pradera por novillos.....	27
19. Nivel de consumo de heno de baja calidad (6.9% de PC) en vaquillonas Lecheras alimentadas con dos tipos de suplementos proteicos.....	28
20. Utilización de diferentes suplementos por vacas de cría.....	29
21. Efecto del nivel de energía pre parto sobre la productividad de las vacas.....	34
22. Requerimientos diarios de proteína según período del año para una vaca de 500 kg. que produce 6.81 kg. de leche.....	34
23. Efectos de la suplementación sobre terneros de pariciones de primavera.....	35
24. Influencia de la suplementación sobre el peso de terneros, peso al destete, y ganancia diaria promedio.....	36
25. Efecto del consumo de energía por vacas en los pesos de los	

terneros.....	36
26. Descripción de la escala de condición corporal.....	41
27. Equivalencia entre escalas.....	42
28. Condición corporal y performance reproductiva en vacas de carne.....	43
29. Efecto de la condición corporal al inicio del entore en el % de preñez.....	43
30. Efecto del cambio en la CC posparto en el porcentaje de preñez.....	44
31. Características de las temperaturas del aire de Junio-Julio-Agosto- Setiembre.....	51
32. Características pluviométricas del período experimental.....	51
33. Características del campo natural.....	52
34. Características nutricionales del expeller de girasol.....	53
35. Características nutricionales del afrechillo de arroz.....	
36. Características nutricionales de la mezcla (2:1) de afrechillo de arroz más maíz.....	54
37. Oferta y consumo de nutrientes de expeller de girasol (EG).....	61
38. Oferta y consumo de nutrientes de afrechillo de arroz (AA).....	64
39. Oferta y consumo de nutrientes de la mezcla de afrechillo de arroz más maíz (AA+M).....	65
40. Ganancia de peso promedio diaria para los diferentes tratamientos y eficiencia de conversión de cada suplemento a peso vivo.....	79
41. Comparación entre peso final real y corregido por covariables.....	79
42. Peso promedio al nacer.....	82

Figura	Página
1. Contenido de proteína cruda del forraje del campo natural (del Uruguay) en las distintas estaciones .....	16
2. Acumulación de forraje en otoño en un campo natural de la Unidad Alférez .....	17
3. Calidad de forraje acumulado en otoño según la duración del alivio .....	18
4. Crecimiento fetal según días de gestación .....	32
5. Relación entre el peso al nacer del ternero y la distocia .....	33
6. Relación entre el cociente peso al nacer/peso de la madre y distocia .....	33
7. Regiones a observar y palpar para determinar grado de Condición Corporal .....	38
8. Escala de 1 a 8 de Condición Corporal utilizada en Uruguay .....	39
9. Manejo recomendado para vacas de cría según grado de Condición Corporal .....	41
10. Efecto de la variación de la Condición Corporal en el período parto inicio de entore, sobre el porcentaje de preñez .....	44

11. Efecto de la altura del pasto de campo natural sobre la C.C. al parto de vacas en pastoreo durante los últimos 45 días de gestación .....	45
12. Diagrama que muestra la evolución del Estado Corporal para vacas y vaquillonas a través del año y la altura del pasto de campo natural necesaria para lograrlo .....	46
13. Consumo diario de expeller de girasol (kg.) para los primeros 44 días del trabajo experimental .....	60
14. Consumo diario de expeller de girasol (kg.) para los primeros 44 días del trabajo experimental, sin considerar vacas que presentaron altos niveles de rechazo .....	60
15. Consumo diario de expeller de girasol (kg.) para los últimos 40 días del trabajo experimental .....	61
16. Consumo diario promedio por animal de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable provenientes del expeller de girasol .....	62
17. Consumo diario de afrechillo de arroz (kg.) para los primeros 44 días del trabajo experimental .....	63
18. Consumo diario de afrechillo de arroz (kg.) para los últimos 40 días del trabajo experimental .....	63
19. Consumo diario promedio por animal de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable provenientes del afrechillo de arroz .....	64
20. Consumo diario de mezcla (kg.) para la totalidad del trabajo experimental .....	65
21. Consumo diario promedio por animal de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable provenientes del afrechillo de la mezcla .....	66
22. Comparación del consumo promedio de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable de los tres suplementos, durante el período experimental .....	67
23. Evolución de la Condición Corporal promedio para las vacas suplementadas con expeller de girasol durante el período experimental ...	69
24. Evolución de la Condición Corporal promedio para las vacas suplementadas con afrechillo de arroz durante el período experimental ...	70
25. Evolución de la Condición Corporal promedio para las vacas suplementadas con afrechillo de arroz más maíz durante el período experimental .....	71
26. Evolución de la Condición Corporal promedio para las vacas testigos durante el período experimental .....	71
27. Comparación de la evolución de la Condición Corporal promedio para los cuatro tratamientos durante el período experimental .....	72
28. Evolución de peso promedio de las vacas suplementadas con expeller de girasol durante el período experimental .....	74
29. Evolución de peso promedio de las vacas suplementadas con afrechillo de	

arroz durante el período experimental .....	75
30. Evolución de peso promedio de las vacas suplementadas con afrechillo de arroz más maíz durante el período experimental .....	76
31. Evolución de peso promedio de las vacas testigos durante el período experimental .....	77
32. Comparación de la evolución de peso vivo promedio entre los cuatro tratamientos durante el período experimental.....	78
33. Comparación de la Condición Corporal al final del período de Suplementación (CCF) y la Condición Corporal al parto (CCP) para los cuatro tratamientos .....	81
34. Comparación del peso vivo promedio (KG.) al parto de los cuatro tratamientos .....	82

# TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINADE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
<b><u>1.INTRODUCCION</u></b> .....	1
<b><u>2. REVISION BIBLIOGRAFICA</u></b> .....	3
<b>2.1. CONSIDERACIONES SOBRE LOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN VACAS GESTANTES</b> .....	3
<b>2.1.1. <u>Estado Fisiológico</u></b> .....	3
<b>2.1.2. <u>Edad del Vientre</u></b> .....	4
<b>2.1.3. <u>Calidad de la Dieta</u></b> .....	4
<b>2.1.4. <u>Actividad</u></b> .....	5
<b>2.2. SUPLEMENTACION</b> .....	6
<b>2.2.1. <u>Generalidades</u></b> .....	6
<b>2.2.2. <u>Características de los Suplementos Disponibles en el Uruguay</u></b> .....	7
<b>2.2.3. <u>Factores a Tener en Cuenta en la Suplementación</u></b> .....	12
<b>2.2.3.1. Pasturas</b> .....	12
<b>2.2.3.2. Animal</b> .....	18
<b>2.2.4. <u>Respuesta a la Suplementación Energética en Vacas</u></b> .....	22
<b>2.2.5. <u>Respuesta a la Suplementación Proteica en Vacas</u></b> .....	26
<b>2.2.6. <u>Respuesta Sobre el Ternero a la Suplementación de la Vaca</u></b> .....	30
<b>2.3.CONDICION CORPORAL</b> .....	37
<b>2.3.1. <u>Generalidades</u></b> .....	37
<b>2.3.2. <u>Desarrollo de la Escala de Condición Corporal</u></b> .....	38
<b>2.3.3. <u>Condición Corporal, Nutrición y Manejo del Rodeo de Cría</u></b> .....	41
<b>2.3.4. <u>Condición Corporal y Fisiología Reproductiva</u></b> .....	48



<b><u>3. MATERIALES Y METODOS</u></b> .....	<b>50</b>
<b>3.1. LOCALIZACION</b> .....	<b>50</b>
<b>3.2. CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL PALO A PIQUE</b> .....	<b>50</b>
<b>3.2.1. <u>Suelos</u></b> .....	<b>50</b>
<b>3.2.2. <u>Pasturas</u></b> .....	<b>50</b>
<b>3.2.3. <u>Características Climáticas del Período Experimental (1998)</u></b> .....	<b>51</b>
<b>3.3. EXPERIMENTO</b> .....	<b>51</b>
<b>3.3.1. <u>Duración del Período Experimental</u></b> .....	<b>51</b>
<b>3.3.2. <u>Composición del Rodeo</u></b> .....	<b>52</b>
<b>3.3.3. <u>Tratamientos</u></b> .....	<b>52</b>
<b>3.4. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES</b> .....	<b>55</b>
<b>3.4.1. <u>Peso Vivo y Condición Corporal</u></b> .....	<b>55</b>
<b>3.4.2. <u>Consumo Diario de Suplemento</u></b> .....	<b>55</b>
<b>3.5. DETERMINACIONES EN LA PASTURA</b> .....	<b>55</b>
<b>3.6. DETERMINACIONES DE LABORATORIO</b> .....	<b>56</b>
<b>3.7. ANALISIS ESTADISTICO</b> .....	<b>56</b>
<b><u>4. RESULTADOS Y DISCUSION</u></b> .....	<b>59</b>
<b>4.1. CONSUMO DE SUPLEMENTOS</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1.1. <u>Tratamiento: Expeller de Girasol (E.G.)</u></b> .....	<b>59</b>
<b>4.1.2. <u>Tratamiento: Afrechillo de Arroz (A.A.)</u></b> .....	<b>62</b>
<b>4.1.3. <u>Tratamiento: Mezcla (A.A.+M.)</u></b> .....	<b>64</b>
<b>4.1.4. <u>Comparación Entre Tratamientos</u></b> .....	<b>66</b>
<b>4.2. COMPORTAMIENTO ANIMAL</b> .....	<b>68</b>
<b>4.2.1. <u>Condición Corporal</u></b> .....	<b>68</b>

<b>4.2.2. <u>Peso Vivo</u></b> .....	<b>73</b>
<b>4.2.3. <u>Condición Corporal y Peso Vivo al Parto</u></b> .....	<b>79</b>
<b>4.2.4. <u>Peso al Nacer del Ternero</u></b> .....	<b>82</b>
<b><u>5. CONCLUSIONES</u></b> .....	<b>84</b>
<b><u>6. RESUMEN</u></b> .....	<b>85</b>
<b><u>7. SUMMARY</u></b> .....	<b>87</b>
<b><u>8. BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	<b>88</b>
<b><u>9. ANEXO</u></b> .....	<b>95</b>
<b>9.1. ANALISIS ESTADISTICO</b> .....	<b>95</b>

## **1- INTRODUCCION**

Uruguay cuenta con valiosos recursos a nivel productivo, entre ellos, la cría en base a campo natural durante todo el año, lo cual permite utilizar un recurso natural de bajo costo como dieta base del rodeo nacional.

La superficie destinada a pastoreo es de aproximadamente 15 millones de hectáreas, de las cuales, la mayor parte son pasturas naturales. Una característica común prácticamente a todas estas es la composición botánica, donde las especies estivales dominan en forma importante el tapiz, provocando que la producción de forraje presente una marcada estacionalidad. De esta manera, existen períodos de alta producción, los cuales coinciden con la primavera, períodos de baja producción (fundamentalmente en invierno) y períodos intermedios coincidentes con las estaciones de verano y otoño. La marcada estacionalidad que presentan dichas pasturas provoca un escaso crecimiento de las mismas durante el invierno, siendo éste muy notorio fundamentalmente en las zonas del país donde la cría se desarrolla en forma masiva, ya que esta producción ha sido marginada a los suelos de menor productividad al verse desplazada por los sistemas agrícolas o agrícolas-ganaderos, en los cuales se desarrolla principalmente el engorde.

La consecuencia de dicho manejo (aplicado a la cría), es la coincidencia en el tiempo de dos situaciones contrastantes. Por un lado, el alto porcentaje de vacas en gestación avanzada (con altos requerimientos), por otro lado la incapacidad de los campos (a los que se destina la cría) de proporcionar durante el invierno el nivel alimenticio adecuado a esa situación.

El desfasaje que resulta de esta situación, determina pérdidas de condición corporal y peso vivo que llevan a que la vaca no llegue al parto en las condiciones adecuadas, comprometiendo su futura performance reproductiva.

La información existente permite plantear la hipótesis de que una mejora en el nivel nutritivo preparto permitiría llegar al parto con una condición corporal adecuada que reduciría el anestro pos parto y por lo tanto se lograría mejorar la performance reproductiva del rodeo.

Para lograr dichas mejoras las alternativas de manejo son: diferir forraje, realizar mejoramientos en cobertura y praderas cultivadas, conservar forraje, suplementar, etc. Dentro de estas alternativas la suplementación invernal sería una medida tecnológica fácil de implementar en predios ganaderos.

El principal objetivo de este trabajo es determinar el tipo de suplemento que permita evitar la pérdida de peso y condición corporal que normalmente ocurre en vacas secas preñadas y alimentadas en base a campo natural durante el mismo.

### HIPOTESIS PRINCIPALES

La suplementación invernal va a permitir a vacas con condición corporal menor o igual a 4, a la entrada del invierno, llegar con condición corporal mayor o igual a 4 al final del mismo.

La suplementación energética mejorará sustancialmente la condición corporal de las vacas al final del período experimental.

La utilización de expeller de girasol como suplemento proteico durante el invierno permitirá a los vientres alcanzar una buena condición corporal al parto.

## **2- REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. CONSIDERACIONES SOBRE LOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN VACAS GESTANTES**

#### **2.1.1- Estado Fisiológico**

Al principio de la gestación, las cantidades de nutrientes depositadas en el útero grávido son pequeñas y únicamente en el último tercio (a partir del sexto mes de gestación) es necesario que la dieta cubra los requerimientos para el crecimiento del feto. Como se observa en el Cuadro 1, la energía neta necesaria para el crecimiento del útero y de su contenido es pequeña en relación con los requerimientos para el mantenimiento de la propia madre, pero en este período las necesidades netas de proteínas, de calcio y fósforo (y de otros elementos minerales) son considerables (McDonald et al., 1986).

El desarrollo de la placenta ocurre durante los dos primeros tercios de la preñez y la mayoría del crecimiento fetal ocurre en el último trimestre (Preston y Willis, 1970).

**Cuadro 1- Retención de energía y proteína en el útero y glándula mamaria de la vaca en diferentes fases de gestación (Adaptado de McDonald et al., 1986)**

<b>Días después de la concepción</b>	<b>Depositado en el útero (por día)</b>		<b>Depositado en la glándula mamaria Proteína (g/día)</b>
	<b>Energía (Mcal)</b>	<b>Proteína (g)</b>	
100	0.04	5	-
150	0.10	14	-
200	0.24	34	7
250	0.57	83	22
280	0.96	144	44
<hr/>			
Necesidades netas diarias aprox., para mantenimiento de una vaca de 450 kg	8.54	70	

El ritmo de desarrollo del feto y la placenta imponen una demanda de nutrientes variable durante la preñez (Preston y Willis, 1970). Durante ésta, los procesos energéticos están ocupados en el mantenimiento de las funciones vitales del organismo

materno, incluyendo el útero grávido con la síntesis de los productos de la concepción, síntesis de nutrientes para el desarrollo de la ubre y además en algunos casos, la síntesis de grasa corporal como forma de acumular reservas (Piatkowski, 1982).

En vacas cuyo estado fisiológico se corresponde con el último tercio de gestación, los requerimientos de mantenimiento, incluyendo el crecimiento del feto, se incrementan en un 25 a 30% en relación a los requerimientos de vacas secas con preñeces menores a seis meses. En una vaca lactando también se incrementan en un 30% los requerimientos de mantenimiento en relación a la misma vaca seca. Por lo tanto, la vaca preñada con más de seis meses de gestación y la vaca lactando tienen similares requerimientos de mantenimiento (Rovira, 1996).

Se ha comprobado que la energía metabolizable consumida por la madre, por encima de sus necesidades de mantenimiento, es utilizada por el feto con baja eficiencia. Por cada 1 MJ. (0.244 Mcal.) por encima de las necesidades de mantenimiento de la madre, sólo se retienen en el feto 0,13 MJ. (0.032 Mcal.) (McDonald et al., 1986).

### **2.1.2- Edad del vientre**

El manejo nutritivo de la vaquillona preñada desde que termina el entore hasta que llega a la parición es de suma importancia, como así también el período inmediato posparto (Rovira, 1996).

Las vaquillonas preñadas poseen requerimientos de nutrientes tanto para el crecimiento del feto, como para su propio crecimiento corporal, consumiendo más alimentos en relación a su peso y requiriendo mayor energía y proteína que las vacas adultas gestantes (Ensminger y Olentine, 1983).

La concentración de energía en las dietas para vaquillonas debería ser mayor que en vacas adultas dada la limitación física de la cantidad de alimento que pueden consumir. En consecuencia, el contenido de fibra en la dieta debería ser menor (NRC, 1976).

### **2.1.3- Calidad de la dieta**

La calidad o valor nutritivo de la pastura afecta directamente el consumo y está asociada al estado de crecimiento de la pastura y a la especie vegetal. La digestibilidad y el contenido de proteína y fibra determinan el valor nutritivo de la pastura. A medida

que la planta madura aumenta el contenido de componentes estructurales de más difícil digestión en el retículo-rumen (fibra). La menor tasa de pasaje de estos materiales va asociada a un menor consumo por parte del animal. El contenido de proteína también disminuye a medida que la planta madura (Pigurina, 1997).

Según Minson (1990), citado por Rovira (1996), cuando las vacas se ven forzadas a comer forraje con menos de 5 cm de altura, el consumo potencial disminuye entre un 10 y un 15%.

Generalmente, a medida que aumenta la calidad de la dieta, mayor digestibilidad y mayor energía metabolizable por quilogramo de materia seca (EM/kg. de MS), se incrementa la eficiencia de utilización de la EM para mantenimiento y al mismo tiempo disminuye la cantidad de EM consumida en la dieta. Esto se aprecia claramente en el Cuadro 2, observándose que disminuye la cantidad de EM requerida diariamente, a medida que se incrementa la concentración de EM en la dieta. Esta disminución es del orden del 9 al 10% entre 1,9 y 2,9 Mcal EM/kg de MS. La eficiencia en la utilización de EM para mantenimiento es de 60, 64 y 67% para dietas con 1,9; 2,4 y 2,9 Mcal EM/kg de MS, respectivamente (Rovira, 1996).

**Cuadro 2- Requerimientos diarios de EM, según peso metabólico, para mantenimiento de vacas adultas secas en régimen de pastoreo (Tomado de Rovira, 1996)**

Peso vivo (kg)	Peso metabólico P 0.75 (kg)	Mcal EM/kg de MS de la dieta				
		1.9	2.1	2.4	2.7	2.9
350	81	11.6	11.2	11.0	10.5	10.3
400	89	12.8	12.3	11.8	11.6	11.4
450	98	14.1	13.4	13.0	12.7	12.3
500	106	15.1	14.6	14.1	13.9	13.7

### **2.1.4- Actividad**

Según Rovira (1996), desde hace mucho tiempo se sabe que los animales bajo condiciones de pastoreo, buscando su propio alimento, requieren más energía para mantenimiento que los animales alimentados a corral (o estabulados). Este incremento depende del tiempo de pastoreo, que a su vez está fundamentalmente condicionado por la disponibilidad de forraje. También influye el tamaño de los potreros, las distancias a recorrer para acceder al agua y la topografía del terreno. Resulta difícil aventurar un promedio, ya que las situaciones pueden ser muy extremas, pero suponiendo que el animal come durante 8 horas/día, rumia 4 horas/día y camina unos 5 km./día, le

demandaría una exigencia adicional de alrededor de 4 Mcal EM/día, valor que incrementaría en un 30% las necesidades de mantenimiento.

## **2.2- SUPLEMENTACION**

### **2.2.1- Generalidades**

La producción ganadera en el Uruguay se realiza principalmente sobre campo natural (85% del área nacional). El estudio de algunos coeficientes técnicos como el porcentaje de preñez y de destete, edad al primer entore y edad de faena registrados, han demostrado que la explotación vacuna ha permanecido sin variantes en las últimas décadas.

Sin lugar a dudas, la alimentación en condiciones de campo natural, es la limitante más importante de los animales bajo pastoreo y el invierno es la estación más crítica en lo que a disponibilidad y crecimiento de pasturas se refiere. Durante este período se producen pérdidas de peso de los animales y hasta pérdidas por mortandad, lo que trae como consecuencia una marcada ineficiencia productiva en todo el sistema.

Dentro de este marco, la suplementación aparece como una alternativa de manejo nutricional, que usada estratégicamente se puede considerar válida para el productor ganadero (Quintans et al., 1993).

Según Figurina (1997), las posibilidades inminentes de disponer de grandes volúmenes de granos y subproductos de bajo costo que brindaría el MERCOSUR, hacen pensar que la suplementación podrá tener un impacto grande en la producción ganadera de áreas extensivas.

Se ha definido el término “suplementación” como el suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado (cuando éste es escaso o está inadecuadamente balanceado) con el objeto de aumentar el consumo de nutrientes y alcanzar determinados objetivos de producción. El concepto de suplemento surgido de esta definición se referirá a animales en condiciones de pastoreo (Figurina, 1997).

Según Lange, (1980) citado por Mieres, (1997), la relación entre la pastura y el suplemento, podrá ser de distintos tipos:

-ADITIVA: es cuando el consumo de suplemento se agrega o suma al consumo actual del animal. Se da en casos en los que la cantidad de nutrientes



provenientes de la pastura es reducida, ya sea debido a su cantidad, tiempo de acceso, digestibilidad, apetecibilidad, etc.

-SUSTITUTIVA: es el caso en el que el consumo de suplemento deprime el consumo de forraje, sin mejorar la performance animal. El animal estaría accediendo a pasturas adecuadas en cantidad y calidad, en términos relativos a su potencial de producción.

-ADITIVA-SUSTITUTIVA: se da cuando se combinan los efectos anteriores, esta resulta ser la situación mas frecuente. Hay sustitución de forraje y también mejora en la performance animal.

-ADITIVA CON ESTIMULO: se corresponde con aquellos casos en los que el consumo de suplemento estimula la ingesta de forraje. Podría ser el caso del suministro de proteína a animales pastoreando forrajes maduros de baja calidad.

-SUSTITUTIVA CON DEPRECIACION: en este caso el suplemento es de mayor valor nutritivo que la dieta base (pastura), y su consumo deprime el consumo de forraje y la performance animal, también se puede dar cuando el suplemento tiene altos contenidos de aceite.

Los suplementos se pueden clasificar según el contenido de proteína, energía o fibra. La decisión de cual utilizar depende de factores tales como tipo de animal, estado corporal, nivel de reservas, requerimientos nutricionales y cantidad y calidad de la dieta base. Otro aspecto a considerar es su disponibilidad en el mercado y su precio relativo (Mautner y Torrents, 1992).

## **2.2.2- Características de los suplementos disponibles en el Uruguay**

La utilización de suplementos extraprediales es hoy por hoy una realidad en todo el país. El uso de concentrados (granos), derivados del proceso de la industria de origen vegetal (afrechillo de arroz y trigo, expeller de girasol, gluten feed, harina de soja) o de origen animal (harinas de carne, de carne y hueso, de sangre, de pescado) está cada vez mas generalizado ya sea a través del uso directo (como los suplementos de origen vegetal) o formando parte de raciones balanceadas (Scaglia, 1998).

Los forrajes conservados como silos o henos, pueden ser una opción de suplemento más económico que los concentrados. No obstante, éstos tienen ventajas interesantes frente a aquellos:

- Su composición química y contenido energético se puede ajustar con gran flexibilidad a la base forrajera, categoría animal y objetivo de producción.
- El establecimiento ganadero no necesita tener equipo para ensilar o henificar.
- La inversión en suplemento se realiza en el momento en que efectivamente se requiere.
- En general, es de fácil suministro en cualquier potrero del establecimiento (Orcasberro, 1993).

Tradicionalmente los alimentos se han clasificado en tres grandes grupos: concentrados, voluminosos y succulentos. Las bases para tal clasificación son en general la cantidad de nutrientes por unidad de peso, la cantidad de carbohidratos estructurales (fibra) y la cantidad de MS presente en el alimento.

Debido a las características digestivas del rumiante, hay alimentos que aportan tanto energía como proteína en cantidades importantes. Esta clasificación fue ideada teniendo en cuenta la nutrición de los animales monogástricos, ya que considera la fibra como indigestible y por lo tanto diluye el valor energético de los alimentos (García, 1997).

**Concentrados energéticos:** A los efectos de la suplementación en bovinos y ovinos, están representados por los granos cereales y algunos de sus subproductos. La fracción energética está constituida en su mayor parte por el almidón presente en el endosperma del grano, aunque menor en aquellos cubiertos por un tegumento importante (avena, cebada). En general tienen poca proteína (7-15%) en relación a otras fracciones del alimento. La relación calcio/fósforo está invertida con respecto a los productos de origen animal. La forma de suministro de elección (por palatabilidad y digestibilidad) es el grano partido. A continuación se presenta en los Cuadros 3 y 4, un resumen de las características más importantes a tener en cuenta al comparar distintos granos (García, 1997).

**Cuadro 3 -Características de los diferentes granos (Adaptado de García, 1997)**

Alimentos	ED (Mcal/kg)	Solubilidad del Almidón	PC (%)	Solubilidad de la Proteína (%)	Observaciones
Maíz	3.6	baja	9.5	50.0	Relación amilosa/amilopectina baja
Sorgo	3.5	baja	7.5-8.7	50.0	Formación de complejos proteína- taninos
Trigo	3.5	alta	12.0	99.5	En grano molido-partido almidón rapidamente fermentable
Cebada	3.2	alta	10.0-13.0	73.0	Características del almidón similares a las del trigo
Avena	3.0	alta	11.0-13.0	80.0	Valor energético en función del porcentaje del tegumento
Arroz	3.3	baja	7.0	s/d	

ED: energía digestible; PC: proteína cruda

**Cuadro 4- Características de subproductos energéticos agroindustriales  
(Adaptado de Orcasberro et al., 1998 y García, 1997)**

Alimentos	ED (Mcal/kg)	PC (%)	Observaciones
Arroz-afrechillo (crudo)	3.19	15.96	Puede haber dos tipos: desgrasado y entero
Arroz-afrechillo (parboil)	s/d	15.97	
Cama de aves	2.80	20.00	Contenido elevado de NNP
Citrus-fruta entera	0.43	7.40	
Citrus-melaza	2.39	5.80	
Citrus-pulpa fresca	s/d	7.10	
Citrus-pulpa desecada	3.12	7.50	
Gluten feed	3.30	20.00	
Maíz-afrechillo	3.49	12.33	
Melaza	3.00	7.0 a 10.00	Carbohidratos de muy rápida fermentación
Queso-suero	0.26	12.85	
Sebo	s/d	1.60	
Semitín	3.40	16.00	Mayor proporción de almidón de rápida degradación que el Afrechillo
Trigo-afrechillo	3.00	Más de 13.00	

ED: energía digestible; PC: proteína cruda; NNP: nitrógeno no proteico

**Concentrados proteicos:** Los que quedan después de extraer la mayor parte del aceite de la semillas oleaginosas constituyen las harinas y tortas de estas semillas. La calidad de las proteínas de estas semillas suele ser bastante constante, pero la de las harinas o tortas derivadas de ellas varía según las condiciones empleadas para la extracción del aceite. En la extracción con disolventes, como no se prensa y las temperaturas son comparativamente bajas, la proteína de las harinas es muy similar a la original.

El expeller tiene más lípidos (2.5-4%) y menos proteína, mientras que en la harina es a la inversa (1% de lípidos). Esto hace variar el contenido energético de uno con respecto al otro (McDonald et al., 1986).

Los concentrados de origen animal son harinas de: pescado, carne, carne y hueso y sangre. La harina de pescado es de excelente calidad en lo que se refiere al balance de aminoácidos. La calidad de la de la harina de sangre depende de las condiciones de elaboración. La harina de carne tiene por encima de 55% de proteína bruta (PB) y alrededor de 6% de Ca. La harina de carne y hueso se comercializa según su porcentaje de proteína, conociéndose como: 40/45; 45/50; y 50/55 (García, 1997).

El aporte de proteína cruda (PC) y energía digestible (ED) de los diferentes concentrados se detallan en el Cuadro 5.

Estos concentrados contribuyen a menudo a cubrir las necesidades de minerales y proporcionan varias vitaminas del complejo B (McDonald et al., 1986).

**Cuadro 5- Características de los diferentes concentrados proteicos  
(tomado de Orcasberro et al., 1998)**

Alimentos	PC (%)	ED (Mcal/kg MS)
Farelo-humedo	26.49	0.65
Farelo-seco	30.59	3.00
Girasol-harina	42.54	2.86
Lino-harina	38.53	2.83
Lino- expeller	38.36	3.56
Maíz-gluten meal	56.65	3.73
Malta-brotos	28.46	2.90
Maní-harina	53.32	3.39
Maní-expeller	46.76	3.65
Soja-harina	50.73	3.56
Carne y hueso-harina 40/45	45.48	--
Carne y hueso-harina 45/50	50.57	3.17
Carne y hueso-harina 50/55	54.72	3.34
Carne-harina 55/60	58.09	--
Carne-harina 60/65	62.98	--
Pescado-harina min 50% PC	58.42	--
Pescado-harina min. 55% PC	61.25	--
Pescado-harina min. 60% PC	65.75	3.26
Sangre-harina	91.91	2.80
Manteca-suero	40.40	3.66

PC: proteína cruda; ED: energía digestible

**Voluminosos:** Se pueden dividir los métodos de reserva de forraje en dos grupos: los que conservan el mismo en condiciones aeróbicas y los que lo hacen en condiciones anaeróbicas. Dentro de los primeros se encuentra la henificación (fardos) en la que la respiración celular vegetal y la proliferación microbiana se controlan a través de la disminución de la humedad del forraje. En el segundo grupo se encuentra el ensilaje, en el que la fermentación es controlada a través de la anaerobiosis y el descenso del pH. Existe un grupo intermedio que combina las características de ambos y que es el que ha demostrado el mayor potencial de consumo por parte de los rumiantes, el ensilaje de baja humedad o henilaje (García, 1997). Este método de conservación se desarrolló buscando encontrar soluciones para superar las dificultades en obtener henos de buena calidad en razón de las condiciones climáticas. Los valores nutritivos de algunos forrajes conservados como henos y ensilajes, se observan en los Cuadros 6 y 7.

**Cuadro 6- Composición de algunos forrajes nacionales conservados como heno (tomado de García, 1997)**

Tipo	PC (%)	FDA (%)	NDT (%)	ED (Mcal/kg)
T. rojo	11.4	39.3	56	2.46
T. rojo/trigo	10.2	39.4	57	2.51
T. rojo/lotus/trigo	5.3	49.1	46.5	2.05
Lotus (postcosecha)	8.0	44.8	50.6	2.23

PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácido; NDT: nutrientes digestibles totales; ED: energía digestible

**Cuadro 7- Valor nutritivo de ensilajes (tomado de García, 1997)**

	DMO (%)	PC (%)	EM (Mcal/kg MS)
Maíz	61.2	8.0	2.1
Sorgo forrajero	50.8	6.1	1.6
Maíz + sorgo forrajero	51.5	6.6	1.6
Pradera	48.3	13.6	1.5
Avena	51.4	6.5	1.6

DMO: digestibilidad de la materia orgánica; PC: proteína cruda; EM: energía metabolizable

*Residuos de cosecha:* Representan una fuente energética potencialmente utilizable. En nuestro país se producen anualmente altos volúmenes de rastrojo y pajas que no siempre se aprovechan y constituyen una reserva importante de energía (Methol, 1997). Las pajas están formadas por los tallos y las hojas una vez que han sido separadas las semillas maduras por medio de la trilla. Proceden la mayor parte, de los cereales y algunas leguminosas. Estos productos son muy fibrosos y generalmente son de baja

calidad debido al alto contenido de lignina y bajo contenido de proteína cruda lo que determina una baja digestibilidad y un lenta tasa de degradación ruminal (Cuadro 8). El resultado de esto es que disminuye el consumo (McDonald et al., 1986).

**Cuadro 8- Composición nutricional de diferentes rastrojos  
(adaptado de Methol, 1997)**

	PC (%)	FDA (%)	Lignina (%)	Ca (%)	P (%)	Ceniza (%)	DMO (%)	ED (Mcal/kgMS)
Trigo	3.5	55.0	14.0	0.2	0.06	7.4	38.6	1.54
Cebada	4.1	53.0	11.0	0.3	0.07	7.1	41.8	1.70
Avena	4.7	51.0	14.0	0.2	0.10	7.8	43.9	1.70
Arroz	4.0	50.0	5.0	0.3	0.08	19.0	47.5	1.77
Maíz	5.1	49.0	11.0	0.6	0.10	9.2	49.5	2.00
Sorgo	5.2	46.0	6.0	0.5	0.13	11.0	49.1	1.93

PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácido; Ca: calcio; P: fósforo;  
DMO: digestibilidad de la materia orgánica; ED: energía digestible

**Suculentos:** las pasturas cultivadas en el país se pueden dividir en dos grandes grupos, permanentes y temporales. Los últimos forman parte de una rotación de cultivos mientras que los permanentes se mantienen como tales. Están constituidas generalmente por especies puras o por mezclas de un número limitado de especies. La composición química de la materia seca, es muy variable y depende de factores como: tipo de especie, fase de crecimiento, clima, fertilizaciones, etc. (Rovira, 1996).

## **2.2.3- Factores a tener en cuenta en la suplementación**

### **2.2.3.1- Pasturas**

Las pasturas naturales del país presentan una marcada estacionalidad, donde la oferta de forraje en cantidad y calidad durante el invierno, constituye la principal limitante de la producción animal (Ayala et al., 1995).

Como se aprecia en el Cuadro 9, la producción de forraje de las pasturas naturales expresada en toneladas de materia seca por hectáreas por año (tt de MS/há/año), varía de acuerdo con el tipo de suelo, en un rango comprendido entre 0.8 (tt de MS/há/año) para los suelos superficiales sobre basalto y 4.0 (tt de MS/há/año) para los suelos profundos ubicados sobre Fray Bentos, debiéndose destacar que áreas importantes del territorio nacional presentan rendimientos deficitarios para la producción animal.

**Cuadro 9- Rendimientos anuales de las pasturas naturales del Uruguay (tt de MS/há/año) (Tomado de Carámbula 1991).**

Basalto muy superficial	0.8	Aluvión Moderno Gley	2.3
Este Zona Alta	1.4	Areniscas Tacuarembó	2.5
Cretáceo	1.5	Este Lomadas	2.5
Este Zona Baja	1.5	Yaguari	2.5
Cristalino Superficial	1.8	Pampeano	3.5
Este Colinas	2.0	Fraile Muerto	3.6
Cristalino Profundo	2.1	Basalto Profundo	3.8
Aluvión Moderno Planosol	2.3	Fray Bentos	4.0

En general, los rendimientos anuales menores se registran en las pasturas naturales sobre suelos superficiales, suelos con mal drenaje (zona Este) y algunos suelos arenosos muy pobres.

La disponibilidad de forraje guarda relaciones estrechas con el comportamiento animal. Por un lado relaciones cuantitativas, ya que se afecta en forma directa el volumen de forraje consumido y por otro relaciones cualitativas, teniendo en cuenta las diferentes posibilidades que se ofrecen para que los animales ejerzan selectividad para completar su dieta (Millot et al., 1987 citado por Carámbula, 1996).

La disponibilidad del forraje afecta en forma notable el consumo animal. Al reducirse la disponibilidad disminuye la cantidad de forraje por bocado y aunque se incrementa el tiempo de pastoreo, éste puede resultar insuficiente para mantener el consumo y finalmente el animal deja de pastorear. Un tiempo de pastoreo muy largo significa que existen condiciones limitantes en la pastura. Se puede asegurar que el consumo diario refleja los cambios en el consumo por bocado el cual, al cambiar las condiciones de la pastura, resulta ser el parámetro más sensible del comportamiento animal (Carámbula, 1996).

También hay que considerar la digestibilidad, de ahí que de acuerdo con Hodgson (1990) citado por Carámbula (1996), un incremento en la digestibilidad aporta dos ventajas importantes a los animales en pastoreo: un mayor consumo y una mayor concentración de nutrientes en la dieta. Esto es demostrado por Hodgson (1976) citado por Carámbula (1996), donde terneros que accedieron a un forraje cuya digestibilidad se incrementó de 60 al 75% mostraron un aumento en el consumo del 10%, mientras que la ingestión de materia orgánica digestible aumentó entre un 25 y un 40% .

Dada la estacionalidad en la producción de las pasturas y teniendo en cuenta la carga animal total y la relación vacuno-lanar, parámetros que generalmente permanecen constantes a lo largo del año, es evidente que se producen sobrepastoreos en los periodos de escasez y subpastoreo en las épocas de abundancia. Esto conduce a

problemas tanto en los animales como en las pasturas, limitando las producciones de carne, lana y leche (Carámbula, 1991).

Dicha estacionalidad adquiere características de gran destaque especialmente en la región Este, donde los campos presentan un tapiz netamente estival (Ayala et al., 1993).

Según Carámbula (1991), el inconveniente principal que deben enfrentar los animales en pastoreo es la falta de energía, ya que los bajos rendimientos de las pasturas, especialmente en invierno, restringen seriamente el consumo animal. El valor nutritivo de las pasturas naturales no resulta bajo en la mayoría de los casos, siendo más importante como factores limitantes la cantidad de forraje disponible y la distribución estacional del mismo.

Las variaciones estacionales en la producción de forraje de una pastura, en una determinada región, dependen de la composición del tapiz asociado a tipos de suelos y a condiciones fundamentalmente de humedad y temperatura (Ayala et al., 1993).

Según Olmos (1992), en Uruguay son pocos los trabajos que relacionan la producción de las pasturas naturales con el clima. Miller et al. (1985) con el fin de evaluar la producción de carne en un campo natural sobre Cristalino (departamento de Flores), medida que fue tomada sobre 67 novillos de raza Hereford de 2 y 3 años de edad, mantenidos a una dotación constante de 0.9 unidades ganaderas por hectárea (U.G.), obtuvieron que la precipitación fue la variable con mayor incidencia en la ganancia diaria de peso, explicando un 45% de su variación. Estos datos se obtuvieron mediante análisis de un modelo de regresión múltiple, donde disponibilidad de materia seca y ganancia diaria de peso fueron consideradas variables dependientes, mientras que las variables independientes correspondieron a sistema de pastoreo (continuo o rotativo), fecha de pesada, calidad de la pastura y parámetros climáticos. Gomes de Freitas et al. (1985), estimaron la cantidad y calidad del forraje producido y disponible en un campo natural ubicado en el departamento de Durazno, a lo largo de un año, en un potrero con una carga de 1.08-1.25 U.G./há. La distribución estacional de la materia seca producida en el potrero fue de 28, 33, 30 y 9% para primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente. La producción de forraje fue explicada por la temperatura (T; °C) y el déficit hídrico (DH; mm) de acuerdo a las siguiente función:  $Y = -613 + 69.3T - 14.2DH$  ( $R^2=0.87$ ), donde Y= kg de MS/há/mes, determinando que la producción de forraje tenía una relación directa con la temperatura e inversa con el déficit hídrico.

En base a esto, no se puede juzgar la productividad de un campo solamente por su rendimiento total de forraje, sino que además es necesario considerar la distribución estacional (Cuadro 10) y la variabilidad de la producción. Este comportamiento hace



que habitualmente los meses de julio, agosto y setiembre sean realmente críticos en términos de la oferta forrajera, principalmente para categorías sensibles o con altos requerimientos, como vientres en gestación y animales jóvenes mudando dientes (Ayala et al., 1993).

**Cuadro 10- Distribución estacional (en %) de la producción de forraje de la Unidad Alférez (Adaptado de Ayala et al., 1993)**

Otoño	Invierno	Primavera	Verano
21	10	22	47

Como se observa en el Cuadro 11, la digestibilidad de las pasturas, se presenta como relativamente baja dada en parte por la predominancia de especie estivales (tipo C4) que dominan el tapiz, las que por características propias a este grupo, incluyendo aspectos morfológicos y fisiológicos, presentan niveles de digestibilidad menores a las invernales (tipo C3).

**Cuadro 11- Porcentaje de digestibilidad de las pasturas naturales en relación a la estación del año (García citado por Carámbula 1991)**

Otoño	Invierno	Primavera	Verano
55	58	62	50

A pesar de la diversidad de especies que presenta el campo natural, es bajo el número de aquellas que contribuyen mayoritariamente a la productividad del mismo (Cuadro 12).

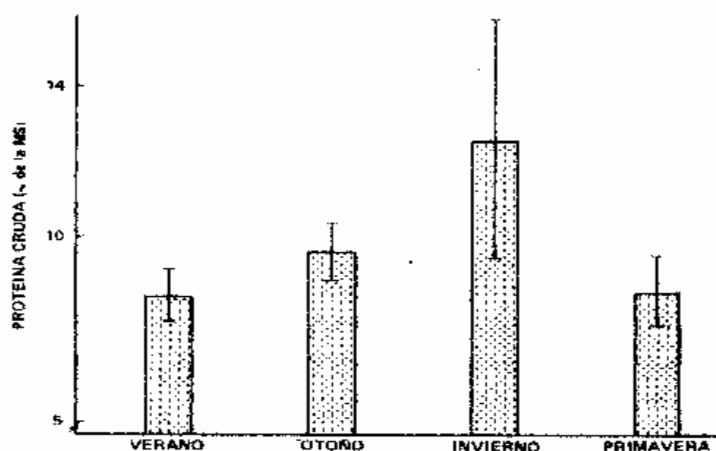
**Cuadro 12- Contribución de las principales especies en una pastura de la Unidad Alférez (tomado de Ayala et al., 1993)**

<b>ESPECIES</b>	<b>Contribución (%)</b>
<b>Paspalum notatum</b>	16.7
<b>Axonopus affinis</b>	13.5
<b>Ciperaceas</b>	8.8
<b>Coelorhachis selloana</b>	8.7
<b>Paspalum dilatatum</b>	7.4
<b>Stenotaphrum secundatum</b>	6.6
<b>Panicum miliodes</b>	4.3
<b>Cynodon dactylon</b>	3.9
<b>Setaria geniculata</b>	3.7
<b>Axonopus argentinus</b>	3.5

De acuerdo con la información disponible, referente al contenido promedio de proteína cruda de las pasturas naturales del país, éste cubriría las necesidades de mantenimiento de bovinos y ovinos permitiendo alcanzar niveles moderados de producción, especialmente si se tiene en cuenta el hecho de que los animales en pastoreo son capaces de seleccionar una dieta con un contenido mayor en proteína (Carámbula, 1991).

Según de Souza (1985), citado por Carámbula (1991), este parámetro presenta en promedio pequeñas variaciones entre diferentes áreas del país y entre las distintas estaciones del año, habiéndose registrado los valores más bajos en primavera y verano (8.3 y 8.4% respectivamente), con un apreciable incremento en otoño y un máximo valor en invierno (12.5%). No obstante este último valor presentó coeficientes de variación sensiblemente superiores a aquellos correspondientes al resto de las estaciones. Esto se aprecia gráficamente en la Figura 1.

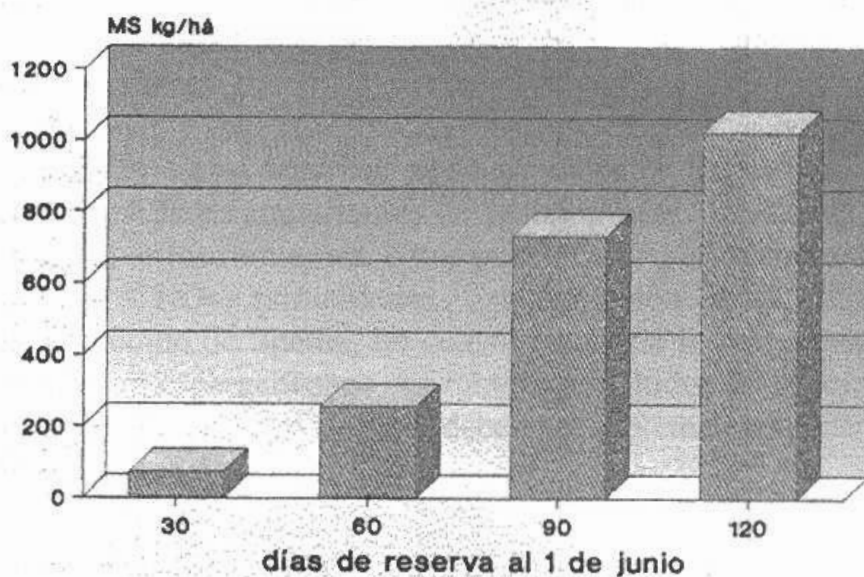
**Figura 1- Contenido de proteína cruda del forraje del campo natural (del Uruguay) en las distintas estaciones. Las líneas verticales indican los desvíos estándar (tomado de Carámbula, 1991)**



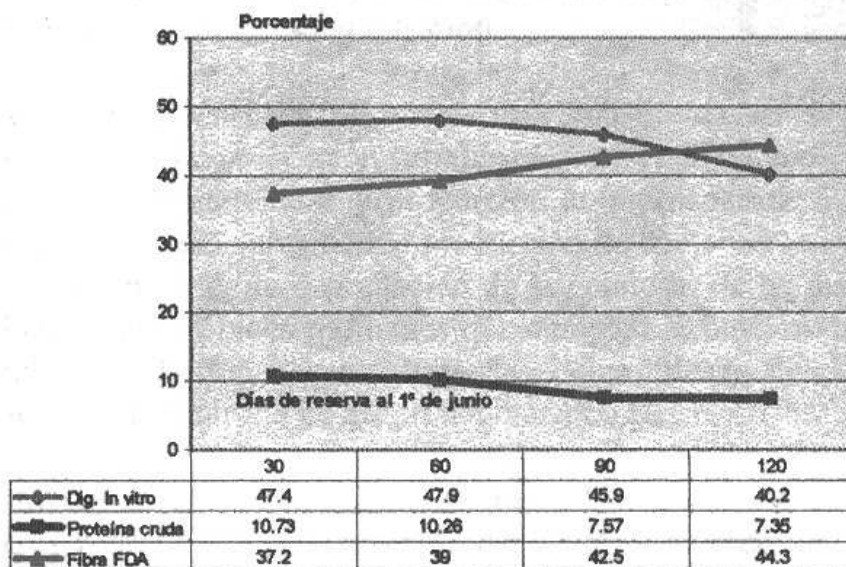
Según Ayala et al. (1993), bajo pastoreo continuo y con la carga regulada de manera de no tener pérdidas excesivas de peso en invierno, el crecimiento de forraje que se da desde fines de primavera y durante el verano, excede las demandas, por lo que el animal maximiza su selectividad sobre las mejores especies y partes de la planta, rechazando el material de peor calidad. Este rechazo es el que normalmente debe consumir el ganado en el invierno, con las consecuentes pérdidas de peso. Adicionalmente, se da una reducción del área de pastoreo como consecuencia del enmaciegamiento y crecimiento de malezas, lugares donde el rechazo del animal es absoluto.

Debido al bajo crecimiento invernal, la estrategia de manejo para esta estación debería ser la optimización en la administración del forraje reservado desde el otoño en potreros preestablecidos. Como se observa en las Figuras 2 y 3 a medida que la reserva tiene mayor número de días, la calidad del forraje hacia el invierno disminuye en términos de digestibilidad, proteína y fibra.

**Figura 2- Acumulación de forraje en otoño en un campo natural de la Unidad Alférez (tomado de Ayala et al., 1993)**



**Figura 3 - Calidad del forraje acumulado en otoño según la duración del alivio (tomado de Ayala et al., 1993)**



La suplementación estratégica de animales en pastoreo, aparece como un alternativa cada vez mas interesante para producción de carne, debiéndose programar de acuerdo a la calidad y cantidad de la pastura ofrecida, el tipo y cantidad de suplemento a las deficiencias de la misma.

Plantas maduras como también pajas de cereales y pasturas con dormancia invernal contienen cantidades importantes de pared celular lignificada y esto provoca una pobre utilización por los rumiantes. Estos pueden llegar a utilizar entre el 30 y 90% de los carbohidratos (CHOs) estructurales. Esta variación en la utilización depende directamente del contenido de lignina, un constituyente de la pared celular, que es una barrera fisica para los microorganismos del rumen o inhibidor del crecimiento de éstos. Los rumiantes que reciben este tipo de dieta deben ser suplementados con proteína cruda (Wiedmeier, 1988).

### 2.2.3.2- Animal

A través de su evolución, los rumiantes han desarrollado un sistema que le permite el aprovechamiento de fracciones del alimento que no son digeridas por los organismos superiores. Bajo condiciones de pastoreo, el alimento que ingresa al rumen está constituido en su mayor parte por CHOs estructurales, de los cuales la celulosa es el más importante. En esta relación simbiótica la micro población ruminal se beneficia a través de un suministro constante de alimentos en un ambiente controlado dentro de

márgenes bastante estrechos. El beneficio del rumiante radica en el aprovechamiento de productos de deshecho del metabolismo bacteriano, los ácidos grasos volátiles (AGV), así como de las propias bacterias, que contribuyen con su proteína somática a integrar la proteína metabolizable que ingresa al intestino.

La población presente en el rumen está constituida en su mayor parte por bacterias y protozoarios, en proporción variable, dependiendo de la dieta. Dietas ricas en CHOs de fácil digestión aumentan la proporción de protozoarios, mientras que dietas ricas en CHOs estructurales aumentan la proporción de bacterias ya que las enzimas de éstas son las responsables de la degradación de la celulosa. Se ha descrito también la presencia de hongos anaeróbicos ruminales que cumplen la función de preparar la fibra para la degradación ulterior por las bacterias celulolíticas, siendo particularmente importantes en dietas con forraje de difícil degradación (García, 1997).

Los cambios en la dieta, al tener un marcado impacto en el número y tipo de microorganismos presentes en el contenido del rumen, también afectarán el producto final generado en este. Las proporciones relativas de los diferentes AGV en una dieta a base de heno son: Acético 70%, Propiónico 20% y Butírico 10%. Cuando aumenta el nivel de granos (CHOs rápidamente fermentecibles), las proporciones de acético y propiónico pueden cambiar a 40 y 37% respectivamente. Esto ocurre por la disminución de los organismos celulolíticos, y el aumento de fermentadores de almidón.

La cantidad de proteína metabolizable en el tracto digestivo posterior, también se verá afectada por los cambios en la dieta a pesar de que aproximadamente el 80% de las especies presentes en el líquido ruminal, pueden crecer con amonio como única fuente de nitrógeno (Santini et al., 1992a).

La proteína consumida por el rumiante puede ser dividida en nitrógeno no proteico y proteína verdadera. La primera es rápidamente fermentada a amoníaco y utilizada por las bacterias para la síntesis de sus propias proteínas, el exceso es transformado a urea en el hígado y puede retornar al rumen desde la sangre a través de la saliva o por transferencia directa a través de la pared ruminal, o ser eliminada por la orina. La mayoría de estos compuestos (como la urea), no contienen CHOs y por lo tanto carecen de energía. Frente a esto, la bacteria se ve obligada a sintetizar sus aminoácidos mediante la combinación de amonio con esqueletos carbonados que deriven de otros componentes de la dieta. Esta reacción tiene un límite, pues si la capacidad de uso del amonio por parte de la bacteria es menor a la cantidad de este en el rumen, se perderá amonio. En cuanto a la proteína verdadera, puede ser de fácil o difícil degradación. La primera genera como productos péptidos y aminoácidos, y la segunda escapa a la degradación ruminal (protegida o by pass). A diferencia del nitrógeno no proteico, la

proteína verdadera se metaboliza mas lento, libera el amoniaco en forma gradual y provee una fuente de carbono para la síntesis de aminoácidos (García, 1997).

La eficiencia de uso del nitrógeno amoniacal por los microorganismos ruminales está relacionada directamente con la cantidad de energía transferida al medio durante la digestión de los contenidos de la dieta. Una dieta con forrajes secos, picados y con un contenido de proteína cruda menor al 8 ó 9%, tendría una liberación equilibrada de amonio y energía, determinando el uso de la mayoría de ese nitrógeno disponible. En cambio si se suministran alimentos nitrogenados fácilmente fermentecibles con una dieta basal de forrajes toscos, se produce un desfasaje entre la rápida fermentación del suplemento proteico y la más lenta de la energía del forraje. Esto determina la pérdida de nitrógeno amoniacal. Para estos casos, se requiere una fuente de fácil liberación de energía, por ejemplo, granos (almidón), pues fermenta con la rapidez suficiente (Santini et al., 1992b).

La energía y la proteína deben ser proporcionadas de forma balanceadas en las raciones. Si la proteína se encuentra en exceso comparativamente con el nivel de energía, dicho exceso será usado para generar energía. Aunque algunos ingredientes con altos contenidos de proteína son buenos aportando energía (por ej. Harina de Soja, 78% NDT), ellos son demasiado costosos para ser usados como fuente de este nutriente (Lusby, 1995).

No existen síntomas claros de deficiencia de energía o proteínas en condiciones de pastoreo. Generalmente se manifiestan con una reducción, de intensidad variable, en la producción de leche, carne o lana. La deficiencia de ciertos minerales y vitaminas tienen sintomatología más precisa, pero por lo general se encuentran confundidos en un cuadro clínico complejo.

Según Johnson y Evans (1991), los factores a considerar para definir cuanta proteína suministrar a los rodeos son:

- edad individual de las vacas,
- estado fisiológico,
- nivel de producción de leche, y
- tipo de forraje disponible.

Como se observa en el Cuadro 13 los requerimientos de consumo de materia seca (kg/día) no se incrementan en gran medida entre el tercio medio y último tercio de gestación, sin embargo se observa que éstos si aumentan al incrementarse el peso vivo de las vacas (animales que pesan 545 kgs. requieren 1.41 kg/día de MS más que animales que presentan un peso vivo de 454 kgs.). Con respecto a los requerimientos diarios de proteína cruda (expresados como porcentaje de la MS), éstos aumentan a

medida que la gestación progresa, siendo cada vez mayores al aproximarse a la fecha de parto (en el noveno mes de gestación los requerimientos son aproximadamente 1% superiores a los registrados en el mes anterior). La variación en peso vivo de las vacas no provoca prácticamente diferencias en los requerimientos proteicos expresados en porcentaje de la MS, sin embargo, dichos requerimientos expresados en gramos diarios son superiores para vacas de mayor peso.

**Cuadro 13- Requerimientos diarios de proteína (adaptado de Feed Industry Red Book, 1997)**

	Meses desde el parto											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<b>Peso = 454 kg, Producción de leche = 4.54 kg</b>											
MS (kg)	9.81	10.03	10.44	10.21	10.03	9.85	9.58	9.53	9.49	9.44	9.53	9.72
Leche (kg/día)	3.77	4.54	4.09	3.27	2.45	1.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PC (% MS)	8.70	9.10	8.41	7.97	7.51	7.14	5.98	6.16	6.47	6.95	7.66	8.67
	<b>Peso = 454 kg, Producción de leche = 9.08 kg</b>											
MS (kg)	10.90	11.35	11.53	10.67	10.31	9.85	9.58	9.53	9.49	9.44	9.53	9.72
Leche (kg/día)	7.58	9.08	8.17	6.53	4.90	3.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PC (% MS)	10.54	11.18	10.38	9.65	8.86	8.17	5.98	6.16	6.47	6.95	7.66	8.67
	<b>Peso = 545 kg, Producción de leche = 4.54 kg</b>											
MS (kg)	10.67	11.30	11.80	11.62	11.39	11.26	10.99	10.94	10.90	10.85	10.94	11.17
Leche (kg/día)	3.77	4.54	4.09	3.27	2.45	1.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PC (% MS)	8.43	8.79	8.13	7.73	7.33	7.00	5.99	6.18	6.50	7.00	7.73	8.78
	<b>Peso = 545 kg, Producción de leche = 9.08 kg</b>											
MS (kg)	12.17	12.62	12.89	12.44	12.03	11.67	10.99	10.94	10.90	10.85	10.94	11.17
Leche (kg/día)	7.58	9.08	8.17	6.53	4.90	3.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PC (% MS)	10.10	10.69	9.92	9.25	8.54	7.92	5.99	6.18	6.50	7.00	7.73	8.78

PC: proteína cruda; MS: materia seca

Según Johnson y Evans (1991), la energía debe ser el primer nutriente a considerar al llevar a cabo un programa nutricional en rodeos de vacas de cría. El propio balance de energía juega un rol extremadamente importante en la performance reproductiva, ganancia de peso de los terneros y sobre todo en la productividad por vaca. Los factores a considerar en la determinación de los requerimientos de energía en rodeos de cría son:

- estado fisiológico de la vaca,
- tamaño del vientre (frame),
- nivel de producción de leche,
- condición corporal de la vaca,
- estrés por frío, y
- edad de la vaca.

Los requerimientos de energía metabolizable (Mcal/kg de MS) por vaca se incrementan al avanzar la preñez (en el segundo tercio de gestación, los requerimientos

energéticos diarios promedio son del orden del 87% de los requeridos en promedio en el último tercio), este aumento se hace mayor aún en los tres últimos meses pre parto (en el noveno mes de gestación la EM requerida diariamente es 0.11 Mcal/kg mayor que la correspondiente al mes anterior). Esta tendencia es independiente del peso vivo de las vacas, siendo así que vacas de mayor peso, requieren un mayor consumo de MS, por lo tanto los requerimientos energéticos de estos animales son superiores a los de vacas de menor peso vivo (Cuadro 14 ).

**Cuadro 14- Requerimientos diarios de energía (adaptado de Feed Industry Red Book, 1997)**

	Meses desde el parto											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Peso = 454 kg, Producción de leche = 4.54 kg</b>												
MS (kg)	9.81	10.03	10.44	10.21	10.03	9.85	9.58	9.53	9.49	9.44	9.53	9.72
NDT (% MS)	55.8	56.6	54.3	53.4	52.5	51.8	44.9	45.7	47.0	49.1	52.0	55.7
EM (Mcal/kg)	2.05	2.09	2.00	1.96	1.94	1.89	1.65	1.67	1.74	1.81	1.92	2.05
ENm (Mcal/kg)	1.21	1.23	1.14	1.12	1.08	1.06	0.81	0.84	0.88	0.97	1.08	1.19
Leche (kg/día)	3.77	4.54	4.09	3.27	2.45	1.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Peso = 454 kg, Producción de leche = 9.08 kg</b>												
MS (kg)	10.90	11.35	11.53	10.67	10.31	9.85	9.58	9.53	9.49	9.44	9.53	9.72
NDT (% MS)	59.6	60.9	58.6	57.0	55.4	54.0	44.9	45.7	47.0	49.1	52.0	55.7
EM (Mcal/kg)	2.20	2.25	2.16	2.09	2.03	1.98	1.65	1.67	1.74	1.81	1.92	2.05
ENm (Mcal/kg)	1.32	1.36	1.30	1.23	1.19	1.14	0.81	0.84	0.88	0.97	1.08	1.19
Leche (kg/día)	7.58	9.08	8.17	6.53	4.90	3.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Peso = 545 kg, Producción de leche = 4.54 kg</b>												
MS (kg)	10.67	11.30	11.80	11.62	11.39	11.26	10.99	10.94	10.90	10.85	10.94	11.17
NDT (% MS)	55.3	56.0	53.7	52.9	52.1	51.5	44.9	45.8	47.1	49.3	52.3	56.2
EM (Mcal/kg)	2.05	2.07	1.98	1.94	1.92	1.89	1.65	1.67	1.74	1.81	1.92	2.07
ENm (Mcal/kg)	1.19	1.21	1.12	1.10	1.08	1.06	0.81	0.84	0.88	0.97	1.08	1.21
Leche (kg/día)	3.77	4.54	4.09	3.27	2.45	1.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Peso = 545 kg, Producción de leche = 9.08 kg</b>												
MS (kg)	12.17	12.62	12.89	12.44	12.03	11.67	10.99	10.94	10.90	10.85	10.94	11.17
NDT (% MS)	58.7	59.9	56.2	56.2	54.7	53.4	44.9	45.8	47.1	49.3	52.3	56.2
EM (Mcal/kg)	1.98	2.20	2.11	2.07	2.00	1.96	1.65	1.67	1.74	1.81	1.92	2.07
ENm (Mcal/kg)	1.30	1.34	1.25	1.21	1.17	1.12	0.81	0.84	0.88	0.97	1.08	1.21
Leche (kg/día)	7.58	9.08	8.17	6.53	4.90	3.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

MS: materia seca; NDT: nutrientes digestibles totales; EM: energía metabolizable; ENm: energía neta de mantenimiento

## **2.2.4- Respuesta a la Suplementación Energética en Vacas**

En términos generales la suplementación energética deprime el consumo de forraje, independientemente de cuál sea la dieta base, el suplemento o del nivel del mismo. De cualquier manera se podría tomar como regla general que los suplementos energéticos están hechos a base de granos (maíz, sorgo) (Mieres, 1997). El alto



contenido de almidón de los granos causa depresión en el consumo y en la digestibilidad del forraje, esto es debido a lo altamente fermentable que es esta fracción en el rumen. Aparentemente las bacterias ruminales prefieren atacar el almidón rápidamente fermentecible antes de comenzar a atacar los componentes digestibles de la fibra del forraje.

El almidón provoca efectos negativos que pueden ser minimizados si el contenido de granos en la dieta es limitado. Algunos experimentos sugieren que cerca del 0.4% del peso corporal es un límite seguro en el contenido de granos que debe suministrarse a animales que están bajo pastoreo a fin de minimizar los efectos negativos que tienen estos sobre el aprovechamiento del forraje.

La energía requerida por una vaquillona o por una vaca lactando puede exceder los aportes que le realiza la pastura y más aún si los contenidos de proteína de la dieta no son deficitarios. Es en estos casos donde el animal debe recibir un suplemento energético, como pueden ser granos de cereales, o bien ser cambiado de potrero a una pastura con mayor disponibilidad (Lusby, 1995).

En un trabajo realizado por Merrill y Klopfenstein (1984) citado por Lusby (1995), se demostró que es difícil transformar altos contenidos de energía (presentes en granos utilizados como suplementos) en ganancia de peso, en animales que están en condiciones de pastoreo. En dicho experimento se comparó la ganancia obtenida en vaquillonas cuya dieta base fue paja de cereales, suplementadas con dos fuentes energéticas: 1.36 kg/animal/día de cascara de soja y 1.36 kg/animal/día de pellets de cereales. La primera posee alto contenido de fibra digestible y los granos poseen alto contenido de almidón. Estas fueron comparadas con un grupo testigo las cuales solo accedieron a la dieta base.

Como se observa en el Cuadro 15, la conversión de suplemento a ganancia de peso fue baja. Los granos de cereales poseen un mayor contenido de energía (almidón) que la cáscara de soja, aunque esto no provocó mayores ganancias de peso, lo cual hace pensar que el alto contenido de almidón debe tener efectos negativos sobre el consumo o la digestibilidad del forraje, esto provocó que ambos suplementos no presenten diferencias en la performance animal.

**Cuadro 15- Performance de vaquillonas pastoreando paja de cereales y suplementadas con cascara de soja entera o pellets de cereales (adaptado de Lusby,1995)**

	Sin suplemento	Suplementados con 1.362 kg de:	
	Energético	Cáscara de Soja	Pellets de cereales
Peso inicial (kg)	188.8	188.8	188.8
Ganancia diaria (kg)	0.735	0.899	0.849
Kg de suplemento/kg de ganancia adicional	--	8.3	12.0

El alto contenido de fibra de buena digestibilidad ruminal que posee la cáscara de poroto de soja, permite que los animales incrementen el consumo de energía en la dieta sin los efectos adversos normalmente observados cuando alimentos con alto contenido de almidón son utilizados como fuente de suplementación energética de animales que se encuentran pastoreando forrajes de baja calidad (Marston et al., 1993).

Como se observa en el Cuadro 16, el Feed Industry Red Book (1997) divide el año en cuatro periodos según el estado fisiológico en que se encuentran los vientres.

**Cuadro 16- División del año según estado fisiológico (Feed Industry Red Book, 1997)**

Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
80 días posparto	125 días de preñez, gestación media y lactando	110 días preparto	50 días preparto

Durante el ultimo tercio de gestación los requerimientos de energía (Mcal/día) se incrementan alrededor del 23% respecto al segundo tercio. Durante la lactación, los incrementos son del orden del 35% respecto al mismo período (Scaglia et al., 1997).

Corah (1988) citado por Jonhson et al. (1991), afirma que el primer período (80 días posparto) es el de mayor importancia nutricional para la vaca, debido a que en éste período que se produce el pico máximo de lactación, la involución uterina y retorna a la normal actividad cíclica. Numerosos trabajos documentan que cuando ocurre una deficiencia nutricional la performance reproductiva es afectada. El nivel nutricional preparto (sobre todo en energía), es el factor que causa el mayor impacto en el retorno de la vaca a la actividad cíclica después del parto.

Según Lemenager et al. (1991), aquellas dietas conteniendo niveles de energía por debajo de mantenimiento, resultan en un retraso del comienzo de la pubertad (Lamond, 1970; Drymundsson, 1973), prolonga el anestro posparto (Dunn y Kaltenbach, 1980), incrementa los efectos de la cría o la lactación en el anestro (Williams, 1990) y alarga la duración del anestro y el inicio de la actividad cíclica.

Lemenager et al (1987), realizaron un estudio para evaluar el efecto combinado de la energía pre y posparto, condición corporal y destete temporario en la performance reproductiva de vacas productoras de carne, y la ganancia de peso pre destete del ternero. Utilizaron 64 vacas cruce Charolais x Angus, y fueron estratificadas por condición corporal. Durante 190 días de gestación, un grupo fue alimentado con dieta de bajo contenido energético (BE) (70% de los requerimientos de NRC 1984) y otro con una dieta de mantenimiento (100% de los requerimientos de NRC 1984) durante el

ultimo tercio de gestación. Al parto la mitad de este grupo se le asignó una dieta de baja energía (BE=70% de los requerimientos) y a la otra mitad una dieta de alta energía (AE=130% de los requerimientos).

Una alimentación energética tanto previa, como posterior al parto afecta el largo del periodo parto-primer celo y el porcentaje de vacas que ciclan dentro de los primeros 60 días después del parto. El anestro posparto se puede reducir ( $P<0.05$ ) y el porcentaje de vacas que manifiestan celo dentro de los 60 días posparto puede incrementarse ( $P<0.05$ ) en vacas que recibieron una dieta de BE preparto seguida por una alta dieta energética posparto.

Marston et. al. (1993), realizaron un trabajo experimental durante 2 años, sobre 222 vacas Hereford y cruza Hereford x A. Angus con pariciones de primavera, bajo condiciones de pastoreo, con el objetivo de cuantificar el efecto de dietas energéticas y proteicas pre y posparto, en la performance de los vientres. La suplementación se llevó a cabo durante el invierno (gestación avanzada) y en primavera (primeras etapas de lactancia), suministrando en el primer año dos suplementos que diferían en la concentración energética y proteica, 1.36 kg/an/día de harina de soja (40% de PC) (HS) ó 2.72 kg/an/día de harina de cáscara de soja (20% de PC) (HCS). Al parto cada grupo fue dividido a la mitad, una mitad continuó con la dieta y las otras fueron cambiadas entre sí, de modo de recibir durante la lactancia el otro suplemento (HS/HS, HS/HCS, HCS/HCS y HCS/HS). La suplementación culminó cuando dio comienzo el entore. En el segundo año la estrategia de suplementación fue la misma, pero al parto, los grupos se dividieron en tres con el mismo número de vacas cada uno. De esta manera, un tercio de los animales siguió con la dieta de preparto, otro tercio cambió de igual forma que en el primer año y por ultimo, cada tercio restante recibió una nueva dieta que consistía en 2.72 kg/an/día de harina de soja (A-HS). Los resultado indican que no hubieron diferencias significativas entre ambos tratamientos en la ganancia diaria de peso o condición corporal (escala de 1 a 9) durante la gestación, tampoco se observaron diferencias en los pesos de los terneros al nacer, la condición corporal al comienzo del entore fue similar entre los tratamientos. En cuanto a los porcentajes de preñez, se observó que no hubo diferencias entre los tratamientos que mantuvieron o incrementaron el nivel de energía en la dieta, notándose una disminución en este parámetro cuando el nivel energético disminuyó (HCS/HS). Analizando ambos años, concluyen que disminuciones de los niveles energéticos al parto son determinantes del porcentaje de preñez del rodeo, mientras que incrementos de energía y/o proteína al parto se convierten en mejores performances reproductivas. (Cuadro 17)

**Cuadro 17 - Respuesta a las diferentes combinaciones de suplementos durante 2 años (adaptado de Marston et al., 1993)**

<b>REGIMEN DE SUPLEMENTACION</b>						
	<b>SUPLEMENTOS</b>					
<b>PREPARTO</b>	<b>HS</b>		<b>HCS</b>			
Nº de Vacas	90		89			
Peso inicial (kg)	457		455			
<b>POSPARTO 1</b>	<b>HS</b>	<b>HCS</b>	<b>HS</b>	<b>HCS</b>	<b>HS</b>	<b>HCS</b>
Nº de Vacas	46	45	45	43		
Peso al parto (kg)	495	471	485	483		
C.C. al entore	5.2	5.2	5.2	5.2		
Preñez (%)	89 a	85 ab	73 b	89 a		
<b>POSPARTO 2</b>	<b>HS</b>	<b>HCS</b>	<b>A-HS</b>	<b>HS</b>	<b>HCS</b>	<b>A-HS</b>
Nº de Vacas	20	18	18	20	20	18
Peso al parto (kg)	446	443	446	451	440	447
C.C. al entore	5.2	5.2	5.1	5.2	5.2	5.3
Preñez (%)	83 a	88 a	92 a	72 b	90 a	94 a

HS: harina de soja (40% PC); HCS: harina de cáscara de soja (20% PC);  
A-HS: harina de poroto de soja (40% PC)

## **2.2.5- Respuesta a la Suplementación Proteica en Vacas**

La proteína es el primer nutriente limitante en algunas dietas en base a forrajes, debido a que es requerida por microorganismos del rumen, así como también por el tejido muscular del animal, deficiencias severas reducen la performance animal (Lusby, 1995). La proteína juega un rol especialmente importante en la lactación y en el crecimiento animal. Los síntomas de la deficiencia proteica incluyen, disminución del crecimiento y de la eficiencia en la alimentación, anorexia, infertilidad, hígado graso, reducción del peso del ternero al nacimiento, el síndrome del ternero débil y reduce la producción de leche. Estos síntomas no solo son producidos por el bajo contenido de proteína del forraje consumido, sino también que debido a la disminución del consumo, se alteran los niveles de consumo de energía y todos los demás nutrientes (Johnson y Evans, 1991).

Según Lusby (1995) el consumo usualmente decrece en dietas a base de forrajes con bajo tenor proteico, resultando en deficiencias energéticas y proteicas. La adición de suplementos de alta proteína como son harina de soja o harina de algodón a la dieta pueden generar incrementos en el consumo de forraje. El efecto de la proteína está en incrementar la proporción de digestión del forraje permitiendo que este se mueva mas rápidamente en el rumen. Este efecto ha sido demostrado por McCollum y Galyean (1983) citado por Lusby (1995), (Cuadro 18), en un estudio realizado en Nuevo México,

con novillos consumiendo heno de pradera y suplementados con 1.75 lb (0.794 kg) de harina de semilla de algodón. Se logró disminuir el tiempo requerido para el pasaje del heno a través del rumen en un 32%, e incrementar el consumo de heno en un 27%.

**Cuadro 18- Efectos de la harina de semilla de algodón en el consumo y en el tiempo de retención de heno de pradera por novillos (Adaptado de Lusby, 1995)**

	Sin Harina de Semilla de Algodón	Con 0.794 kg de Harina de Semilla de Algodón	Cambio en %
<b>Tiempo en horas de retención ruminal</b>	74.9	56.5	- 32%
<b>Heno consumido como % del peso corporal</b>	1.7	2.2	+ 27%

Hennessy y Nolan (1988), trabajando durante 45 días con 8 novillos Hereford fistulados de 12 meses de edad, alimentados con una dieta en base a heno de una pastura subtropical madura (*Axonopus* spp.) con un contenido de 4.875% de PC (7.8 g de N/kg de MS) y 1.44 Mcal de EM/kg de MS. La mitad de los animales fueron suplementados con 600g/día de un suplemento proteico de baja degradabilidad en el rumen, el cual estaba compuesto por: 80% Harina de semilla de algodón, 10% de Harina de carne y 10% de Harina de pescado. Los restantes novillos solo accedieron a la dieta base (heno). El consumo de heno en los animales suplementados se vio incrementado entre los días 23-32 del experimento en un 19%, y entre los días 33-42 en un 23% más sobre los no suplementados, observándose en los primeros una mayor ganancia de peso (800 vs. 200g/día). La suplementación se reflejó en una mayor concentración de urea en el plasma y en la saliva, lo cual presentó una alta correlación ( $r = 0.93$ ) con la concentración de N-NH<sub>3</sub> en el rumen y con la excreción de N-urea en la orina.

Arelovich et al. (1984), condujeron un experimento para determinar el efecto de la suplementación con proteína y almidón sobre el consumo y la digestibilidad de heno de pradera natural. Para esto utilizaron 16 novillos Hereford alimentados con heno de pradera *ad libitum* (MS: 94.3%; PB: 5.45%; FDA: 54.02%) y suplementados en diferentes tratamientos:

- Control, suplementado con sales minerales y vitamina A (1).
- Suplemento alto en proteína: 40% de PC (2).
- Suplemento bajo en almidón 22.8% y 20% de PC (3).
- Suplemento alto en almidón 49.91% y 20% de PC (4).

El consumo diario de suplemento en base MS fue de 0.11; 0.90; 1.8; y 1.8 kg respectivamente, igualando la cantidad de proteína consumida en los tres tratamientos. Se midió consumo diario del heno, celulosa, lignina, almidón y cenizas. En los

tratamientos 2, 3 y 4 se observó un mayor consumo diario de heno con un aumento de la digestibilidad aparente de la MS comparado con el control. Además hubo un incremento en el consumo total de MS digestible de 23% , 20% y 23% respectivamente, pudiendo ser atribuido a la proteína adicional proporcionada por los suplementos. Basándose en esto, los autores afirman que la suplementación proteica mejora sustancialmente la utilización de forraje de baja calidad. No se encontró diferencias entre 2, 3 y 4, para ninguno de los otros parámetros.

Younis y Wagner (1990), obtuvieron resultados en una comparación de diferentes suplementos proteicos (torta de soja, harina de semilla de algodón, gluten feed) con respecto a un testigo (solo heno de pradera, 5.2% de PC), los resultados obtenidos coinciden con la afirmación anterior. La suplementación aumentó el consumo de heno, la digestibilidad de la MS, el consumo de MS digestible total y la tasa de pasaje, sin que se encontrarán diferencias entre los diferentes suplementos.

El tipo de suplemento proteico es importante, habiéndose obtenido mejores respuestas en términos de comportamiento animal y nivel de consumo con fuentes naturales de nitrógeno, ya sea de origen vegetal (harina de soja) o animal (harina de pescado), que a fuentes de nitrógeno no proteico (Ward, 1978; Nicholson,1984) citado por Methol, (1997). (Cuadro 19).

**Cuadro 19- Nivel de consumo de heno de baja calidad (6.9% de PC) en vaquillonas lecheras alimentadas con dos tipos de suplementos proteicos (Nicholson, 1984 citado por Methol, 1997).**

Suplemento	Consumo de MS Kg/100 Kg de PV	Consumo de MSD
UREA	1.38	0.69
HARINA DE SOJA	1.64	0.82

**MS: materia seca; MSD: materia seca digestible**

En la literatura internacional existen diferentes opiniones respecto al uso de proteína sobrepasante o by pass en vacas de cría. Los resultados son variables según condiciones de alimentación utilizadas y otra serie de factores.

Scaglia (1996), evaluó en vacas de cría gestantes, diferentes raciones balanceadas conteniendo dos fuentes proteicas: harina de soja (HS) y harina de sangre (HSA) en diferentes niveles 20% y 45% de proteína cruda total, mezclados junto a otros ingredientes como maíz molido, afrechillo y núcleo vitamínico. (Cuadro 20).

**Cuadro 20- Utilización de diferentes suplementos por vacas de cría (adaptado de Scaglia, 1996)**

	Testigo	Maíz	HS20	HSA20	HS45	HSA45
<b>Nº de Vacas</b>	8	8	8	8	8	8
<b>Peso (kg)</b>						
<b>Inicio</b>	397	414	398	401	388	408
<b>Fin</b>	382	416	417	418	403	414
<b>Al Parto</b>	365	363	379	368	376	351
<b>Ganancia (kg/día)</b>						
<b>Inicio - Fin</b>	-0.18	0.02	0.22	0.20	0.18	0.07
<b>Condición Corporal</b>						
<b>Inicio</b>	4.4	4.5	4.4	4.4	4.5	4.5
<b>Fin</b>	4.2	4.6	4.9	4.9	5.4	4.7
<b>Al Parto</b>	3.9	4.0	4.2	4.6	5.1	4.0
<b>Ganancia C.C.</b>						
<b>Inicio - Fin</b>	-0.2	0.1	0.5	0.5	0.9	0.2

HS: harina de soja; HSA: harina de sangre

En cuanto a los resultados obtenidos se observaron diferencias estadísticas significativas en la mejora de la condición corporal a favor de los tratamientos HS 20, HSA 20 y HS 45 frente a los restantes. Como resultado global, tomando en cuenta todas las variables especificadas en el cuadro el tratamiento de mejores resultados fue el HS 20 (Scaglia, 1996).

Brito y Pigurina, (1996) citados por Scaglia (1996), demostraron que se pueden alcanzar buenas ganancias de peso y mejoras en la condición corporal de hasta medio punto con 5 kg de MS de silo de maíz y 0.3 kg de expeller de girasol en un campo natural de baja disponibilidad de forraje (1000 kg de MS/há y 1.3 UG/há). En un ensayo similar pero con mayor disponibilidad de forraje (1800 kg de MS/há), los mismos autores encontraron que se necesitaron solo 3 kg de MS de silo de maíz mas 0.3 kg de expeller de girasol, para obtener los mismos resultados.

Scaglia (1996), realizó un experimento donde le suministró a vacas de cría preñadas fardos de paja de arroz ad libitum durante el período invernal, que pastoreaban campo natural (disponibilidad =1150 kg de MS/há; dotación =0.84 UG/há) y suplementadas con tres niveles de expeller de girasol. El consumo de paja de arroz ( PC =4%, DMO =38%, FDA =58.1%, FDN =85.2%) fue de 2.3 kg de MS. El tratamiento que mejor se comporto en ese año fue con el agregado de 1 kg de expeller de girasol (PC =32%, DMO =65%, FDN =44%, FDA =26%), con sensible mejora en la condición corporal (de 3.5 a 4.3 de promedio) y peso vivo promedio al final del período del ensayo.

Sasser et al. (1988) citado por Lemenager et al. (1991), concluyen que dietas isocalóricas deficientes en proteína no afectan la dificultad al parto, la involución

uterina o la presencia del primer folículo ovárico palpable. De cualquier modo, la deficiencia en proteína tiende a extender el período parto-primer celo y a disminuir el número de hembras que muestran estro, la proporción de concepción al primer servicio y sobre todo la proporción de animales preñados a los 110 días posparto. Especulando sobre estos resultados el autor sugiere que se debe a:

- producción de óvulos anormales,
- un ambiente uterino menos favorable,
- insuficiente respuesta de las gonadotropinas ováricas,
- reducida secreción gonadotrópica.

En una experiencia realizada por Canán y Uría (1998), se suplementaron vacas en último tercio de gestación con expeller de girasol en diferentes niveles (0.5; 1; 1.5; 2; y 3 kg/an/día), pastoreando campo natural de muy baja disponibilidad (230 kg de MS/há al inicio del experimento), a una dotación de 0.8 UG/há y se comparó la performance animal con un grupo testigo el cual no tubo acceso al suplemento. Concluyeron que en las condiciones en que se desarrollo el trabajo, un nivel de expeller de girasol de 2.0 kg/an/día sería suficiente para evitar la pérdida de condición corporal y peso vivo de los vientres antes mencionados.

## **2.2.6- Respuesta Sobre el Ternero a la Suplementación de la Vaca**

El suministro de nutrientes en la vida prenatal se lleva a cabo en cuatro etapas principales:

- En la primera etapa el huevo recién formado extrae los nutrientes de su propio deutoplasma.
- En la segunda etapa el blastocito absorbe fluidos y metabolitos del líquido ruminal del útero.
- En la tercera etapa, la nutrición se realiza por medio de la circulación vitelina y por las células trofoblásticas.
- En la última etapa, la absorción de nutrientes tiene lugar por la circulación alantoidea de la placenta.

De estas cuatro etapas la más prolongada y la más importante es la cuarta. En ella el crecimiento embrionario es muy intenso y precisamente, ese intenso crecimiento del embrión es precedido por un pico en el crecimiento placentario a fin de cubrir los grandes requerimientos que tendrá el embrión. El feto es más afectado por el medio ambiente de lo que lo es el adulto, ya que depende en forma absoluta del plano de nutrición y de las reservas energéticas de la madre. De acuerdo con Hansard y Berry (1969) citados por Verde (1970), existen varios factores tanto maternos como fetales que condicionan el pasaje de nutrientes de la madre al feto. Los más importantes serían:



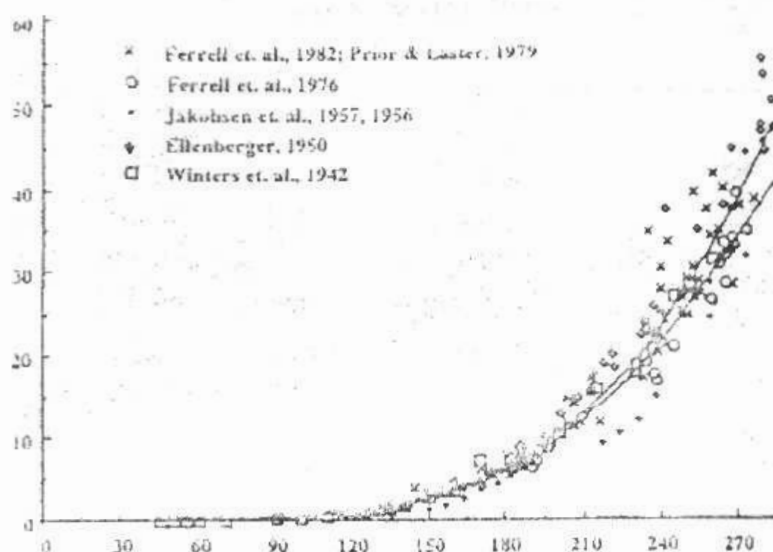
a) disponibilidad de nutrientes en la madre para ser transferidos al feto; b) tipo de placenta y permeabilidad de las membranas; c) estado de gestación y edad fisiológica; y d) tamaño, peso y carga de las partículas a ser transportadas. Sin embargo pueden haber otros factores adicionales que afecten el transporte a través de la placenta entre los que se podrían incluir edad de la madre, historia nutricional, intervalo entre gestaciones, número de fetos, tiempo de la gestación y toxinas que se podrían absorber.

Aunque el feto tiene mayor prioridad por los nutrientes disponibles, su peso al nacer, en muchas circunstancias es proporcional al nivel de nutrición de la madre. Es así que una restricción de la madre puede afectar el desarrollo de la placenta y esa restricción placentaria puede, subsecuentemente, retardar el crecimiento fetal. Esto ha llevado a varios autores a afirmar que si el peso del ternero al nacer no es el adecuado, esto puede llevar al animal a no poder compensar situaciones posteriores (Verde, 1970).

El largo de la gestación oscila entre 275 y 290 días, variando entre razas, siendo en promedio 282 días para razas británicas. El crecimiento del feto es muy lento en los primeros meses, al final del tercer mes alcanza solo el 2% de su peso final al nacer y a los 6 meses el 20%, lo que significa aproximadamente 6 kg. En los últimos 3 meses de gestación el crecimiento del feto representa un 80% del peso al nacer. Hay que considerar que en los últimos tres meses de gestación el ternero incrementa su peso en un 85% del correspondiente al nacer. Suministrar muy buena alimentación al vientre durante los dos últimos meses de gestación significa, ante todo, alimentar muy bien al feto, pudiendo incrementar considerablemente su tamaño y aumentar así las probabilidades de distocia. Este factor debe ser considerado con mayor detenimiento en vaquillonas preñadas (Rovira, 1996).

El crecimiento normal del feto posee un patrón exponencial, como se observa en la Figura 4, del mismo modo, el útero y la placenta también poseen este patrón de crecimiento (Ferrell et al., 1976; Prior and Laster 1979, citados por Feed Industry Red Book 1997), el cual precede al crecimiento fetal. La influencia de la nutrición de la madre en el desarrollo del feto es complicada pero el hecho que el feto pueda ser subalimentado cuando la madre accede a una buena alimentación, está relacionado a un inadecuado tamaño y funcionamiento de la placenta incapaces de cubrir la demanda fetal. Contrariamente, cuando es la madre que sufre la subalimentación, el sistema madre-placenta, debe compensar, de manera de que la subnutrición fetal sea mínima (Bassett, 1986, 1991 citado por Feed Industry Red Book, 1997).

**Figura 4- Crecimiento fetal según días de gestación (tomado de NRC, 1996)**



En estado de gestación avanzada cuando el feto presenta un mayor crecimiento que la placenta, el consumo de energía por el útero-placenta se iguala a la del feto. En este momento la glucosa utilizada por útero-placenta es el 70% de la utilizada por el útero grávido. Esto hace que el metabolismo maternal se incremente, para soportar los requerimientos de la preñez (Kleiber, 1961; Ferrell y Reynolds, 1987 citados por NRC 1996).

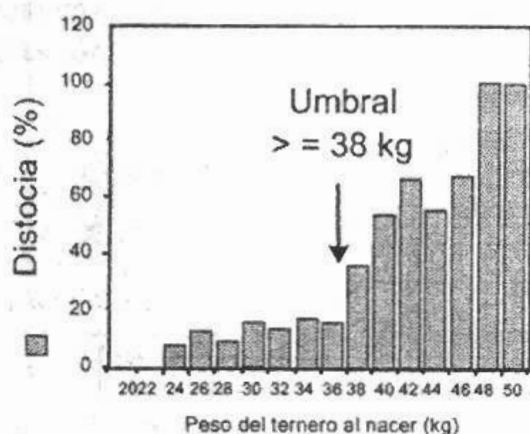
Existen diferentes factores que afectan la dificultad al parto, entre ellos, peso y sexo del ternero, relación peso del ternero/peso de la vaca, forma y posición en que se presenta el ternero al parto, peso y estado de la hembra, nivel nutritivo y raza y genotipo del toro. Estos factores se pueden agrupar en dos clases: a- los que afectan el tamaño y la forma del ternero y b- aquellos que afectan la habilidad de la madre para parir. Estos y sus interacciones son los que determinan la distocia.

El parto distócico puede ser minimizado a través del manejo, controlando factores genéticos y ambientales, ya que gran parte de las pérdidas (57.4%) ocurridas entre el nacimiento y el destete, se dan en las primeras 24 horas posparto (Anderson 1991, citado por Mautner y Torrents, 1992).

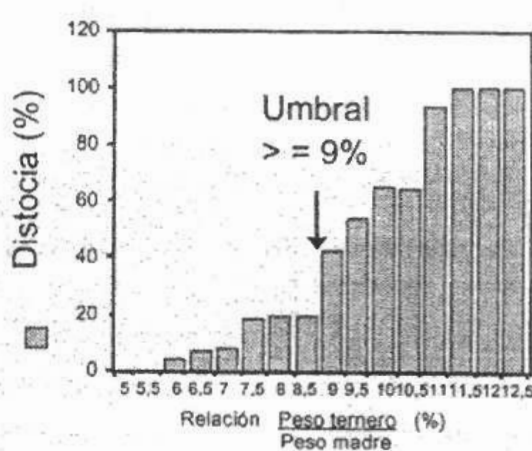
Pang et al. (1993) citado por Rovira (1996), han confirmado el incremento de distocias asociado a aumentos al peso al nacer y en la relación entre el peso del ternero al nacer y el peso de su madre. Sin embargo estas relaciones no son de tipo lineal, ya que una vez superados ciertos umbrales, la incidencia de las dificultades al parto aumentan dramáticamente, como se observa en las Figuras 5 y 6.

**Figura 5- Relación entre el peso al nacer del ternero y disticia**

(Tomadas de Rovira, 1996)



**Figura 6- Relación entre el cociente peso al nacer/peso de la madre y disticia**



Bellows et al. (1979) citado por Rovira (1996), indican que un aumento de 10 minutos más en el trabajo de parto incrementó el intervalo parto-primer celo en 2 días, redujo en un 7% el número de vientres en celo en los primeros 21 días de entore y disminuyó el porcentaje de vacas preñadas en un 6% en 45 días de inseminación artificial.

Durante los dos últimos meses de gestación, se produce un fuerte incremento de los requerimientos de energía necesarios para el crecimiento del feto, llegando estos a ser de una magnitud del orden del 70 al 75% del total requerido para este proceso. Si la vaca llega a este período en una condición corporal deficiente, el peso del ternero al nacimiento, el vigor, y la sobrevivencia de éste se podrán ver reducidas (Feed Industry Red Book, 1997).

Según Johnson y Evans (1991), el nivel de parición del siguiente año, se corresponde en gran medida con el grado en que fueron cubiertos los requerimientos nutricionales de las vacas en el último tercio de gestación del presente año. La viabilidad y la vitalidad de los terneros dependen del *status* nutricional de la vaca en dicho período.

Vacas subalimentadas con energía en los meses previos al parto producen menos calostro, menos leche, pueden presentar efectos dramáticos en mortalidad, morbilidad y en el crecimiento del ternero. El factor más importante en prevenir la mortalidad neonatal es asegurar que el ternero reciba la adecuada cantidad y calidad de calostro lo antes posible luego del parto. De lo contrario, las pérdidas de terneros se verán incrementados debido a la exposición de éstos a agentes patogénicos (Spitzer, 1986 citado por Johnson y Evans, 1991).

En el Cuadro 21 se observan los efectos sobre la sobrevivencia, el porcentaje de partos asistidos, y el peso en diferentes momentos de terneros, hijos de vientres que sólo recibieron el 70% de sus requerimientos de energía durante los últimos 100 días de gestación.

**Cuadro 21- Efecto del nivel de energía preparto sobre la productividad de las vacas (adaptado de Johnson y Evans., 1991)**

	Nivel energético bajo	Nivel energético Elevado
	Continuo	30 días preparto
<b>Peso de terneros al parto (kg)</b>	26.78	30.42
<b>Sobrevivencia de terneros (%)</b>		
<b>Al parto</b>	90.50	100
<b>Al destete</b>	71.40	100
<b>Partos asistidos (%)</b>	52.00	33.40
<b>Producción de leche (kg)</b>	4.10	5.50
<b>Peso de terneros al destete (kg)</b>	133.50	145.30

Bajos niveles energéticos 30 días preparto redujeron el peso del ternero, la sobrevivencia y el peso al destete (Corah 1975, citado por Johnson y Evans, 1991).

Como se observa en el Cuadro 22, la proteína requerida es dramáticamente afectada por el nivel de producción. Dichos requerimientos son bajos durante el período medio de gestación, incrementándose levemente mientras se acerca el parto, y prácticamente duplicándose luego del mismo (Corah citado por Johnson y Evans 1991).

**Cuadro 22- Requerimientos diarios de proteína según período del año para una vaca de 500 kg que produce 6.81 kg de leche (adaptado de Johnson y Evans., 1991)**

	Período 1 80 días posparto	Período 2 125 días de preñez, gestación media y lactando	Período 3 110 días preparto	Período 4 50 días preparto
<b>Proteína (g/día)</b>	1044.2	862.6	635.6	726.4

Severas deficiencias energéticas y proteicas han resultado en marcadas reducciones de los pesos de los terneros al nacer (Hight 1966, Tudor 1972 citado por Feed Industry Red Book, 1997) y demás efectos antes mencionados. A la inversa, sobrealimentación durante la preñez puede resultar en menores pesos de los terneros al nacer, mayor mortalidad de terneros al parto, incrementos en distocia y menor

producción de leche como así también menor performance reproductiva en el próximo entore (Arnet et al. 1971, Robinson 1977 citados por Feed Industry Red Book, 1997).

Marston et. al. (1992) y Marston et. al. (1993), comparando dietas energéticas, proteicas y la combinación de ambas, pre y posparto en vacas de cría Hereford y cruza Hereford x Angus en último tercio de gestación, que se encontraban pastoreando campo natural, no obtuvieron diferencias significativas en el peso al nacer de los terneros, independientemente de las dietas utilizadas como tratamientos.

Sin embargo en un estudio realizado por Marston et. al. (1995), utilizando hembras Hereford y cruza Hereford x Angus, con el objetivo de determinar los efectos del nivel de energía y proteína antes y después del parto, se suministró preparto como suplemento proteico: harina de soja a razón de 2.44 kg/an/día (40% de PC), y como suplemento energético 1.22 kg/an/día de cascara de soja (20% de PC). Se observó que terneros hijos de vacas que consumieron la dieta energética durante la gestación, pesaron 1 kg más al parto que los terneros hijos de vacas suplementadas con proteína ( $P<0.03$ ). y obtuvieron mayores ganancias de peso (6 kg) desde el parto hasta el destete ( $P<0.06$ ). Los resultados se presentan en el Cuadro 23.

**Cuadro 23- Efectos de la suplementación sobre terneros de pariciones de primavera (adaptado de Marston et al., 1995)**

	Suplementación	
	Proteica	Energética
<b>Producción de leche (kg/d)</b>	6	6
<b>Peso de terneros al parto (kg)</b>	37	38
<b>Peso de terneros corregidos al 20 de abril (kg) (*)</b>	31	33
<b>Ganancia de peso desde el 20 de abril hasta el destete (kg)</b>	123	127

(\*)Peso ajustado por: edad de la madre, fecha de parto y sexo del ternero

Fike et al. (1995), suplementaron vacas Aberdeen Angus y cruza A. Angus x Hereford, en etapa avanzada de gestación, con 2 kg/an/día de un suplemento que difería en el contenido de proteína: baja proteína (12% de PC), moderada proteína (20.1% de PC) y alta proteína (31.7% de PC), esta suplementación se realizó sobre una dieta base que consistía de un campo natural (con una altura del forraje al inicio del experimento de 7.6 cm), complementado con paja de trigo. A éstas se las comparó con un grupo testigo que solo accedió a la dieta base, observándose la performance reproductiva de la vaca así como también los efectos en los terneros.

Como se puede apreciar en el Cuadro 24 el peso de los terneros al nacer y la ganancia diaria promedio de peso, no fueron influenciados sustancialmente por ninguno de los tratamientos.

**Cuadro 24- Influencia de la suplementación sobre el peso de terneros al parto, peso al destete, y ganancia diaria promedio (adaptado de Fike, 1995)**

	<b>TRATAMIENTOS</b>			
	<b>Control</b>	<b>Baja proteína</b>	<b>Media proteína</b>	<b>Alta proteína</b>
<b>Peso al nacer (kg)</b>	38.7	39.1	39.1	39.3
<b>Peso al destete (kg)</b>	249	246	243	249
<b>Ganancia diaria promedio (kg)</b>	0.96	0.95	0.94	0.95

En el experimento realizado por Lemenager et al. (1987), descrito anteriormente (item 2.2.4), la dieta con bajo nivel energético (BE) preparto (70% de los requerimientos para mantenimiento), causó que el peso vivo de los terneros desde el nacimiento a los 105 días de vida fuese menor que el peso de los terneros hijos de aquellas vacas que recibieron una dieta que cubría el 100% de los requerimientos para mantenimiento (E.M.) hasta el parto. Si bien la diferencia no fue significativa desde el punto de vista estadístico, esta tendencia también fue observada a los 205 días, obteniendo terneros de mayor peso en las vacas que recibieron un mayor tenor energético en la dieta preparto. Dietas con mayor contenido energético posparto en vacas, también afectaron la performance del ternero en forma similar. Vacas que recibieron BE posparto tuvieron terneros más livianos a los 60 y 105 días, esta tendencia a pesar de no ser estadísticamente significativa fue observada también a los 205 días. Cuadro 25.

**Cuadro 25- Efecto del consumo de energía por vacas en los pesos de los terneros (tomado de Lemenager, 1987)**

	<b>Preparto</b>		<b>Postparto</b>	
	<b>B. E.</b>	<b>E. M.</b>	<b>B. E.</b>	<b>A. E.</b>
<b>Peso de terneros (kg)</b>				
<b>Al nacimiento</b>	34.7	39.0	--	--
<b>60 días</b>	103.0	113.1	100.9	115.2
<b>105 días</b>	128.0	144.7	128.8	144.0
<b>205 días</b>	205.7	220.9	207.9	218.7

**B.E.:** baja energía (70% de ENm); **E.M.:** energía de mantenimiento (100% ENm); **A.E.:** alta energía (130% de ENm)

## **2.3- CONDICION CORPORAL**

### **2.3.1- Generalidades**

La utilización de escalas numéricas para clasificar los vientres según su estado corporal ha demostrado ser una herramienta muy útil para el mejor manejo de los mismos. Es requisito fundamental que su aplicación sea sencilla. Para ello, las características a observar que determinan los diferentes puntajes a adjudicar, deberán ser bien definidas y fácilmente apreciables. De esta forma se busca disminuir al máximo los aspectos subjetivos que decisiones de este tipo pueden llevar implícitos.

La gran virtud de clasificar los vientres por su estado corporal a través de un puntaje, es que es independiente del estado fisiológico, tamaño y raza de los animales (Rovira, 1996). El peso vivo como parámetro, se ha comprobado que tiene una correlación muy variable con el nivel de reservas corporales (Dennis y Spott, 1990; Kunkle et al., 1994), esto significa que la estimación de peso a partir del estado (o viceversa), para un determinado animal, es muy poco precisa. Esto trae aparejado los siguientes problemas:

- En rodeos donde existen diferentes razas, el peso vivo está más afectado por el tamaño del animal que por sus reservas corporales (Orcasberro et al., 1987; Orcasberro et al., 1988). Sin embargo Ritchie et al.(1992),afirman que vacas cruzas entre razas carniceras con razas lecheras, pueden tener una condición corporal tan baja como vacas de razas carniceras y aún así exhibir una performance reproductiva comparable. Esto es presumiblemente factible debido a que su contenido de grasa subcutánea es menor que la que generalmente presentan las razas carniceras, aunque presentan un mayor contenido de grasa de cobertura de corazón, riñonada y pélvica.
- El peso vivo se ve afectado por el llenado del tracto digestivo debido a la variación diaria que existe en el nivel de alimentación. Por cada kilogramo de MS ingerido, puede haber hasta cinco quilos extra de contenido ruminal.
- Las vacas preñadas normalmente ganan peso debido al desarrollo del feto y no por el aumento de sus reservas (Orcasberro et al., 1987; Orcasberro et al, 1988).
- El peso vivo de vacas de razas carniceras puede aumentar con la edad del animal, al aumentar su tamaño hasta los cinco años de edad, sin embargo la condición corporal (al no verse afectada por la variación de tamaño del animal), puede no presentar cambios apreciables (Mortimer et al.,1991).

La condición corporal a pesar de ser un parámetro subjetivo, ya que estima el nivel de reservas corporales mediante apreciación visual o por palpación del grado de cobertura tisular de ciertas zonas anatómicas de la vaca, no está condicionada por los

factores mencionados para el peso vivo y muestra una buena correlación con parámetros objetivos como espesor del tejido graso subcutáneo, concentración de metabolitos sanguíneos, diámetro de las células adiposas, parámetros estos, que debido a la compleja y costosa infraestructura que requieren no han podido ser utilizados en los sistemas de producción (García Paloma, 1990).

La mejor manera de monitorear un programa nutricional es por medio de los cambios de peso vivo y condición corporal. Sin embargo la medición del peso vivo no es práctico para algunos sistemas de producción, por lo cual se puede hacer monitoreando únicamente condición corporal (Short et al., 1990).

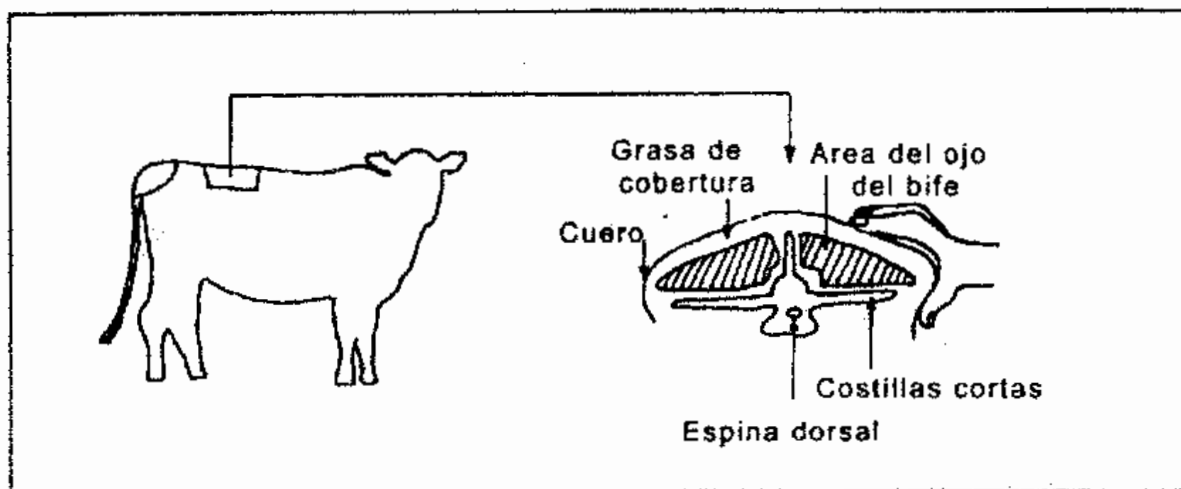
La condición corporal es afectada por muchos factores como dotación, base forrajera, manejo de la pastura, fecha de parto, edad del ternero al destete, suplementos, genética, parásitos y enfermedades entre otros. Es acumulativa a lo largo del año por lo que es esencial que los vientres reciban niveles alimenticios adecuados antes y después del parto (Scaglia, 1996).

### **2.3.2- Desarrollo de la Escala de Condición Corporal**

Según Orcasberro (1997), en las últimas dos décadas se han desarrollado numerosas escalas de clasificación de estado corporal en bovinos. Estas se basan en:

- la palpación de algunas zonas del animal (el lomo- apófisis espinosas y apófisis transversas- y el área de inserción de la cola; The Scottish Agricultural College, 1978)
- la palpación y la apreciación visual (Wernli et al., 1984)
- sólo apreciación visual del animal (Earle, 1976; Houghton et al., 1990)

**Figura 7 - Regiones a observar y palpar para determinar grado de Condición Corporal (tomado de Scaglia, 1997)**





Las escalas difieren, además, en el número de categorías que consideran.

En Uruguay se adaptó, para vacas Hereford, una escala de clasificación de estado corporal por apreciación visual, que fue la desarrollada para ganado lechero por Earle (1976). La escala consta de ocho categorías, donde 1 es el animal muy flaco y 8 es el extremo opuesto. La descripción y visualización de esta se observa en la Figura 8 y Cuadro 26.

**Figura 8 -Escala del 1 al 8 de Condición Corporal utilizada en Uruguay. Los grados 7 y 8 no aparecen en la figura (tomado de Scaglia, 1997)**



Esta escala fue evaluada en condiciones locales y mostró ser precisa y de fácil aplicación. Diferentes observadores asignan puntajes muy similares a un mismo animal (repetibilidad = 0.80) y un mismo observador es consistente en las clasificaciones que asigna (reproductibilidad = 0.69). A esto hay que agregar que el entrenamiento de observadores sin experiencia es muy rápido y que tiene la ventaja, frente a las escalas que emplean palpación, de que los animales pueden ser apartados en el campo, sin necesidad de trasladarlos a los corrales (Orcasberro, 1997).

**Cuadro 26- Descripción de la escala de condición corporal (tomado de Scaglia, 1997)**

Grado CC	Características	Definición General	Clasificación Industrial
1	Ausencia total de grasa. Las costillas cortas se palpan fácilmente. Espinazo y costillas largas muy marcados. Huesos de la cadera prominentes. Inserción de la cola bien hundida.	Extremadamente flaca	Conserva baja
2	Mismas características que el grado anterior pero no tan extremas. No hay grasa en las costillas cortas ni alrededor de la cola. Los huesos de la cadera aparecen levemente redondeados. Espinazo menos marcado.	Muy flaca	Conserva media
3	Aparece levemente tejido graso, que se nota al palpar las costillas cortas. También algo aparece en la región de la cola, huesos de la cadera, pero el espinazo y las costillas aún se notan.	Flaca	Conserva alta
4	Evidente deposición de grasa subcutánea. Las costillas cortas se notan se notan ejerciendo cierta presión. Las costillas largas ya se notan. Grasa limitada alrededor de la cola.	Moderada liviana	Manufactura baja
5	Cobertura homogénea de grasa subcutánea. Huesos de la cadera redondeados y bien cubiertos. Inserción de la cola llena. Las costillas cortas sólo se palpan con presión firme.	Moderada	Manufactura
6	Lomo bien plano. Huesos de la cadera se destacan ligeramente. Cubierta el área de inserción de la cola. Las costillas cortas ya no se palpan.	Optima	Abasto de segunda
7	Notoria y abundante acumulación de grasa subcutánea. Lomo y anca bien redondeados. Área de inserción de la cola completamente cubierta, pero sin polizones de grasa.	Gorda	Abasto de primera
8	Acumulación extrema de grasa subcutánea en todo el cuerpo. Abundante grasa en torno a la inserción de la cola. Polizones.	Muy gorda	Gorda especial

Según Corah (1989), la variación en un punto de la escala de condición corporal (escala de 9 puntos) representa una variación en el peso del animal que varía entre 50 a 80 lbs. (22.5 a 36 kg), llegando como mucho a 100 lbs. (45 kg). A partir del análisis de los registros de vacas Hereford de las Estaciones Experimentales de la Facultad de Agronomía, se determinó (para escala de 8 grados) que cada unidad de estado corporal

equivale a 25 kg de peso en el intervalo de categorías 2 a 6, que son las que normalmente se encuentran en los rodeos de cría (Orcasberro, 1997).

Frente a la limitante de no contar con una única escala de condición corporal, surgió la necesidad de contar con tablas de equivalencias como por ejemplo, la presentada por Rovira (1996), entre las escalas de 1 a 8 y de 1 a 5. (Cuadro 27).

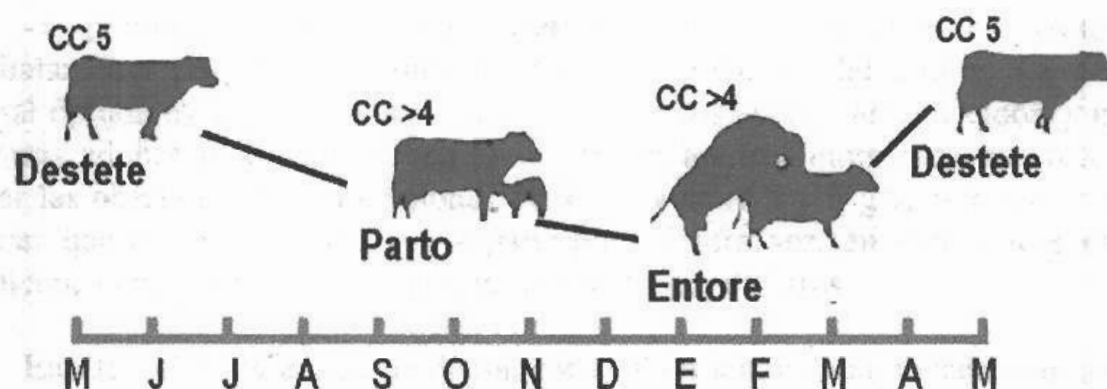
**Cuadro 27- Equivalencia entre escalas (tomado de Rovira, 1996)**

Escala	1	2	3	4	5	6	7	8
1 al 8								
Escala	1.6	3.2	4.8	6.4				
1 al 5	1	2	3	4	5			

### 2.3.3- Condición Corporal , Nutrición y Manejo del Rodeo de Cría

Como se muestra en la Figura 9, la escala de condición corporal permite la evaluación en momentos claves (destete, 90 días pre parto, al parto e inicio de entore) para definir la estrategia de alimentación y manejo futuro. Para obtener altos porcentajes de preñez (mayores al 80%), las vacas deben llegar con la siguiente condición corporal (escala 1 a 8) a lo largo del año (Scaglia, 1996; Pigurina et al., 1996).

**Figura 9- Manejo recomendado para vacas de cría según grado de Condición Corporal (tomado de Scaglia, 1997)**



En Uruguay, gran parte de los vientres necesitan de un mayor grado de condición al parto y al entore para mejorar la performance reproductiva (Scaglia, 1997). La baja fertilidad de las vacas se debe principalmente a que tienen un período de anestro

muy prolongado después del parto, lo cual determina que, en muchos casos, no presenten celo durante el entore siguiente, y por lo tanto queden vacías (Orcasberro, 1997). Esto se debe a la estrecha relación entre la condición corporal al parto y la duración del anestro posparto (o también llamado intervalo parto- primer celo). Al comienzo del entore, entre 60 y 70% de la variación en la condición corporal se debe al estado de la vaca al parir (Scaglia et al., 1997).

La performance reproductiva depende de la alimentación pre y posparto, siendo en la generalidad de los casos, la primera, medida a través de la condición corporal al parto, más importante que las diferencias alimenticias luego de este (Short et al., 1990).

Si bien en los periodos del año correspondientes al pre y posparto es cuando se acepta que los vientres se encuentren en la condición más baja, esta no debería ser nunca inferior a 4, debiéndose priorizar la alimentación de vacas que al momento del diagnóstico de gestación (otoño), se encuentren preñadas. Es posible en esta época mejorar la condición corporal de los vientres ya que la disponibilidad de forraje no debería ser limitante y los requerimientos nutricionales de las vacas aún son bajos (debido a su estado fisiológico, primeras etapas de gestación). El llegar a inicios de invierno (junio) con una condición corporal igual a 5, permitiría la movilización de reservas que normalmente tiene lugar durante el invierno (gestación avanzada), sin que se afecte el desarrollo fetal ni se comprometan demasiado las reservas energéticas para llegar al parto con condición corporal igual a 4 (Scaglia, 1996; Pigurina et al., 1996; Orcasberro, 1997).

Según Rovira (1996), son tres los momentos claves en el año en los que se debe clasificar los vientres de acuerdo a su condición corporal, a fin de poder llevar a cabo un manejo diferencial acorde a su *status* nutricional:

-1) previo a la entrada del invierno, -2) dos meses antes del parto, y 3)- inmediatamente posparto, lo antes posible del comienzo del entore. La condición corporal óptima es mayor que la recomendada por los autores antes citados, y entiende que vacas adultas multíparas deben presentar, en los tres momentos que recomienda realizar las observaciones, condiciones de: 6, 4 y entre 5 y 6 grados respectivamente. Mientras que en vientres que van a parir por primera vez, en dichos momentos, se recomienda entre 0.5 y 1 grado más que los vientres multíparas.

En EE.UU. la escala de condición corporal normalmente utilizada es la que va de 1 (extremadamente flaca) a 9 (extremadamente gorda), (Corah, 1989; Lusby, 1990; Lemenager et. al., 1991; Odde y Snelling, 1991; Vesperat, 1991; Boyles et. al., 1992; Rae, 1992; Selk, 1992; Kunkle et. al., 1994), siendo el grado 5 el óptimo. Este es definido como condición moderada, en el cual se palpa grasa sobre las costillas, se siente mullida y se palpa grasa en todo el cuerpo. Este grado debería ser el óptimo a lograr al momento

del parto en vacas adultas, mientras que en vaquillonas debe lograrse que estas lleguen al parto con una condición de 5.5 ó 6, para compensar el mayor tiempo que esta categoría necesita entre el parto y la próxima concepción (Corah, 1989, citado por Vesperat et al., 1991).

Según Ritchie et al. (1992), la condición óptima al parto debería ser de 5 a 6 (escala de 1 a 9) en vacas adultas, estos resultados son avalados por estudios realizados en la Universidad de Oklahoma State y otras, para lograr índices de preñez del orden del 90%, en un rango de 80 días posparto. Por lo tanto hay que considerar que las vaquillonas deberían presentar condiciones mayores a las antes mencionadas para obtener performances reproductivas deseables. Los datos que avalan estas aseveraciones, son presentados en el Cuadro 28.

**Cuadro 28- Condición corporal (\*) y performance reproductiva en vacas de carne (adaptado de Ritchie et. al., 1992)**

	CONDICION CORPORAL AL PARTO			
	4	5	6	7
Porcentaje de preñez los. 20 días de entore	4	15	36	65
Porcentaje de preñez los. 60 días de entore	24	51	69	87

(\*) Escala de 1 a 9

Para que un vientre vuelva a parir en un plazo de un año, el intervalo parto-concepción no debe ser superior a 83 días. Para lograr este objetivo la condición corporal al parto deberá ser cercana a 5 (en la escala 1-8), de esta manera el primer estro será cercano a los 40 días posparto y para su segundo celo los toros ya estarán trabajando. En rodeos con buen manejo nutritivo a los 40 días posparto alrededor del 50% de los vientres ya tendrían que haber manifestado celo y a los 70 días pos parto prácticamente la totalidad (Rovira, 1996).

En el Cuadro 29, resultados obtenidos en INIA Treinta y Tres (promedio de dos años) e INIA Tacuarembó (promedio de cuatro años) demuestran claramente esta tendencia (Scaglia, 1996).

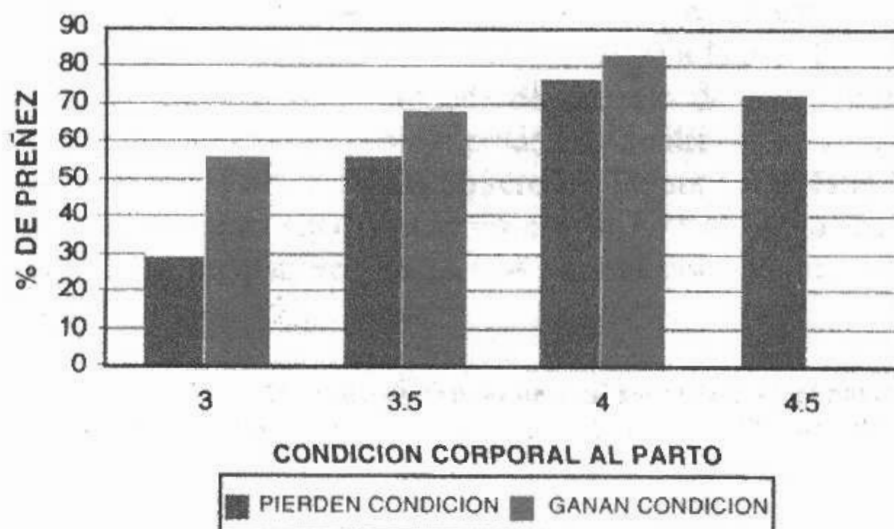
**Cuadro 29- Efecto de la CC al inicio del entore en el % de preñez (Tomado de Scaglia, 1996)**

	C.C. Al Inicio del Entore				
	2	3	4	5	6
U.E. Palo a Pique (TyT)	10	35	74	93	98
U.E. La Magnolia (Tbó)	11	32	70	94	96

Si bien vacas subalimentadas requieren de un período de tiempo mayor para concebir, la obesidad también causa problemas, sobre todo en vaquillonas provocando dificultades al parto debido al exceso de grasa pélvica y perivaginal que dificulta el pasaje del feto a través del canal de parto (Boyles et al., 1992; Rovira, 1996).

Según Scaglia (1997), la condición corporal es dinámica, ya que se obtienen mejores resultados de preñez cuando las vacas de cría, a igual condición corporal a inicio del entore, llegan ganando estado desde el parto, en comparación con aquellas que pierden estado en el mismo período. Los resultados obtenidos en este sentido en dos años consecutivos en la U.E. de Palo a Pique (INIA Treinta y Tres), son los que se observan en la Figura 10.

**Figura 10- Efecto de la variación de la Condición Corporal en el período parto inicio de entore sobre el porcentaje de preñez (tomado de Scaglia, 1997)**



En un estudio llevado a cabo por Lemenager (1987), utilizando una escala de condición corporal de 5 puntos (Odhuba et al., 1990; Lemenager et al., 1991), se evaluó el efecto combinado de la condición al parto con el cambio de la misma al inicio del entore (Cuadro 30).

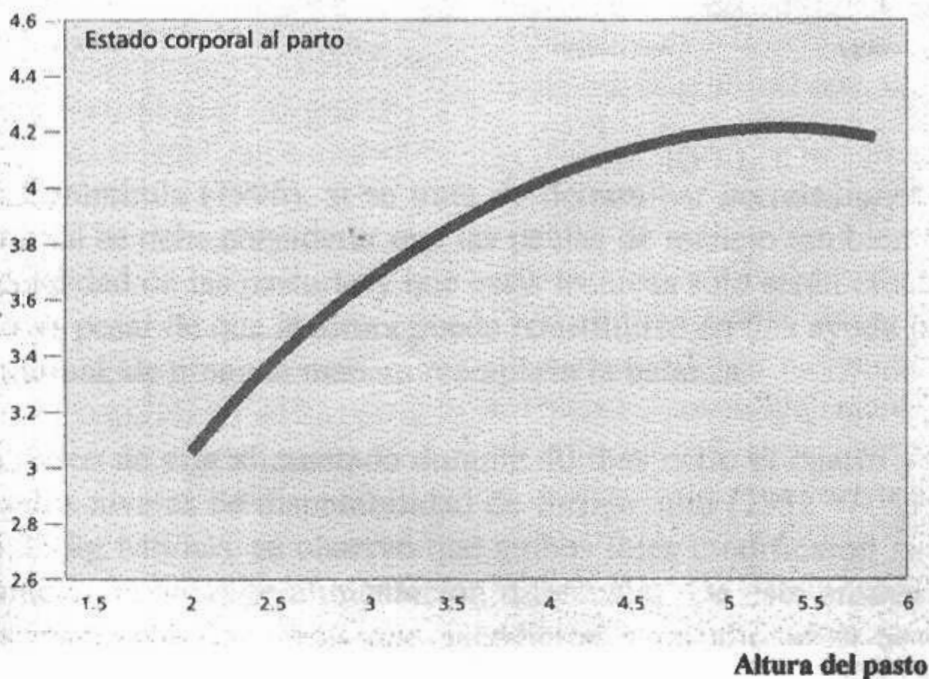
**Cuadro 30- Efecto del cambio en la condición corporal postparto en el porcentaje de preñez (tomado de Lemenager, 1987)**

Condición Corporal	Preñez (%)
< o = 3 y decreciendo	69
< a 3 e incrementando	100
3 y manteniendo	100
> a 3 y decreciendo	94
> o = 3 e incrementando	75

Como se observa en el Cuadro 30, vacas flacas al parto que pierden condición en el posparto, muestran un bajo porcentaje de preñez (69%) frente a otras vacas ( $P<0.01$ ). En contraste vacas flacas al parto que ganan condición y vacas con condición moderada que mantuvieron condición posparto mejoraron los porcentajes de preñez (100%). Por otro lado vacas que estaban en condición moderada a gordas (mayor o igual a 3) al parto y ganaron condición en el posparto, presentaron una menor performance reproductiva, siendo su porcentaje de preñez del orden del 75% ( $P<0.05$ ), que vacas que estaban en excesiva condición corporal (mayor a 3) y perdieron peso en el posparto (94% de preñez). Esta información demuestra la importancia de tener vacas en la óptima condición corporal.

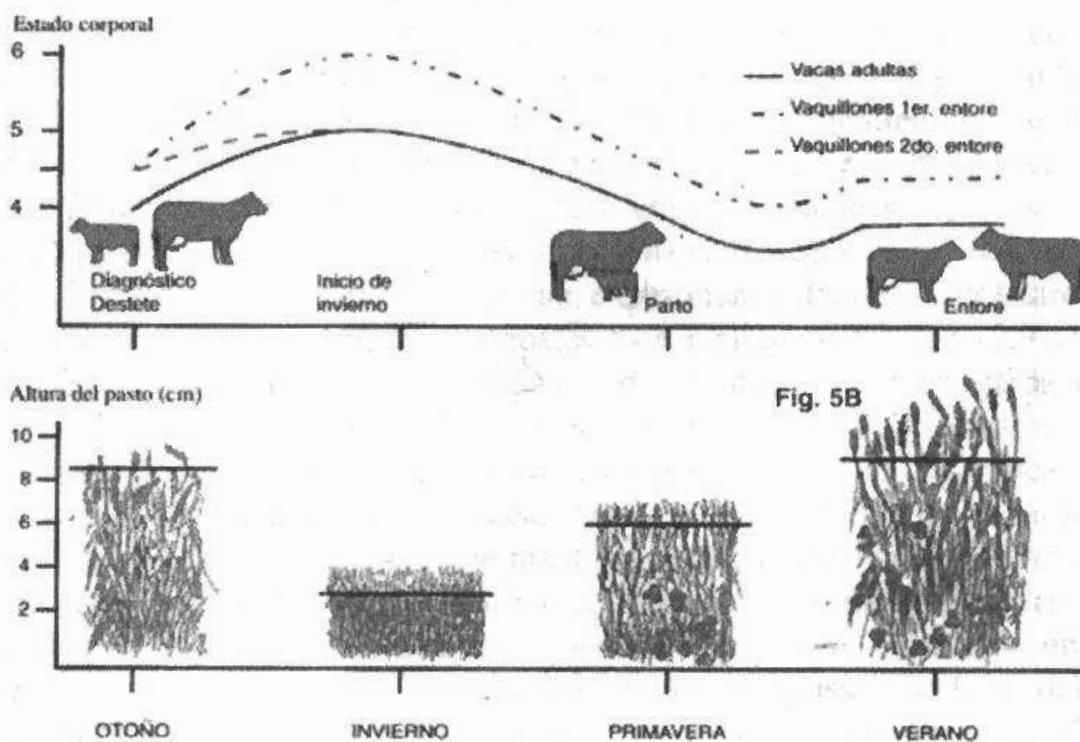
Trujillo et al. (1996) citado por Orcasberro (1997), llevaron a cabo trabajos con el objetivo de estimar como influye la disponibilidad (medida como altura) del forraje del campo natural en tres diferentes momentos del año, los cuales coincidían con los siguientes estados fisiológicos: preñez temprana, preñez avanzada, y lactancia de vacas de razas carniceras con pariciones de primavera, sobre el estado corporal y el comportamiento reproductivo de dichos vientres. Se llegó a la conclusión que el estado corporal varía con la altura (disponibilidad) del forraje de los potreros en que se encuentran las vacas, por lo tanto es posible predecir y controlar la evolución del estado de las mismas según la altura del pasto del potrero. La Figura 11 muestra la variación en estado al parto de vacas que se encontraban en estado 3.75 en junio (quinto-sexto mes de gestación) y pastorearon potreros de campo natural con distintas alturas hasta el momento del parto.

**Figura 11 - Efecto de la altura del pasto de campo natural sobre la C.C. al parto de vacas en pastoreo durante los últimos 45 días de gestación. (tomado de Orcasberro, 1997)**



Para que estas vacas lleguen al parto en estado 4.0 deberían pastorear un campo natural que tuviera entre 4.0 y 4.5 cm de altura. En la Figura 12, se presenta la evolución del estado corporal recomendado para las vacas y vaquillonas a través del año y la disponibilidad de pasto de campo natural que sería necesaria para lograrlo (Trujillo et al., 1996 citado por Orcasberro, 1997).

**Figura 12- Diagrama que muestra la evolución del Estado Corporal para vacas y vaquillonas a través del año y la altura del pasto de campo natural necesaria para lograrla (tomada de Orcasberro, 1997).**



Según Carámbula (1996), si se trata de determinar correlaciones entre altura y producción animal se debe considerar que las pautas de manejo también deben tener en cuenta la densidad de las pasturas y que estas técnicas solo serán efectivas si el tapiz es homogéneo. A pesar de que la altura puede constituirse en una ayuda para predecir la performance animal, de ninguna manera reemplaza la balanza.

En un rodeo de cría alimentado durante 40 días entre el cuarto y quinto mes de gestación con dos niveles de disponibilidad de forraje: alto (1352 +/- 531 kg MS/há) y bajo (504 +/- 33 kg MS/há), se observó que ambos lotes modificaron su peso y estado corporal durante el período de alimentación diferencial. De este ensayo se obtuvieron los siguientes resultados: las vacas que accedieron a un alto nivel de disponibilidad



mejoraron su estado en 0.8 unidades y pesaron 34 kg más que las de bajo nivel de disponibilidad. El mejor estado corporal y peso que se logró al finalizar el período de alimentación diferencial, desapareció durante la gestación avanzada. Las vacas que habían sido sometidas a niveles bajos de disponibilidad de pasto redujeron su condición corporal en 0.14 unidades en el período entre la finalización del tratamiento y el parto, mientras que las vacas que accedieron a mayor disponibilidad de pastura redujeron su condición corporal en 1.08 unidades en el mismo período. Las diferencias de peso siguieron la misma tendencia, ya que se constató pérdidas del orden de 31 y 72 kg al momento del parto respectivamente (Orcasberro et al., 1990)

Los menores requerimientos energéticos invernales que se registran en vacas con mayor condición corporal, han sido atribuidos a un alto nivel de reservas energéticas y mayor aislamiento contra pérdidas de calor provenientes de capas de grasa subcutánea. Debido al valor aislante de la grasa y su bajo requerimiento de mantenimiento, las vacas más gordas pueden tener requerimientos energéticos menores que vacas flacas, sugiriendo que la manipulación de la condición corporal puede ser económicamente importante. Analizando los requerimientos nutricionales de los vientres según la raza o cruce a que pertenezcan, se llevó a cabo un experimento donde se utilizaron vacas Angus x Hereford y Angus x Holando las cuales fueron alimentadas con 12.9 a 18 Mcal de EM/an/día. Los cálculos de requerimientos de mantenimiento en vacas flacas y gordas dentro de cada tipo racial indicaron que las más gordas de la cruce Angus x Hereford tenían 6.1% menos requerimientos energéticos que las vacas flacas. Tendencias opuestas ocurrieron con las vacas Angus x Holando, donde las vacas gordas tenían un 2.7% más de requerimientos de mantenimiento. El análisis de regresión de la energía retenida por las vacas con el peso metabólico, la grasa y proteína corporal para las cruces arriba mencionadas, indicaron que el peso vivo explicaba en menor proporción la variación en energía retenida que el peso de grasa o proteína del cuerpo vacío, explicando estas el 75% de la variación para Angus x Hereford y el 32% para Angus x Holando (Reid y Robb, 1971; Thompson et al., 1983 citados por Mautner y Torrents, 1992).

Según Wagner et al., (1985), el efecto de la pérdida de peso así como de los cambios que se producen en la condición corporal de las vacas durante el invierno, está estrechamente relacionado a la condición corporal que presenten los vientres antes de la entrada de dicha estación. Esta afirmación fue comprobada a través de un trabajo llevado a cabo con 64 vacas Hereford y Angus, que se encontraban preñadas al inicio del invierno (parición de primavera), las cuales pastoreaban un campo natural y además se les suplementó con 1.36 kg/an/día de harina de soja desde fines de otoño hasta el parto. La condición corporal al inicio variaba entre 4 y 7 (en la escala de 1 a 9). La pérdida de peso invernal fue de 42.4 kg (en promedio) y la pérdida de condición corporal fue del orden de 0.94 unidades. Las vacas que entraron al invierno en mejor estado tendieron a

perder más peso por punto de condición corporal ( $P < 0.10$ ) que vacas que presentaban menor estado en dicho momento, la magnitud de la diferencia de la pérdida fue del orden de los 11 kg/unidad de condición corporal.

### **2.3.4-Condición Corporal y Fisiología Reproductiva**

El manejo de un rodeo de cría bajo condiciones de pastoreo durante todo el año, determina que en algunos momentos los vientres puedan perder peso y en otros tengan que recuperar peso perdido (dentro de márgenes razonables). En este manejo normal las pérdidas de peso invernal son lógicas, así como la inmediata recuperación en el período parto-entore (Rovira, 1996). Según Graham (1975) citado por Mautner y Torrents (1992), vacas Hereford que presenten una condición corporal entre 3.5 y 4 (en la escala de 1 a 5), pueden perder una cantidad sustancial de peso luego de parir sin afectar su performance reproductiva.

Un animal privado de alimento, continúa necesitando energía para las funciones vitales indispensables (trabajo mecánico, síntesis de constituyentes orgánicos, etc.) y esta energía la obtiene a partir del catabolismo de las reservas corporales, en primer lugar del glucógeno y luego de las grasas y proteínas. Dejen et al. (1980) citados por Mautner y Torrents (1992), concluyeron que la disminución de los componentes sólidos del cuerpo de la vaca se da como consecuencia de una movilización de los tejidos de reserva para atender los requerimientos energéticos del desarrollo fetal.

El factor nutricional más importante que afecta la eficiencia reproductiva en bovinos es la energía. Los eventuales niveles subóptimos de proteína actúan a través de la reducción del consumo voluntario. Los niveles de alimentación pueden provocar efectos en la hembra desde edades muy tempranas.

Los niveles bajos de alimentación en el preparto son más importantes en vaquillonas que en vientres adultos, ya sea por la longitud del anestro postparto, el porcentaje de celos al comienzo del entore y el porcentaje de preñez al final del entore (Geymonat).

La movilización de reservas lleva implícita una previa acumulación de las mismas. En la fase final de gestación para lograr la acumulación de 547 Mcal de EN (equivalente a una unidad de condición corporal en una escala de 1 a 5), con una relación entre EM/EB = 0.35, serían necesarios 1561 Mcal de EM, además de la energía requerida para cubrir las necesidades de mantenimiento y gestación (Osoro, 1989). Wright et al., (1986), concluyeron que la pérdida de una unidad de condición corporal

durante el último tercio de gestación equivale a 787 Mcal de EM de la dieta, mientras que para ganar una unidad de condición se requiere 1609 Mcal de EM de la dieta.

Según Randel (1990), un *status* nutricional inadecuado (C.C. menor o igual a 4 en la escala de 9 grados), afecta el normal comportamiento reproductivo de las vacas por mecanismos que controlan la actividad ovárica. Esto se evidencia por que dichas hembras presentan menores pesos ováricos, menor desarrollo de cuerpos lúteos y fluidos foliculares, que vacas que presentaban una condición corporal mayor o igual a 5.

La subnutrición, especialmente las limitaciones energéticas, prolongan el período parto-concepción. El desarrollo de folículos en el ovario y el intervalo parto-celo se demora y el lapso celo y/o primer servicio-concepción se alarga. El conocimiento de los mecanismos a través de los cuales la nutrición ejerce su efecto sobre la reproducción es incompleto. Pese a ello no existe duda en el sentido de que este efecto es mediado por hormonas.

La subnutrición reduciría la secreción de gonadotrofina hipofisaria, habiéndose postulado que una limitada disponibilidad de glucosa deprime la función hipotalámica y por lo tanto la liberación de gonadotrofinas de la pituitaria anterior. Hay además evidencia de que los bajos niveles nutricionales afectan la función ovárica, reduciendo la capacidad de respuesta a los estímulos hormonales normales y limitando la síntesis de esteroides por el cuerpo lúteo (García Tabar, 1983).

En vaquillonas, el consumo de energía postparto afecta la liberación de gonadotrofinas y demora el reinicio de los ciclos. Los niveles basales de LH no se verían afectados, pero sí la frecuencia y la amplitud de las ondas pulsátiles. Los niveles energéticos altos preparto provocan una mayor liberación de LH inducida por la retroalimentación del estradiol, acortando el anestro postparto y alterando las concentraciones plasmáticas de progesteronas y estrógenos. Sería incorrecto esperar respuestas metabólicas similares en individuos sometidos a un tratamiento nutricional, sin considerar las reservas corporales y la necesidad o no de movilizarlas (Geymonat).

### **3- MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1- LOCALIZACION**

Este trabajo fue realizado en la Unidad Experimental Palo a Pique, perteneciente a la Estación Experimental del Este, INIA Treinta y Tres. Dicha Unidad Experimental se ubica a 12 kilómetros de la ciudad de Treinta y Tres sobre la ruta nacional número 19, departamento de Treinta y Tres, República Oriental del Uruguay.

#### **3.2- CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL PALO A PIQUE**

La Unidad Experimental Palo a Pique consta de 895 hectáreas de las cuales la mayor proporción posee suelos de la formación Alférez, con una pequeña proporción de formación Charqueada (47 hás) y formación J. Pedro Varela (lomadas sobre Cristalino, 66 hás).

##### **3.2.1- Suelos**

La formación Alférez, ocupa 309.126 hectáreas en los departamentos de Rocha y Treinta y Tres.

Los suelos dominantes en la Unidad Experimental Palo a Pique son Brunosoles subeútricos lúvicos, y Argisoles subeútricos melánicos abrupticos. El relieve es de lomadas suaves y fuertes con interfluvios aplanados.

##### **3.2.2- Pasturas**

La caracterización de las pasturas de la Unidad Alférez se encuentra detallada en el ítem 2.2.3.1.

### 3.2.3- Características climáticas del período experimental (1998)

Las características climáticas del periodo se detallan en los Cuadros 31 y 32. De estos se destaca que durante los meses de Junio y Julio las precipitaciones y las temperaturas medias y mínimas diarias fueron superiores que los promedios de la serie histórica, así mismo los días con heladas fueron menores.

**Cuadro 31- Característica de las temperaturas del aire de Junio - Julio -Agosto - Setiembre (Roel, 1999 com. pers.)**

	Temperatura Media (°C)				Temperatura Máxima (°C)				Temperatura Mínima (°C)				Número de Días con Heladas			
	J.	J.	A.	S.	J.	J.	A.	S.	J.	J.	A.	S.	J.	J.	A.	S.
<b>Serie Histórica</b>	11.0	10.6	12.2	18.5	16.6	16.2	17.8	19.2	5.4	5.6	6.6	7.9	3.9	4.4	2.0	1.3
<b>1998</b>	11.3	12.3	12.1	13.4	16.5	16.9	17.0	19.0	6.2	7.8	7.2	7.8	1	2	0	0

**Cuadro 32- Características pluviométricas del período experimental (Terra, 1999 com. pers.)**

Precipitaciones en Milímetros								
Junio		Julio		Agosto		Setiembre		
Día	mm.	día	mm.	día	mm.	día	mm.	
8	12.9	1	50.3	3	1.6	2	38.5	
9	16.8	6	33.5	5	4.3	8	1.0	
10	5.8	7	0.8	11	3.5	14	6.8	
11	4.5	20	11.9	24	49.5	26	9.8	
15	1.8	21	0.8	25	40.1			
18	126.6	25	115.7					
<b>TOTAL</b>	<b>168.4</b>		<b>213.0</b>		<b>99.0</b>		<b>56.1</b>	
<b>SERIE HISTORICA</b>	<b>110.0</b>		<b>143.0</b>		<b>100.0</b>		<b>105.0</b>	

## 3.3- EXPERIMENTO

### 3.3.1- Duración del Período Experimental

Previo al comienzo del experimento se llevó a cabo un período de acostumbramiento a las diferentes dietas el cual tuvo una duración de 12 días (11 de junio- 22 de junio).

El trabajo experimental comenzó el día 23 de junio y se extendió hasta el día 15 de setiembre (85 días).

### **3.3.2- Composición del Rodeo**

El rodeo utilizado estuvo constituido por 96 vacas gestantes de la raza Hereford, las cuales fueron clasificadas por edad y condición corporal (escala de 1 a 8) en cuatro tratamientos. De esta forma se evitó que vacas demasiado viejas y vaquillonas de primera cría integraran los tratamientos, como así también vacas que su condición corporal estuviese por encima de 5 ó por debajo de 3.

Estas vacas habían sido entoradas en el período 12/12/97 a 12/2/98, encontrándose al comienzo del experimento en promedio en el día 153 de gestación (tercio medio), y al finalizar el mismo se encontraban en promedio en el día 238 (primer mes del último tercio de gestación).

El peso promedio del rodeo al inicio del experimento fue de 371.6 kg y la condición corporal promedio fue de 3.8.

Se utilizaron 24 vacas en cada tratamiento.

### **3.3.3- Tratamientos**

*Dieta base:* La totalidad del rodeo se mantuvo pastoreando en forma conjunta durante todo el experimento en 2 poteros de campo natural que ocupan 132 hás. (a una dotación de 0.73 U.G./há). La caracterización de la pastura se presenta en el Cuadro 33.

**Cuadro 33- Caracterización del campo natural (Lab. Nutr. Ani. INIA-La Estanzuela)**

Fecha de muestreo	Altura (cm)	MS (kg/há)	MS (%)	DMO (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)
4/6/98	2.85	1319.3	40.50	33.58	9.37	44.47	72.30
6/8/98	2.49	1706.5	38.00	28.15	8.90	45.29	74.28
10/9/98	3.11	1950.0	43.51	31.03	11.02	45.72	73.92

MS: materia seca; DMO: digestibilidad de la materia orgánica;

PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácido; FDN: fibra detergente neutro

Cabe destacar que debido al método de muestreo utilizado (al ras del suelo), la oferta total de forraje (en kg/ha de MS) no sería limitante, sin embargo se supone que la

utilización que los animales pudiesen haber hecho de la misma, fue baja ya que la altura promedio era inferior a los 3 cm.

Los tratamientos se describen a continuación:

Tratamiento (E.G.): consistió en la suplementación con expeller de girasol a razón de 132.22% de los requerimientos promedio diarios de proteína (PC) y 27.84% de los de energía metabolizable (EM) (Feed Industry Red Book, 1997). La suplementación fue realizada en dos períodos, el primero fue desde el día 1 al 44, durante éste se suministró 3 kg/an/día y a partir del día 45 hasta finalizar el experimento, se suministró 2 kg/an/día de expeller. La razón de esta disminución en el nivel de suplementación proteica fue evitar un crecimiento excesivo del ternero, ya que a partir del día 45 en promedio los vientres podrían ingresar en el último tercio de gestación. La rutina de suplementación fue realizada a primera hora de la mañana en comederos individuales, estimándose el consumo por vaca por día a través de la cuantificación del rechazo. Las características nutricionales del suplemento se observan en el Cuadro 34.

**Cuadro 34 -Características nutricionales del expeller de girasol  
(Lab. Nutr. Ani. INIA-La Estanzuela)**

Suplemento	MS (%)	DMO (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	EM (Mcal/kg MS)
<b>Expeller de Girasol</b>	90.33	68.12	34.21	24.12	56.26	1.97

**MS: materia seca; DMO: digestibilidad de la materia orgánica; PC: proteína cruda;  
FDA: fibra detergente ácido; FDN: fibra detergente neutro; EM: energía metabolizable**

Este suplemento presentó gran dificultad inicial a ser consumido, de esta manera se recurrió al humedecimiento del mismo con agua, logrando así que los animales lo aceptaran. Este humedecimiento se realizó durante el período de acostumbramiento y se fue reduciendo gradualmente iniciado ya el período experimental (hasta el día 8). Los rechazos de los primeros 8 días se secaron a estufa de 60° C durante 24 horas antes de ser cuantificados.

Tratamiento (A.A.): consistió en la suplementación con afrechillo de arroz entero a razón de 58.92% de los requerimientos promedio diarios de proteína (PC) y 28.61% de los requerimientos promedio diarios de energía (EM) (Feed Industry Red Book, 1997). En este tratamiento también se redujo el nivel de suplementación de 3 kg/an/día durante los primeros 44 días del experimento a 2 kg/an/día desde el día 45 hasta finalizar. La razón de esta medida fue que la evolución de peso no fue la esperada y además los altos

niveles de rechazo del suplemento hicieron pensar en la posibilidad que ocurrieran trastornos digestivos ya que el nivel de afrechillo de arroz ofrecido superaba el 0.7% del peso vivo promedio de los animales. Los métodos de suplementación y estimación de consumo fueron iguales a los empleados en el tratamiento E.G. Las características nutricionales del suplemento se observan en el Cuadro 35.

**Cuadro 35 - Características nutricionales del afrechillo de arroz  
(Lab. Nutr. Ani. INIA-La Estanzuela)**

Suplemento	MS (%)	DMO (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	EM (Mcal/kg MS)
Afrechillo de Arroz	87.92	67.71	15.67	10.88	28.50	2.08

MS: materia seca; DMO: digestibilidad de la materia orgánica; PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácido; FDN: fibra detergente neutro; EM: energía metabolizable

Tratamiento (A.A.+M.): consistió en la suplementación con 3 kg/an/día durante todo el período experimental con una mezcla en proporciones 2:1 de afrechillo de arroz entero y maíz grano entero, a razón de 80.98% de los requerimientos promedio diarios de proteína (PC) y 37.94% de los requerimientos diarios de energía (EM) (Feed Industry Red Book, 1997). Las características nutricionales del suplemento se observan en el Cuadro 36.

**Cuadro 36- Características nutricionales de la mezcla (2:1) de afrechillo de arroz más maíz  
(Lab. Nutr. Ani. INIA-La Estanzuela)**

Suplemento	MS (%)	DMO (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	EM (Mcal/kg MS)
A. de Arroz + Maíz	83.24	67.73	19.13	11.03	31.56	2.45

MS: materia seca; DMO: digestibilidad de la materia orgánica; PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácido; FDN: fibra detergente neutro; EM: energía metabolizable

Tratamiento (T): este grupo fue el testigo y solo accedió a la dieta base (campo natural).

Durante el experimento todos los tratamientos tuvieron sal mineral *ad libitum*.



## **3.4- DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES**

### **3.4.1- Peso Vivo y Condición Corporal**

Se realizaron pesadas cada 15 días, a primera hora de la mañana, sin ayuno previo durante los 85 días de duración del período experimental. También se registró el sexo y el peso del ternero y el peso de la vaca inmediatamente después del parto.

La condición corporal fue estimada por apreciación visual cada 15 días, coincidiendo con los momentos de pesadas del rodeo. También fue registrada la condición corporal al parto. La escala utilizada consta de 8 categorías (Scaglia, 1997). Se decidió utilizar fracciones de 0.5 puntos para dicha escala.

### **3.4.2- Consumo Diario de Suplemento**

Diariamente a la mañana se encerraban los animales de los tratamientos que recibían suplemento en comederos individuales y luego de identificado el tratamiento al cual pertenecía el animal, se le suministraba el suplemento previamente pesado. Luego de una hora se recogía en forma individual el alimento rechazado para ser pesado posteriormente. Durante este tiempo los animales del tratamiento testigo permanecían en el campo.

Pesando el rechazo, y restando en forma individual éste a la cantidad ofrecida, se obtiene el consumo real diario por animal y a partir de éste el consumo real diario por tratamiento.

## **3.5- DETERMINACIONES EN LA PASTURA**

El muestreo fue realizado en tres momentos: uno, previo al comienzo del experimento (4/6/98), y los otros dos fueron realizados a la mitad del período (6/8/98) y a fines del mismo (10/9/98).

La metodología utilizada fue cortes al ras del suelo con tijera manual, dentro de un área de 0.20 x 0.50 m.. Se tomaron 30 mediciones por fecha de muestreo, determinándose dentro de cada área 10 mediciones de altura del forraje utilizando regla milimetrada. Las muestras fueron pesadas frescas y luego colocadas en estufa de aire a 60 °C durante 48 hs. con el fin de determinar el porcentaje de materia seca.

### 3.6- DETERMINACIONES DE LABORATORIO

Una muestra de cada suplemento (1 kg) y muestras compuestas de la pastura dentro de cada fecha de corte fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela, a fin de realizar las determinaciones de: digestibilidad de la materia orgánica (DMO), contenido de proteína cruda (PC), contenido de fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN).

### 3.7- ANALISIS ESTADISTICO

Los 96 animales fueron clasificados por condición corporal y edad de un total de 183 vacas que componían la totalidad del rodeo, para luego ser asignados al azar a los diferentes tratamientos.

Las variables analizadas fueron peso y condición corporal de la vaca, peso al nacer y sexo de los terneros, según los siguientes modelos:

#### Modelos Estadísticos

$$Y_{ij} = u + t_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$ : variación diaria de condición corporal o peso vivo de inicio a fin del experimento

$u$ : intercepto

$t_i$ : efecto del  $i$ .ésimo tratamiento

$e_{ijk}$ : residuo aleatorio

Se llegó a la ganancia diaria de peso y condición corporal mediante el ajuste de una regresión lineal por vaca y por tratamiento.

$$Y_{ijkl} = u + t_i + CCI_j + PI_k + DGI_l + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ : variación diaria de condición corporal o peso vivo de inicio a fin del experimento

**u**: intercepto  
**t<sub>i</sub>**: efecto del i.ésimo tratamiento  
**CCI<sub>j</sub>**: efecto de la j.ésima variación de condición corporal inicial  
(Covariable)  
**PI<sub>k</sub>**: efecto de la k.ésima variación de peso vivo inicial (Covariable)  
**DGI**: efecto de la l.ésima variación de edad de gestación inicial  
(Covariable)  
**eijklm**: residuo aleatorio

### *Análisis de regresión simple*

$$Y = \alpha + \beta x + e$$

**Y**: variable dependiente  
**α** y **β**: parámetros de la regresión  
**x**: variable independiente  
**e**: error

### *Análisis de regresión múltiple (método Stepwise)*

$$Y = \alpha + \beta x_1 + \gamma x_2 + e$$

**Y**: variable dependiente  
**α**, **β** y **γ**: parámetros de la regresión  
**x<sub>1</sub>** y **x<sub>2</sub>**: variables independientes  
**e**: error

### *Correlaciones*

Se realizaron correlaciones múltiples para cada tratamiento entre las siguientes variables: consumo de proteína cruda (PC); consumo de energía metabolizable (EM); condición corporal inicial (CCI); condición corporal final (CCF); condición corporal al parto (CCP); peso inicial (PI); peso final (PF); peso al parto (PP); peso del ternero (PT).

### *F máxima*

Se realizaron los cocientes entre las varianzas de los tratamientos ( $S^2$ ) para el consumo de proteína cruda (PC) y para el consumo de energía metabolizable (EM).

## **4 - RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1- CONSUMO DE SUPLEMENTOS**

Se consideró el aporte de nutrientes que realizaron los distintos suplementos a lo largo de todo el experimento. El aporte del campo natural no fue considerado ya que no se realizaron determinaciones de consumo de la dieta base.

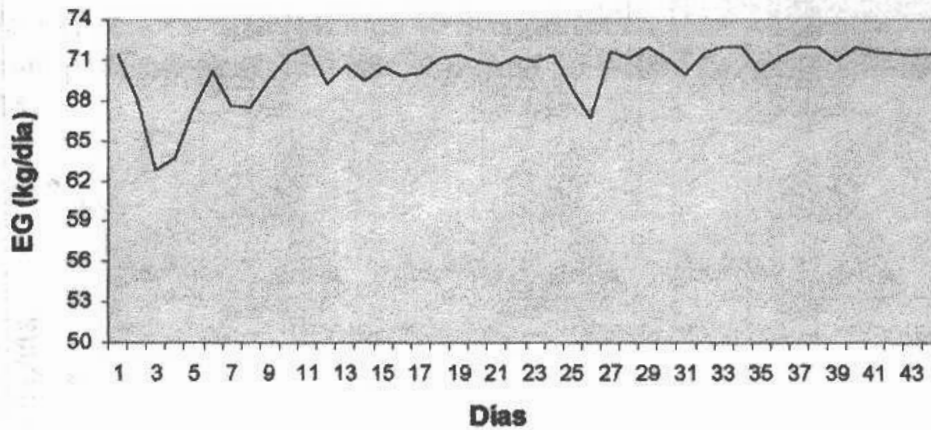
El período experimental fue dividido en dos etapas para los tratamientos (E.G.) y (A.A.). Esta división, para el caso del E.G., se hizo en base al estado de gestación de las vacas y al aporte de proteína que el E.G. cubría del total de los requerimientos de los animales. Se estimó que a partir del día 45 de suplementación, las vacas (en promedio), ingresarían al último tercio de gestación, por lo que se consideró que altos niveles de suplementación proteica favorecerían el crecimiento del feto, pudiendo producir problemas al parto (Bellows et al., 1979; Pang et al., 1993 citados por Rovira, 1996).

Para el tratamiento A.A. la decisión de disminuir de 3 kg./an/día a 2 kg./an/día fue hecha en base a que la evolución del peso de las vacas no fue la esperada. Se consideró además la posibilidad de que la cantidad suministrada pudiese provocar trastornos digestivos ya que el nivel de afrechillo superaba el 0.7% del peso vivo promedio de estos animales (Quintans et al., 1993).

#### **4.1.1- Tratamiento: Expeller de Girasol (E.G.)**

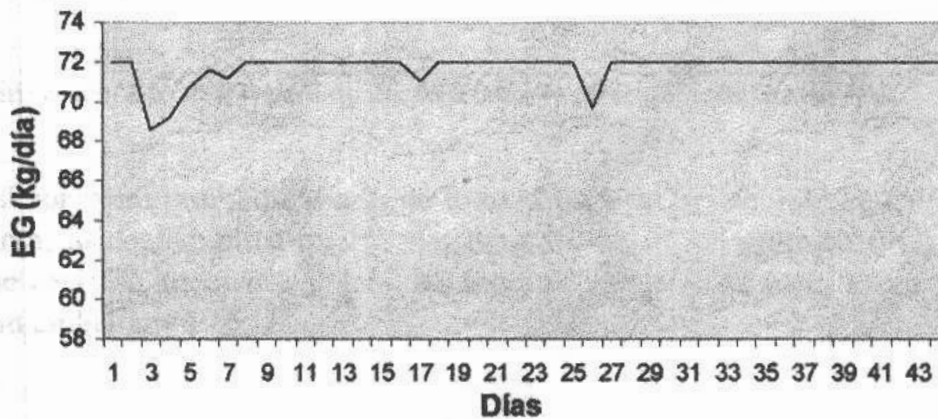
El consumo diario de este suplemento presentó variaciones importantes en las primeras etapas del período experimental, siendo ésta notoria hasta el día 10. La posible explicación de esta variación sería que el período de acostumbamiento a este tratamiento no tuvo la duración adecuada (12 días). Además, 7 animales fueron incorporados a este tratamiento después de comenzado dicho período y la cantidad de suplemento ofrecido diariamente difícilmente haya superado el 50% del ofrecido al comenzar el experimento.

En la Figura 13 se presenta la variación promedio diaria de consumo (en kg.) para este tratamiento durante el período inicial (primeros 44 días).



**Figura 13 -Consumo diario de expeller de girasol (kg) para los primeros 44 días del trabajo experimental.**

La variación constatada en estos primeros días es principalmente consecuencia del comportamiento individual de cuatro vacas (caravanas: 2743, 2747, 4010 y 4018), las cuales tuvieron niveles importantes de rechazo del suplemento. En promedio el consumo no superó (para estos 10 primeros días) el 74% del total ofrecido. Para el caso de la vaca caravana 4010 cabe además acotar que presentaba un peso vivo al inicio del experimento de 261 kg. (y una condición corporal igual a 3.5). Esto provocaría que la cantidad de suplemento ofrecido exceda la capacidad de consumo de este animal durante el tiempo de permanencia en los comederos (el cual no superaba las 2 horas). En la Figura 14 se observa la variación en el consumo restando el efecto de las vacas antes mencionadas.



**Figura 14 -Consumo diario de expeller de girasol (kg) para los primeros 44 días del trabajo experimental, sin considerar vacas que presentaron altos niveles de rechazo.**

Para el período final (últimos 40 días), prácticamente no se observan variaciones de consumo pudiéndose estimar que él mismo no difiere de la oferta diaria de expeller. (Figura 15).

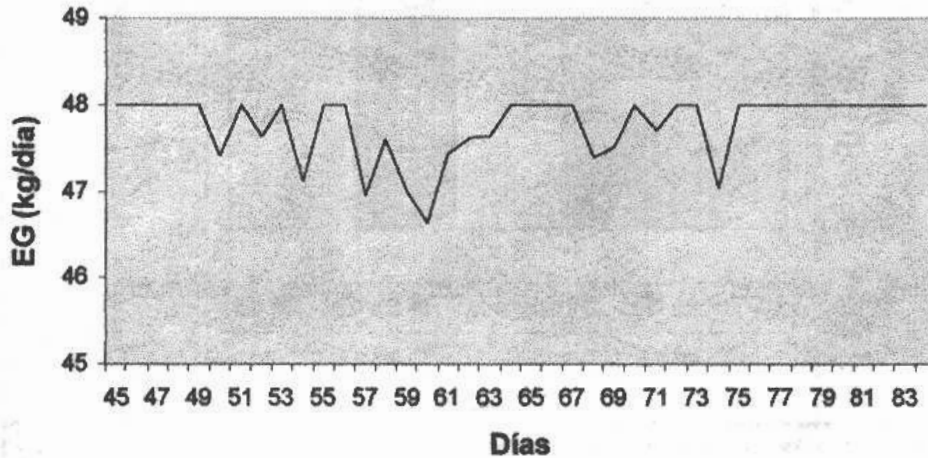


Figura 15 -Consumo diario de expeller de girasol (kg) para los últimos 40 días del trabajo experimental.

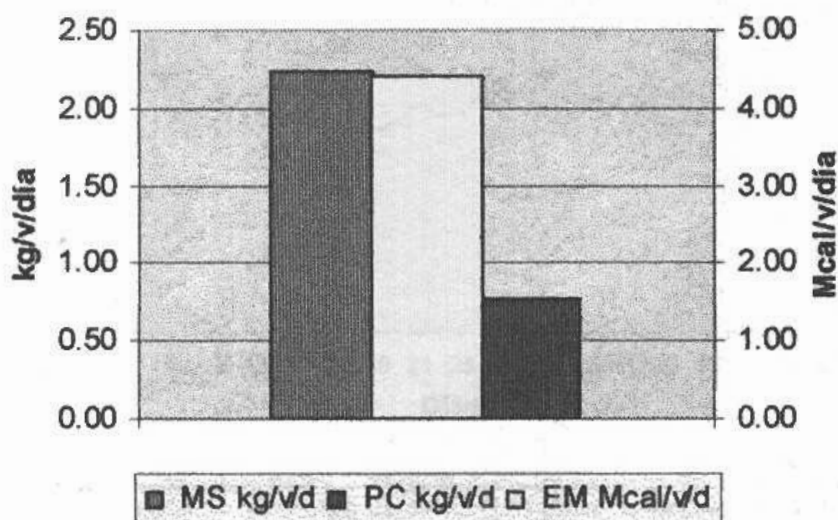
En el Cuadro 37 se presenta la oferta y el consumo en kg./an/día de suplemento, proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) en Mcal/an/día.

Cuadro 37 -Oferta y consumo de nutrientes de expeller de girasol (EG),

	Kg. de E.G.		MS (kg.)	kg. de PC		EM (Mcal)	
	ofr/an/día	con/an/día	ofr/an/día	ofr/an/día	con/an/día	ofr/an/día	con/an/día
P 1	3.00	2.93	2.64	0.93	0.90	5.34	5.20
P 2	2.00	1.99	1.80	0.62	0.61	3.57	3.55

P1: período día 1 a 44; P2: período día 45 a 84; ofr: ofrecido; con: consumido

El consumo promedio diario de todo el período fue de 2.24 kg./an/día de MS de suplemento, lo cual implica que el consumo promedio de proteína (PC) y de energía (EM) fue de 0.77 kg./an/día y 4.41 Mcal/an/día respectivamente. Estos promedios se visualizan en la Figura 16.



**Figura 16 -Consumo diario promedio por animal de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable proveniente del expeller de girasol.**

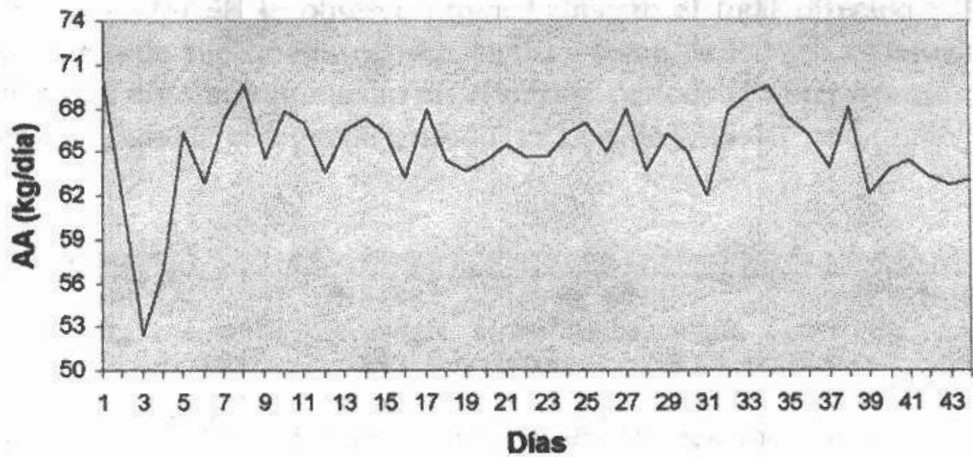
El consumo de PC y de EM estuvieron correlacionados positivamente en forma significativa ( $P < 0.05$ ) con: el peso inicial (PI) ( $r = 0.44$  y  $r = 0.43$  respectivamente), el peso final (PF) ( $r = 0.55$  y  $r = 0.53$  respectivamente) y con el peso de las vacas al parto (PP) ( $r = 0.53$  y  $r = 0.52$  respectivamente).

#### **4.1.2- Tratamiento: Afrechillo de Arroz (A.A.)**

El consumo diario de este suplemento presentó la mayor variabilidad, independientemente de la cantidad ofrecida (tal cual se indicó anteriormente). Durante los primeros 44 días no se pudo relacionar esta variación en el consumo a factores climáticos (por ejemplo: precipitaciones), pero sí pudo observarse una gran variabilidad en el comportamiento individual, ya que diariamente más de la tercera parte de los animales presentaron rechazos (durante este período, 8 de las 24 vacas presentaron un comportamiento muy irregular). (Figura 17).

El contenido de grasa de este suplemento podría ser el causante de dicha variación en el consumo diario, debido que el nivel ofrecido de afrechillo superó en promedio el 0.85% del peso vivo (352.6 kg.). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Quintans et al. (1993) y De Mattos et al. (1993) citado por Scaglia (1996), donde niveles de afrechillo de arroz superiores al 0.7% del peso vivo, presentaron la mayor variabilidad en el consumo.

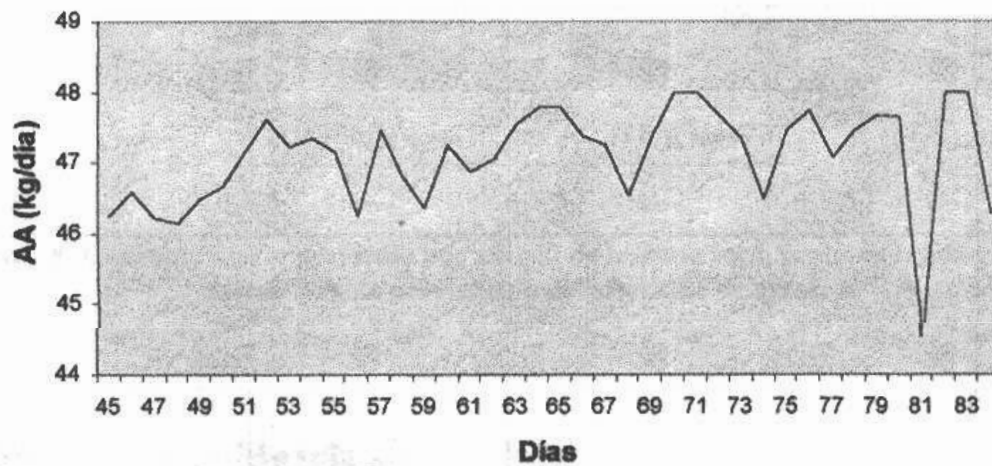




**Figura 17 -Consumo diario de afrechillo de arroz (kg) para los primeros 44 días del trabajo experimental.**

El nivel mínimo de extracto etéreo de este suplemento es del 15%. Considerando la poca disponibilidad de forraje y asumiendo que los animales no lleguen a consumir el 3% de peso vivo de MS, el nivel de grasa sobrepasaría el 5% de la dieta total.

Durante los últimos 40 días la variación diaria en el consumo del suplemento fue menor y el consumo promedio en el tratamiento por día fue de 47.10 kg. del total ofrecido (48 kg./día) (Figura 18). Se observó que los animales que presentaron rechazos en este período, fueron los mismos que durante la primera etapa, aunque lo hicieron de forma más alternada y éstos fueron de menor magnitud que los presentados en el primer período.



**Figura 18 -Consumo diario de afrechillo de arroz (kg) para los últimos 40 días del trabajo experimental.**

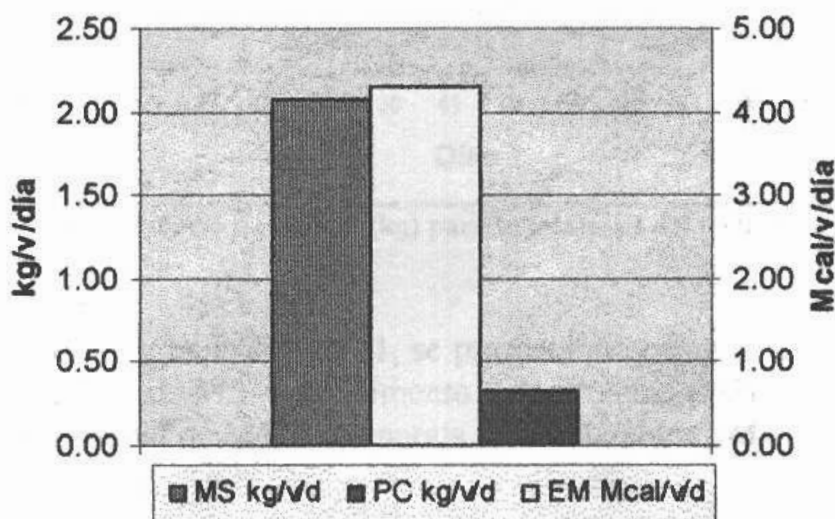
En el Cuadro 38 se observa promedialmente el total ofrecido y lo realmente consumido tanto de suplemento (en kg./an/día), como de PC (en kg./an/día) y EM (en Mcal/an/día). El consumo promedio en el primer período (P1) representó el 90.3% del total ofrecido y durante el segundo período (P2) fue de 98% del total.

**Cuadro 38 -Oferta y consumo de nutrientes de afrechillo de arroz (AA).**

	kg. de AA		MS (kg.)		kg. de PC		EM (Mcal)	
	ofr/an/día	con/an/día	ofr/an/día	con/an/día	ofr/an/día	con/an/día	ofr/an/día	con/an/día
P 1	3.00	2.71	2.63	0.41	0.37	5.47	4.96	
P 2	2.00	1.96	1.76	0.28	0.27	3.70	3.58	

P1: período día 1 a 44; P2: período día 45 a 84; ofr: ofrecido; con: consumido

El consumo promedio de todo el período fue de 2.07 kg./an/día de MS de suplemento, lo cual implica que el consumo promedio de proteína (PC) y de energía (EM) fue de 0.32 kg./an/día y 4.30 Mcal/an/día respectivamente. Estos promedios se visualizan en la Figura 19.



**Figura 19 -Consumo diario promedio por animal de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable proveniente del afrechillo de arroz.**

#### **4.1.3- Tratamiento: Mezcla (A.A.+ M.)**

Durante los 84 días de duración de la suplementación, los niveles de suplemento ofrecido no tuvieron variaciones para este tratamiento.

La variación diaria que se observa en la Figura 20, con respecto al rechazo observado en los primeros 12 días (aunque éste no fue de magnitud) se puede considerar que fue debido a que el período de acostumbramiento no fue suficiente, así como tampoco la cantidad ofrecida durante dicho período. La variación a lo largo de todo el período es consecuencia fundamentalmente de lo rechazado por un animal (caravana 4068). Esta vaca tuvo un consumo muy variable ya que presentaba rechazos de diferente magnitud en algunos períodos mientras que en otros consumía la totalidad de lo ofrecido.

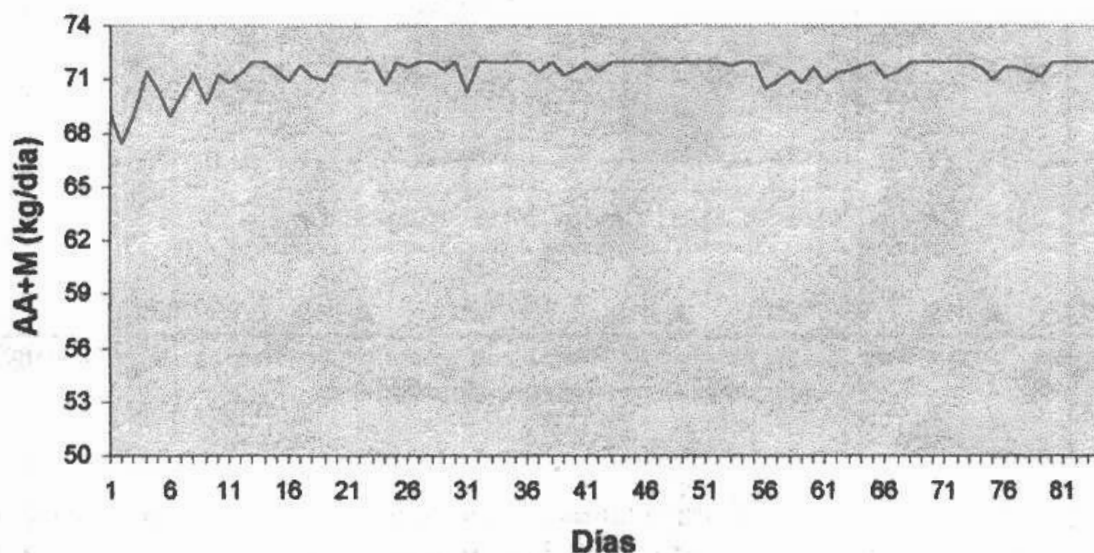


Figura 20 -Consumo diario de mezcla (kg) para la totalidad del trabajo experimental.

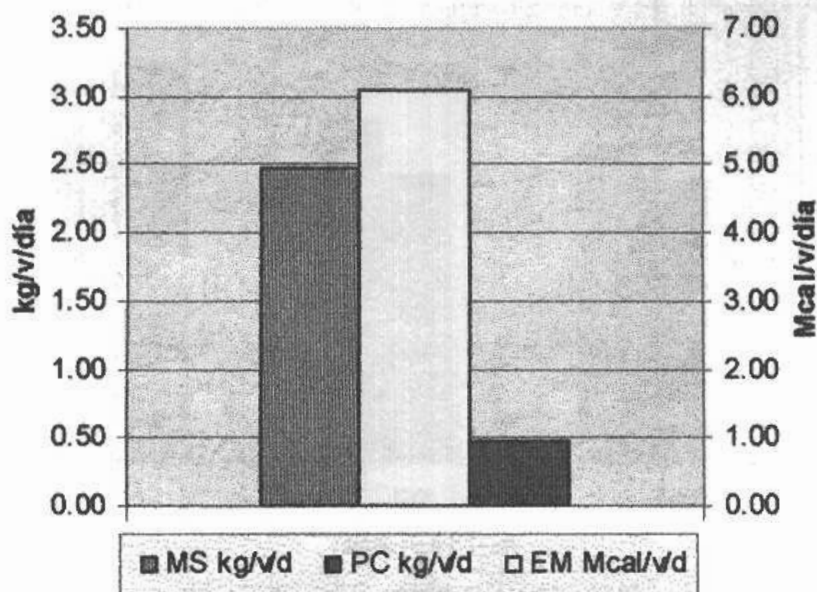
En el Cuadro 39 y en la Figura 21, se presenta el consumo promedio por vaca y por día expresado en kg. de MS de suplemento y de proteína (PC), así como también el consumo diario por animal de Mcal. de energía metabolizable (EM).

Cuadro 39 -Oferta y consumo de nutrientes de la mezcla de afrechillo de arroz más maíz (AA+M).

Kg. de AA+ M		MS(kg.)	kg. de PC		EM (Mcal)	
ofr/an/día	con/an/día	ofr/an/día	ofr/an/día	con/an/día	ofr/an/día	con/an/día
3.00	2.98	2.50	0.48	0.47	6.13	6.07

ofr: ofrecido; con: consumido

Como se destaca en el Cuadro 39, se puede asumir un consumo total del suplemento en promedio para los 84 días de duración del experimento.

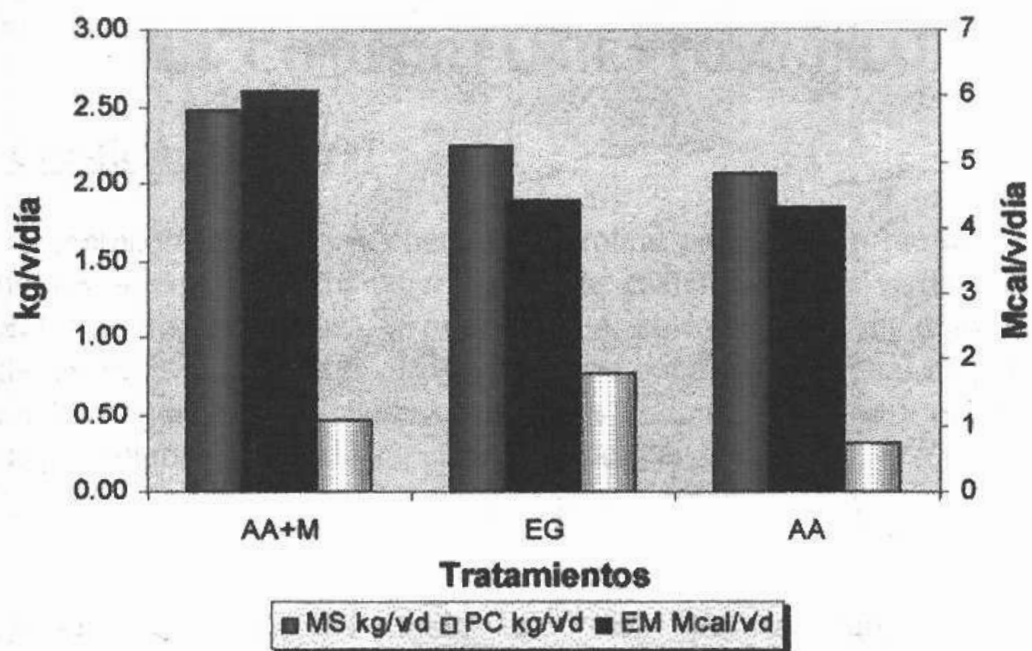


**Figura 21 -Consumo diario promedio por animal de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable proveniente de la mezcla.**

El consumo de EM estuvo correlacionado positivamente ( $r = 0.42$ ) y en forma significativa ( $P < 0.05$ ) con el peso inicial (PI). Mientras que las correlaciones entre consumo de PC y peso inicial ( $r = 0.40$ ), así como consumo de EM con peso final ( $r = -0.36$ ) no fueron significativas estadísticamente ( $p = 0.0503$  y  $p = 0.088$ ).

#### **4.1.4- Comparación entre Tratamientos**

En la Figura 22 se observa en forma gráfica los niveles de consumo diario de MS (en kg.), PC (en kg.) y EM (en Mcal) para cada tratamiento. Para realizar esta comparación se consideró el promedio de lo consumido en la totalidad del período experimental.



	AA+M	EG	AA
MS kg/v/día	2.48 a	2.24 a	2.07 a
PC kg/v/día	0.47 b	0.77 a	0.32 b
EM Mcal/v/día	6.07 a	4.41 b	4.30 b

Letras diferentes dentro de filas difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

**Figura 22 -Comparación del consumo promedio de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable de los tres suplementos durante el periodo experimental.**

Si bien el consumo de los diferentes tratamientos en kg. de MS de cada suplemento no difiere en gran medida, se observa que si existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el consumo de proteína cruda (PC). El tratamiento EG es el de mayor nivel de aporte de este nutriente (en kg.), el tratamiento AA es el que realiza el menor aporte y el tratamiento AA+M intermedio entre los dos primeros.

Al analizar si las varianzas ( $S^2$ ) eran homogéneas, se observó que existió mayor variabilidad en el consumo de proteína cruda (PC) para los tratamientos EG y AA ( $P < 0.05$ ), mientras que respecto al consumo de energía (EM) la mayor variabilidad fue para el tratamiento AA ( $P < 0.05$ ).

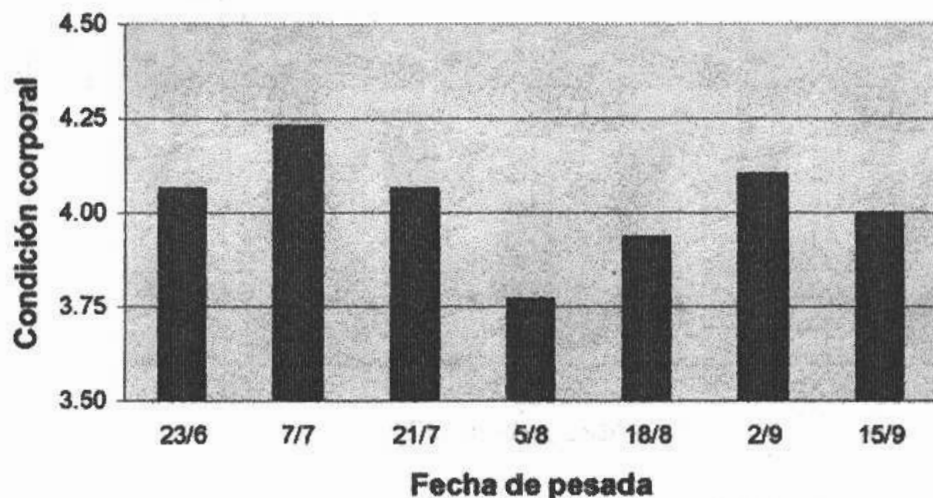
Con respecto al consumo de energía metabolizable (EM), existe diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al comparar el tratamiento AA+M (siendo éste el que provoca el mayor consumo en Mcal) contra los EG y AA (los cuales no difieren entre ellos).

## 4.2- COMPORTAMIENTO ANIMAL

### 4.2.1- Condición Corporal

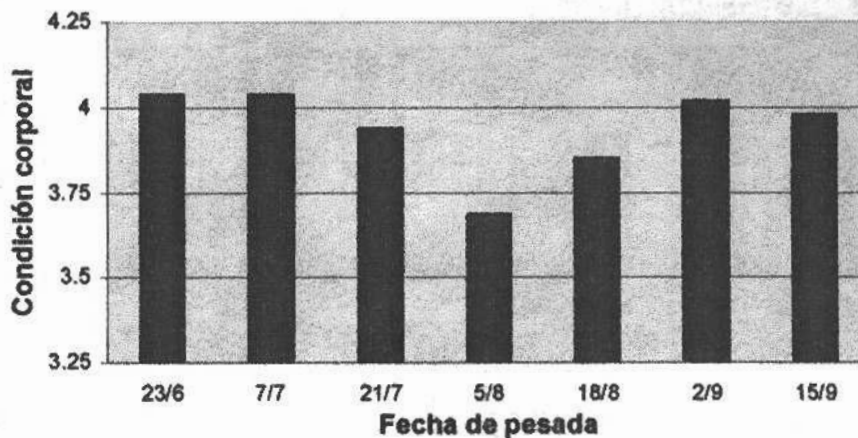
Al momento de inicio la condición corporal promedio no fue la ideal, tomando en cuenta los objetivos de este experimento, los cuales eran, que vacas que presentaran una condición corporal igual o inferior a 4 al inicio del invierno tuviesen una recuperación de ésta, y llegasen al parto con una condición corporal mayor o igual a 4. Debido a las condiciones climáticas favorables durante el verano y otoño previos, los animales presentaban un estado superior al requerido.

*Tratamiento E.G.:* Al inicio las vacas que integraban este tratamiento presentaban una condición corporal promedio de 4.06, presentando un desvío estándar (S) igual a 0.58 y un coeficiente de variación (CV) de 14.20%. Los valores mínimos y máximos de condición corporal que estos animales presentaban eran 3 y 5 respectivamente. Al finalizar el período de suplementación los animales presentaban una condición corporal promedio de 4.00 (S= 0.30 y CV= 7.37%) . El máximo valor registrado en promedio (4.23) por los animales integrantes de este tratamiento estuvo dado el 7/7/98, fecha correspondiente a la segunda estimación de peso y condición del experimento (Figura 23). A partir de esta fecha se registra un retroceso en los valores que toma la condición corporal, llegando al mínimo valor promedio de todo el período (3.77) al momento de realizar la cuarta determinación (5/8/98). Esta continua disminución se atribuye que pueda ser principalmente el efecto de las condiciones climáticas, ya que en un período de 36 días (desde 1/7 hasta 5/8/98) las precipitaciones fueron de 218.9 mm., lo cual provocó un anegamiento en grandes áreas de los potreros, restringiendo los lugares de permanencia y pastoreo del ganado. A partir de esta fecha se registra una recuperación del estado de los animales asociado a una mejoría en las condiciones climáticas, especialmente las temperaturas, las cuales provocaron una respuesta positiva en la pastura.



**Figura 23 -Evolución de la condición corporal promedio para las vacas suplementadas con expeller de girasol durante el período experimental.**

Tratamiento A.A.: Este grupo presentaba al comienzo una condición corporal promedio de 4.04, un desvío (S) igual a 0.53 y un coeficiente de variación (CV) de 13.11% siendo el menor registro 3 y el máximo igual a 5. Al final del período, la condición corporal promedio fue de 3.98 (S= 0.38 y CV= 9.43%). Durante las primeras cuatro mediciones se registra una pérdida constante de condición, llegando al mínimo (3.69 promedio) en la fecha 5/8/98. Las causas de esta pérdida serían las condiciones climáticas antes mencionadas y los posibles problemas digestivos que el nivel (3 kg./an/día) de este suplemento provocaría sobre el consumo total. A partir de este momento la condición corporal de las vacas integrantes de este tratamiento presenta una mejoría debido a la reducción de afrechillo ofrecido (2 kg.) por animal y a la apreciable mejoría de la pastura (Figura 24).



**Figura 24 -Evolución de la condición corporal promedio para las vacas suplementadas con afrechillo de arroz durante el período experimental.**

*Tratamiento A.A.+M.:* El promedio de las vacas de este tratamiento presentaban al comienzo del período experimental una condición corporal de 3.92, un desvío estándar (S) de 0.46 y un coeficiente de variación (CV) igual a 11.70%, variando entre 3 y 5 los mínimos y máximos valores de condición respectivamente. La condición promedio alcanzada al final del período de suplementación fue de 3.88 (S= 0.37 y CV= 9.51%) . Si bien en este caso también se registra una disminución del promedio de condición corporal luego de comenzado el período de suplementación, ésta es de menor magnitud que la presentada por los tratamientos antes descritos (0.25 puntos en la escala). Se estima que los principales factores que provocaron las pérdidas de estado estuvieron directamente relacionados a las abundantes precipitaciones registradas en el período. Como se observa en la Figura 25, a partir de este momento existe una recuperación en la condición corporal de estos animales.



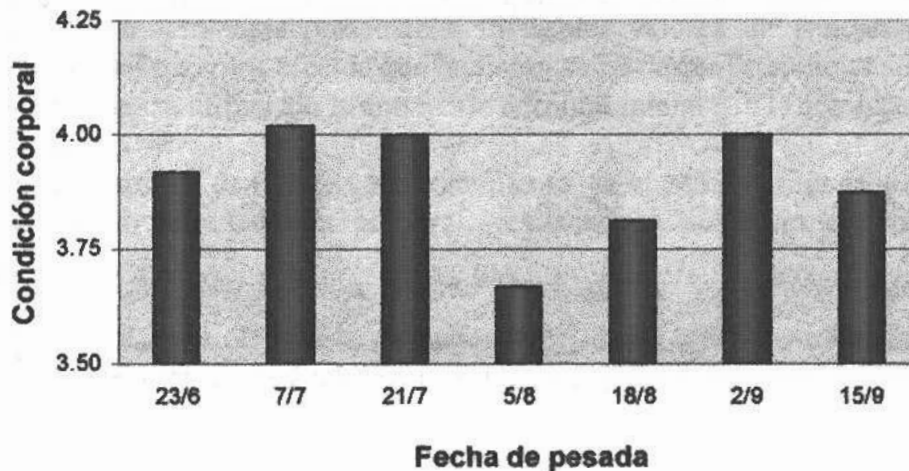


Figura 25 -Evolución de la condición corporal promedio para las vacas suplementadas con afrechillo de arroz más maíz durante el período experimental.

*Tratamiento T:* Al comienzo del período experimental los animales integrantes de este tratamiento presentaban una condición corporal promedio de 4.00, un desvío (S) igual a 0.49 y un coeficiente de variación (CV) de 12.23%. La pérdida constante de condición corporal que se registra desde el inicio hasta el final del experimento se debe fundamentalmente a la baja disponibilidad de las pasturas. Estos animales presentaron en promedio al finalizar los 85 días una condición corporal igual a 3.29, un S= 0.51 y un CV= 15.46%. Es de destacar que la variación que se registra al finalizar el período de suplementación presenta la mayor magnitud en este tratamiento. El 16.7% de los animales (4) llegan a este momento con una condición corporal igual a 2.5 y el 20.8% (5) lo hacen con una condición igual a 4 (Figura 26).

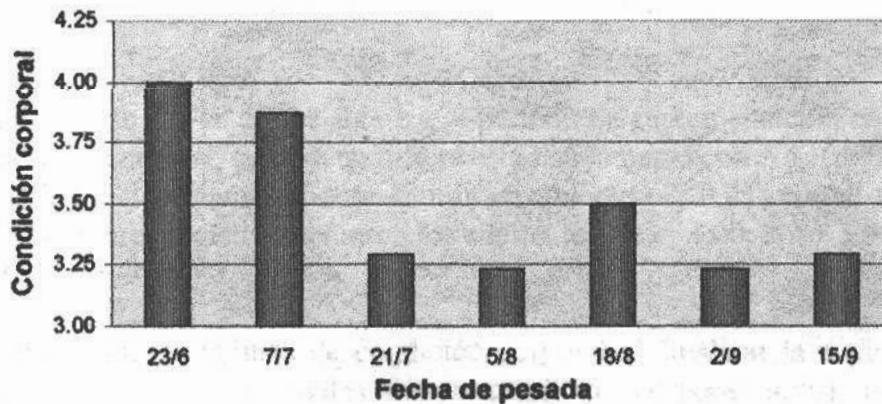
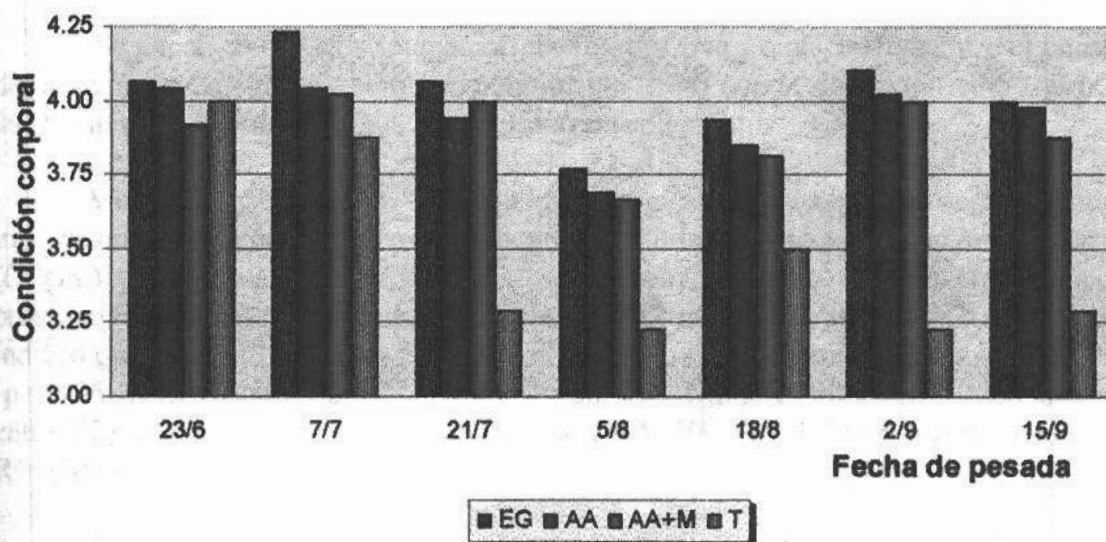


Figura 26 -Evolución de la condición corporal promedio para las vacas testigo durante el período experimental.

**COMPARACION ENTRE TRATAMIENTOS:** Al comienzo del período experimental los tratamientos presentaban diferentes valores de condición corporal promedio. Para minimizar los efectos que pudieran causar estas diferencias se realizaron los análisis de varianza utilizando la condición corporal inicial (CCI) como covariable.

Para cada animal dentro de cada tratamiento, se ajustó una regresión lineal para la ganancia diaria de condición corporal, realizándose posteriormente análisis de varianzas.

En la Figura 27 se observa la evolución conjunta de todos los tratamientos desde el inicio al final del período de suplementación.



**Figura 27 -Comparación de la evolución de la condición corporal promedio para los cuatro tratamientos durante el período experimental.**

El tratamiento EG es el que finaliza el período de suplementación con el mayor valor de condición corporal, aunque no difiere estadísticamente con AA ( $p=0.89$ ) ni con AA+M ( $p=0.49$ ). Estos tres sí difieren significativamente ( $P<0.01$ ) con el tratamiento testigo (T). Los valores registrados fueron los siguientes: EG= 4.00; AA= 3.98; AA+M= 3.88; y T= 3.29.

Se corrigieron los valores de condición corporal al finalizar la suplementación mediante tres covariables, las cuales fueron condición corporal inicial (CCI), peso inicial (PI) y días de gestación que presentaban las vacas al momento de iniciado el experimento (DG). Al realizar estas correcciones se mantuvieron los mismos resultados

(no existiendo diferencias entre los tratamientos EG, AA y AA+M, pero si entre estos y T).

Coincidiendo con Orcasberro et al. (1990) y Quintans et al. (1993), estos resultados están poniendo de manifiesto que la baja utilización de la pastura es el principal factor nutritivo limitante para vacas que se encuentran en gestación media o avanzada, siendo así que el tratamiento T mantiene en promedio una continua pérdida de estado (0.7 puntos en la escala de 1 a 8), mientras que los tratamientos que recibieron suplementación lograron prácticamente mantener su estado al finalizar el periodo. La variación en condición corporal es negativa para todos los tratamientos, sin embargo ésta no difiere significativamente para los tres tratamientos que recibieron suplementación, pero sí es significativamente diferente ( $P < 0.01$ ) para el tratamiento T.

Se encontró que existió una correlación positiva y significativa entre el consumo de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) con la condición corporal inicial de las vacas de los tratamientos que recibieron suplementos.

Mediante la utilización de modelos de regresiones simples, se analizó, para los tres tratamientos que recibieron suplementos, si la ganancia de condición corporal (CCgan) y la ganancia de peso (Pgan) se ajustaban linealmente con el consumo de proteína cruda (PC) y con el consumo de energía metabolizable (EM). Los resultados indican que las regresiones no fueron significativas, siendo entre CCgan y PC  $R^2 = 0.016$  ( $p = 0.55$ ) para AA,  $R^2 = 0.017$  ( $p = 0.54$ ) para AA+M, y  $R^2 = 0.03$  ( $p = 0.42$ ) para EG; entre CCgan y EM  $R^2 = 0.015$  ( $p = 0.57$ ) para AA,  $R^2 = 0.011$  ( $p = 0.62$ ) para AA+M, y  $R^2 = 0.023$  ( $p = 0.48$ ) para EG.

Al analizar cada vaca como una unidad experimental, utilizando el modelo de regresión múltiple stepwise, se observó que para CCgan las variaciones están explicadas por CCI ( $R^2 = 0.2607$  y  $P < 0.0001$ ) y por DG ( $R^2 = 0.2895$  y  $p = 0.1019$ ).

#### **4.2.2- Peso Vivo**

Este parámetro es afectado por los días de gestación en que se encontraban las vacas al iniciar el experimento, debido a esto se estimó el promedio para todas las vacas, el cual fue de 153 días, con un desvío estándar (S) de 12.36, un coeficiente de variación (CV) de 8.08%, presentando un máximo de 185 días y un mínimo de 124 días.

Al inicio del experimento el promedio de los animales se encontraban en el quinto mes y fracción (finalizando el segundo tercio de gestación), pero habían vacas

que en este momento se encontraban en el sexto mes y fracción (inicio del último tercio de gestación).

Tratamiento EG: El peso vivo inicial promedio fue de 354 kg. con un desvío estándar (S) de 47.83, un coeficiente de variación (CV) de 13.49% (el mayor registro fue de 449 kg. y el de menor fue de 261 kg.).

Como se observa en la Figura 28 éste parámetro presenta un crecimiento continuo durante todo el período de suplementación, a pesar de que la condición corporal no presentó la misma tendencia.

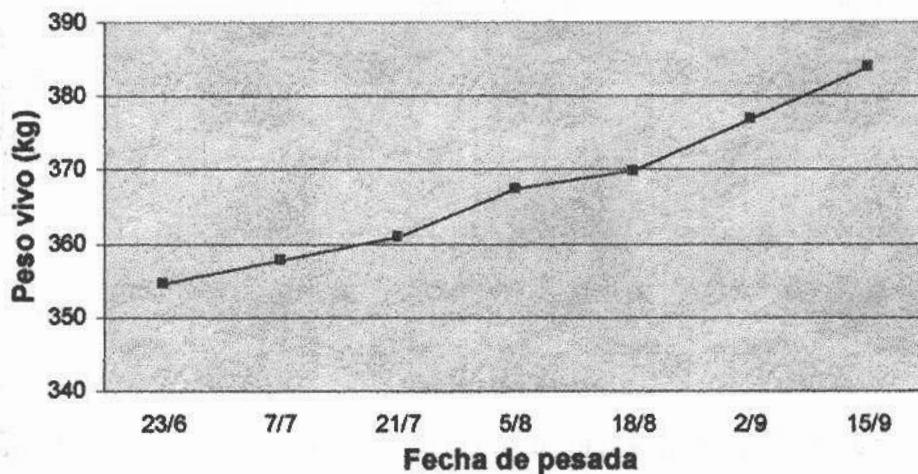


Figura 28 -Evolución de peso promedio de las vacas suplementadas con expeller de girasol durante el período experimental.

El mayor incremento de este parámetro se corresponde con las tres últimas fechas de pesadas, obteniéndose en promedio para dicho período una ganancia diaria de peso de 0.495 kg. Esto coincide con que a partir de este momento el crecimiento del feto es exponencial (Feed Industry Red Book, 1997). La recuperación de la condición corporal (en esta última etapa) también contribuiría a la ganancia diaria.

El peso vivo promedio al finalizar la suplementación fue de 384 kg., el S= 48.40 y el CV= 12.60%, siendo los valores máximos y mínimos 479 y 277 kg. respectivamente.

Tratamiento AA: Las vacas integrantes de este tratamiento presentaban al inicio un peso vivo promedio de 354 kg., un desvío (S) de 38.41 y un coeficiente de variación

(CV) igual a 10.90%. Los valores máximos y mínimos al inicio fueron de 424 y 270 kg. respectivamente.

Como se observa en la Figura 29 la evolución de peso presenta una variación que al igual que la condición corporal inicialmente decrece, siendo de esta manera que al inicio y durante los primeros 28 días se produjo una pérdida promedio diaria de 0.115 kg. A partir de este momento (21/7/98) y hasta finalizar el período hay una ganancia de peso que en promedio es de 0.556 kg./día.

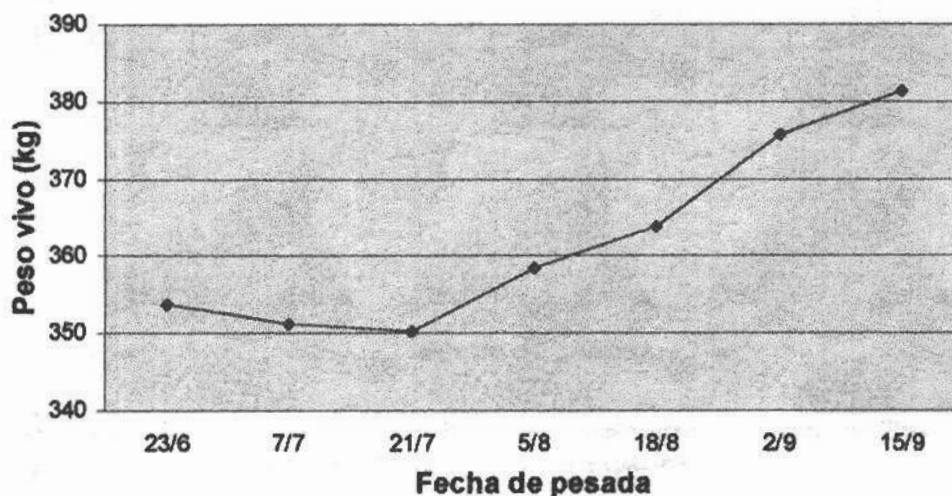


Figura 29 -Evolución de peso promedio de las vacas suplementadas con afrechillo de arroz durante el período experimental.

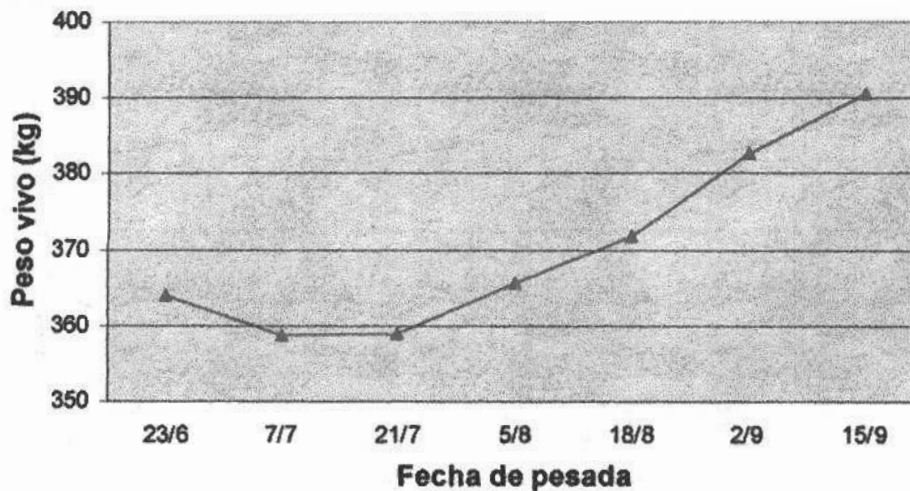
Probablemente la pérdida de peso inicial este asociada a la gran variación en el consumo del suplemento. Como ya fue mencionado es posible que la cantidad de afrechillo de arroz produzca trastornos digestivos como por ejemplo disminución en la *digestión de la fibra, lo que se manifestaría en un menor consumo* (Quintans et al., 1993). A partir del 21/7/98 el peso vivo promedio comienza a incrementarse pese a que la condición corporal seguía decreciendo. Es probable que dicho incremento sea provocado por el crecimiento del feto.

El peso al finalizar la suplementación fue en promedio de 381 kg., presentando un  $S= 38.23$  y un  $CV= 10.03\%$ , la variación entre máximos y mínimos fue de 447 y 300 kg. respectivamente.

Tratamiento AA+M: El peso vivo promedio inicial fue de 364 kg., los parámetros que miden la dispersión de los datos son el desvío estándar (S) y el

coeficiente de variación (CV) los cuales fueron 44.76 y 12.30% respectivamente, el mínimo peso registrado en este momento fue de 283 y el máximo fue de 475 kg.

La evolución promedio de peso vivo durante el período de suplementación se observa en la Figura 30.



**Figura 30 -Evolución de peso promedio de las vacas suplementadas con afrechillo de arroz más maíz durante el período experimental.**

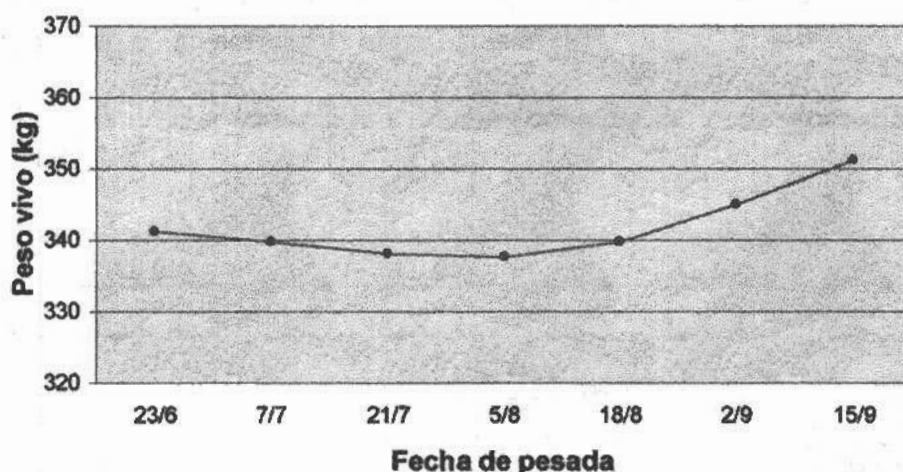
En los primeros 14 días se observó una pérdida de peso de 0.372 kg./día. Esta puede estar explicada por factores antes mencionados como son la variabilidad en el consumo de suplemento y la baja disponibilidad de la pastura.

A partir de la tercer medición (21/7/98) y hasta finalizar el período de suplementación (15/9/98) se constató una ganancia de peso promedio de 0.561 kg./día. En este momento se observó una pérdida de condición, lo que hace suponer que el incremento de peso estuvo relacionado, entre otros, al crecimiento del feto, ya que altos contenidos de energía (de los granos) son difíciles de transformar en ganancia de peso en animales en pastoreo (Lusby, 1995).

El peso promedio final fue de 391 kg., la mediciones máximas y mínimas fueron 516 y 306 kg. respectivamente, el desvío estándar (S) es igual a 46.90 y el coeficiente (CV) es de 12.01%.

Tratamiento T: Los animales que constituían este tratamiento iniciaron el experimento con un peso vivo promedio de 341 kg., un  $S= 29.54$  y un  $CV= 8.66\%$ , siendo el menor peso de 292 kg. y el mayor de 405 kg.

La evolución del peso vivo durante los 85 días de duración del período, se presenta en la Figura 31.



**Figura 31 -Evolución de peso promedio de las vacas testigo durante el período experimental.**

Se observaron dos etapas diferenciadas. En la primera (hasta el 5/8/98), se produce una pérdida promedio de peso de 0.09 kg./día, y en la segunda se produce una ganancia de 0.33 kg./día promedialmente para cada vaca. La continua pérdida de estado desde el inicio hasta el final del período, reafirma la suposición de que la ganancia de peso vivo que registran estos animales se debe exclusivamente al crecimiento del feto.

El promedio de días de gestación para este tratamiento al inicio era de 147 días, por lo tanto estas vacas ingresarían al último tercio de gestación a partir de comienzos de Agosto, coincidiendo esto con el momento en que la ganancia de peso se torna positiva.

El peso final promedio para estos animales fue de solo 9.95 kg. superior al inicial, lo cual indica el marcado déficit nutricional a que fueron expuestos durante los 84 días, rectificando que los requerimientos de una vaca de cría preñada son demasiado altos como para ser mantenida en campo natural durante el período invernal (Scaglia, 1996; Scaglia et al., 1997).

Los valores máximos y mínimos de peso vivo fueron 419 y 296 kg., el promedio para el tratamiento fue de 351 kg., el S= 30.93 y el CV= 8.80%.

COMPARACION ENTRE TRATAMIENTOS: Al comenzar el período experimental los tratamientos diferían en el peso inicial promedio. Para minimizar los posibles efectos que dichas diferencias pudiesen causar, se realizó un análisis de varianza utilizando como covariable el peso inicial (PI).

En la Figura 32, se observa la evolución conjunta del peso promedio para cada uno de los tratamientos.

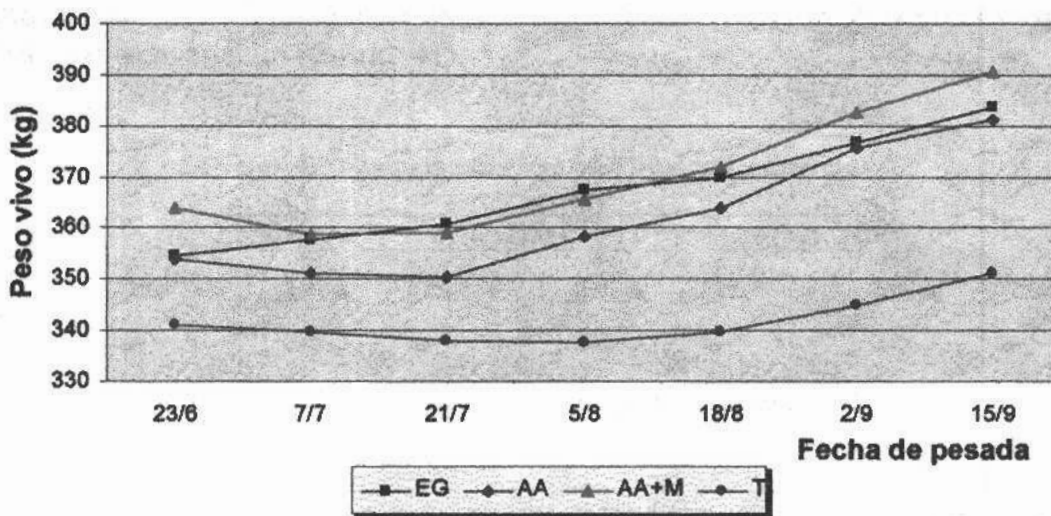


Figura 32 -Comparación de la evolución de peso vivo promedio entre los cuatro tratamientos durante el período experimental.

Para cada vaca dentro de cada tratamiento se ajustó la ganancia media diaria de peso a una regresión lineal, realizándose posteriormente un análisis de varianza.

Como se observa en el Cuadro 40 la ganancia media diaria difiere significativamente ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos que recibieron suplementación y el testigo.



**Cuadro 40 -Ganancia de peso promedio diaria para los diferentes tratamientos y eficiencia de conversión de cada suplemento a peso vivo.**

Tratamientos	Ganancia media diaria (kg)	Eficiencia de conversión (Kg suplemento/kg PV)
AA	0.37 a	7.7 : 1
AA+M	0.36 a	12.0 : 1
EG	0.34 a	8.7 : 1
T	0.11 b	

Letras diferentes dentro de filas difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).

El peso final real presentaba diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre AA y AA+M y entre los tres tratamientos que recibieron suplementación y las testigo. Para minimizar los posibles efectos que pudieran ser provocados por la condición corporal inicial (CCI), el peso inicial (PI) y la diferencia en días de gestación (DG), se utilizaron estas en el análisis como covariables (Cuadro 41).

**Cuadro 41 -Comparación entre peso final real y corregido por covariables**

Tratamientos	PF real (kg)	PF corregido (kg)
AA	381.4 b	380.2 a
AA+M	390.5 a	380.2 a
EG	383.8 ab	382.2 a
T	351.3 c	361.6 b

Letras diferentes dentro de filas difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).

El peso final (PF) corregido no presenta diferencias significativas entre los tratamientos AA+M, EG y AA. Estos tres tratamientos presentan un mayor peso final que el testigo, el cual difiere estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

Para las regresiones simples entre ganancia de peso (Pgan) con PC y EM no fueron significativas, presentando las siguientes probabilidades:  $R^2 = 0.012$  ( $p = 0.61$ ) y  $R^2 = 0.014$  ( $p = 0.58$ ) para AA;  $R^2 = 0.005$  ( $p = 0.74$ ) y  $R^2 = 0.0026$  ( $p = 0.81$ ) para AA+M; y  $R^2 = 0.034$  ( $p = 0.39$ ) y  $R^2 = 0.035$  ( $p = 0.38$ ) para EG.

#### **4.2.3-Condición Corporal y Peso Vivo al Parto**

Al terminar el período de suplementación los días de gestación promedio para todo el rodeo era de 241, siendo así que el promedio de las vacas empezarían a parir

dentro de un mes y fracción (estimando una gestación de 282 días). Cabe destacar que durante estos 41 días las vacas se encontraron pastoreando juntas.

La condición corporal al parto corregida por tres covariables (CCI, PI y DG) presentó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre todos los tratamientos. El tratamiento que logró el mayor estado al parto fue EG (4.15 a), seguido por AA (3.80 b), AA+M (3.50 c) y por último T (3.05 d).

Para el tratamiento EG la condición corporal al parto (CCP) no tuvo una correlación significativa ( $p = 0.55$ ) con la condición al finalizar (CCF) el período de suplementación ( $r = -0.13$ ) ni con la condición corporal inicial (CCI) ( $r = -0.05$ ), aunque éste es el único tratamiento en que la condición al parto es mayor que la alcanzada al finalizar la suplementación. Si bien no hubo una correlación alta entre la condición corporal al parto con el consumo de proteína ( $r = 0.21$ ), se observa el posible efecto que produce este nutriente en el metabolismo, logrando una mayor eficiencia en la utilización de la fibra y de la energía (Wiedmeier, 1988).

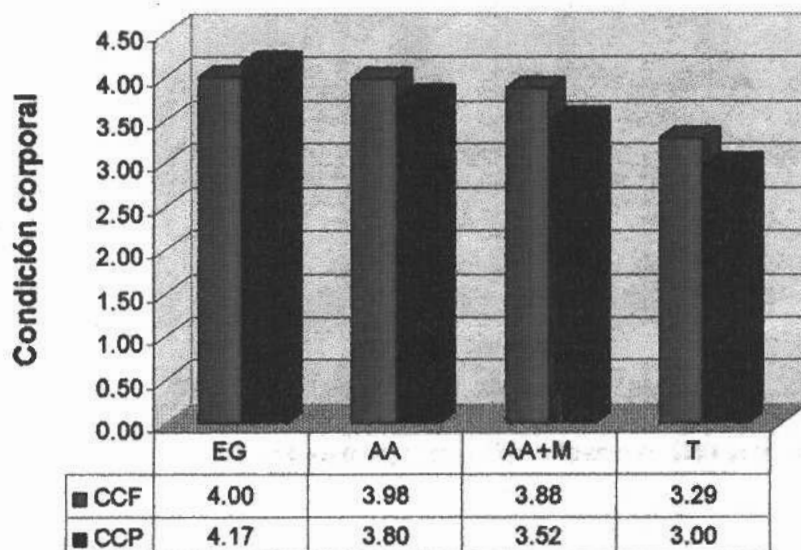
El tratamiento AA+M provocó en los animales una pérdida de estado en el período fin de suplementación-parto igual a 0.35 puntos. Es en este momento que el metabolismo maternal se ve incrementado para soportar los requerimientos de la preñez (NRC, 1996). Se supone que dietas ricas en energía generan una memoria a nivel de metabolismo animal, o sea que al suprimir el suplemento, la energía necesaria para el mantenimiento debe ser obtenida a través de la remoción de reservas corporales (Scaglia, 1998).

La disminución en condición que se observó en promedio para el tratamiento AA fue del orden de 0.18 puntos en la escala, la condición al parto (CCP) presentó una correlación positiva ( $r = 0.38$ ) y significativa ( $p = 0.085$ ) con la condición corporal inicial (CCI), y fue muy significativa ( $P < 0.01$ ) con el peso inicial (PI), peso final (PF) y con el peso al parto (PP).

El tratamiento testigo (T) también redujo su estado al momento del parto en 0.29 puntos de la escala de condición corporal entre CCF y la CP. La variación entre mínimos y máximos fue de 2 puntos (2.5 y 4.5 respectivamente), siendo la de mayor magnitud entre los 4 tratamientos.

Cuando la condición corporal al parto (CCP) se corrigió solamente utilizando como covariable la condición corporal inicial (CCI), se observó que EG (a) presentaba la CCP significativamente mayor ( $P < 0.05$ ), AA (b) y AA+M (b) no diferían entre ellos ( $p = 0.07$ ) y T (c) difería con los anteriores ( $P < 0.01$ ) presentando la menor CCP. En la

Figura 33, se presenta en forma comparativa la condición corporal final (CCF) con la condición corporal al parto (CCP).



**Figura 33 -Comparación de la condición corporal al final del período de suplementación (CCF) y la condición corporal al parto (CCP) para los cuatro tratamientos.**

La determinación del peso vivo al parto no fue realizada en una fecha fija como habían sido las mediciones anteriores, sino que éstas fueron realizadas inmediatamente pos parto, por lo cual el ternero no influye en el valor que este parámetro toma.

El peso vivo promedio al parto no presentó diferencia significativa ( $p= 0.21$ ) entre los tratamientos EG, AA y AA+M al ser estos corregidos por el peso inicial. A su vez AA+M y T no presentaron diferencias entre ambos ( $p= 0.17$ ), siendo significativa la diferencia entre T con los dos primeros ( $P<0.05$ ). Al analizar este parámetro corregido por las tres covariables antes mencionadas (PI, CCI y DG), si bien los promedios se modificaron, los resultados estadísticos obtenidos fueron similares.

Las diferencias promedio de los pesos reales (sin corregir) al parto entre los cuatro tratamientos se observan gráficamente en la Figura 34.

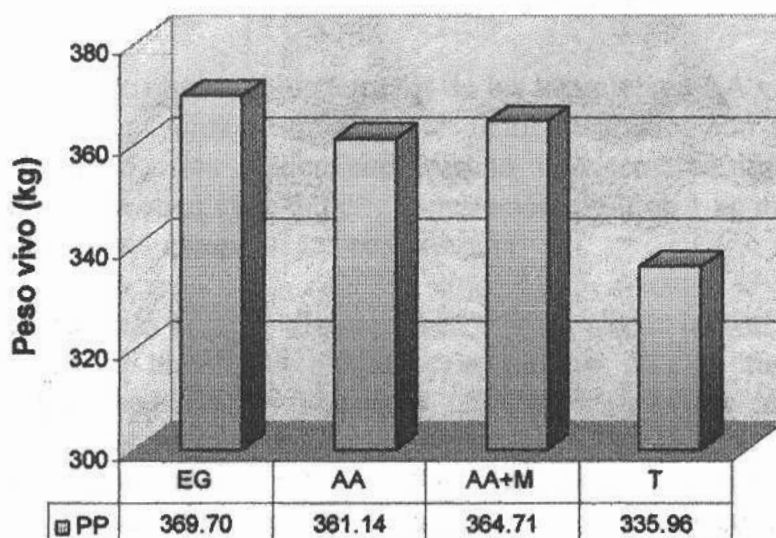


Figura 34 -Comparación del peso vivo promedio (kg) al parto de los cuatro tratamientos.

La variabilidad dentro de cada tratamiento no tuvo diferencias importantes siendo los coeficientes de variación (CV) de 11.88, 11.75, 11.02 y 10.93% para AA, AA+M, T y EG respectivamente.

Existió una correlación positiva y significativa ( $P < 0.05$ ) entre el peso al parto con el consumo de proteína cruda ( $r = 0.52$ ) y con el consumo de energía metabolizable ( $r = 0.53$ ) para el tratamiento EG. Esta correlación no fue significativa para ninguno de los otros dos tratamientos que recibieron suplementación.

#### 4.2.4-Peso al nacer del Ternero

El peso promedio real de los terneros al nacer para cada tratamiento, el desvío estándar (S) y el coeficiente de variación (CV) que presentaron se observan en el Cuadro 42.

Tratamiento	Peso promedio (kg)	S (kg)	CV (%)
AA	31.68 a	4.77	15.07
AA+M	30.59 ab	4.02	13.13
EG	29.61 ab	3.41	11.52
T	28.02 b	3.21	11.46

S= desvío estándar; CV= coeficiente de variación

Como se puede observar, los terneros de los tratamientos AA y AA+M fueron los que presentaron los mayores pesos al nacer. Estos resultados son similares a los de Marston et al. (1995), los cuales comprueban que terneros hijos de vacas que consumieron una dieta energética durante la gestación, pesaron 1 kg más al parto que los terneros hijos de vacas suplementadas con proteína.

Los terneros más livianos al nacer fueron los hijos de las vacas del tratamiento testigo. Esto deja de manifiesto el déficit nutricional al cual fue sometido dicho tratamiento. Según Feed Industry Red Book (1997), severas deficiencias energéticas y proteicas en el pre parto han provocado marcadas reducciones de los pesos de los terneros al nacer. Según Johnson y Evans (1991) las restricciones nutricionales a las que fueron sometidas estas vacas no solo condicionan la performance de los terneros del presente año, sino que también está en juego la parición del siguiente año.

El peso al nacer está afectado también por factores no nutricionales como por ejemplo el sexo. Es por esta razón que al analizar estadísticamente dicho peso, se corrigió usando como covariable el sexo aunque este no fue significativo ( $p=0.33$ ), conjuntamente con la ganancia de peso de las vacas y la condición corporal al parto, las cuales tampoco tuvieron significancia estadística ( $p= 0.17$  y  $p= 0.13$  respectivamente).

El peso de las vacas al parto si afectó positivamente ( $P<0.01$ ) el peso al nacer de los terneros, siendo así que por cada kg más pesada que fuera la madre, el peso del ternero se incrementaría en 0.052 kg.

Estadísticamente se observó la existencia de diferencias significativas ( $P<0.01$ ) entre los tratamientos AA y T, mientras que no existieron diferencias significativas ( $p=0.076$ ) entre los tratamientos que recibieron suplementación. Tampoco existió diferencia significativa ( $p= 0.064$ ) entre EG y AA+M con T.

## **5- CONCLUSIONES**

- Los requerimientos de una vaca de cría preñada son demasiado altos como para que puedan ser cubiertos por el campo natural durante el período invernal, sin el agregado de algún tipo de suplemento. El tratamiento testigo muestra lo que sucede en éstas condiciones, ya que al comienzo del invierno presentaban una condición corporal promedio igual a 4 y al finalizar el mismo su estado era muy inferior (3.29).

- Los tres tratamientos con suplementación permitieron mantener o mejorar levemente la condición corporal al final del período invernal.

- El tratamiento que recibió suplementación proteica (E.G.) fue el único que superó los 4 puntos de la escala de condición corporal en el momento del parto.

- La suplementación energética provocó efectos positivos en el estado de los animales mientras se suministró.

- Los animales integrantes de este tratamiento fueron los que presentaron la mayor pérdida de condición corporal, en el período fin de suplementación-parto. Es por esta razón que debería considerarse la continuación de la suplementación hasta el momento del parto.

- La utilización de suplementos como el afrechillo de arroz, si bien puede ser de fácil disponibilidad (especialmente en la zona Este), provoca una gran variabilidad en el consumo animal de este suplemento, pudiendo inclusive afectar la performance de los vientres.

- Las vacas dentro de los tratamientos A.A. y A.A.+M. Fueron las que presentaron un mayor peso de los terneros al nacer, probablemente debido a una suplementación más energética.

## **6- RESUMEN**

En la Unidad Experimental Palo a Pique, perteneciente a la Estación Experimental del Este, INIA Treinta y Tres, se llevó a cabo un experimento tendiente a determinar el tipo de suplemento que permita evitar la pérdida de peso y condición corporal, que normalmente ocurre en vacas secas preñadas, alimentadas durante el invierno en base a campo natural.

Se utilizaron 96 vacas gestantes de la raza Hereford cuyo peso promedio al inicio del experimento fue de 371.6 kg. y la condición corporal promedio fue de 3.8 (escala de 1 a 8). Las vacas se sortearon en 4 tratamientos: 1. Suplementación con expeller de girasol (EG), a razón de 2.24 kg de MS promedio por animal y por día. 2. Suplementación con afrechillo de arroz (AA), a razón de 2.07 kg de MS promedio por animal y por día. 3. Suplementación con mezcla (2:1) de afrechillo de arroz más maíz (AA+M), a razón de 2.48 kg de MS por animal y por día. 4. Testigo (T), las vacas integrantes de este tratamiento no accedieron a ningún tipo de suplemento, pastoreando junto a las vacas de los otros tratamientos. La dotación a la que se manejó el lote fue de 0.73 UG/há, y la disponibilidad inicial de forraje fue de 1300 kg/há de MS. Se realizó análisis de varianza de los tratamientos (PROC GLM), contraste de medias, correlaciones entre diferentes variables, análisis de regresión simple (PROC REG) y análisis de regresión múltiple (método stepwise)

El tratamiento EG es el que finaliza el período de suplementación con el mayor valor de condición corporal (4.00), aunque no difiere estadísticamente con AA (3.98) ( $p=0.89$ ) ni con AA+M (3.88) ( $p=0.49$ ). Estos tres presentan diferencia significativa ( $P<0.01$ ) con T.

La condición corporal al parto fue significativamente diferente ( $P<0.05$ ) para todos los tratamientos suplementados frente al T, siendo EG el que logró en promedio el mayor valor (CCP= 4.15), seguido por el AA (CCP= 3.80), AA+M (CCP= 3.50) y por último T (CCP= 3.05).

El peso vivo al finalizar el período de suplementación no presenta diferencias significativas entre los tratamientos que recibieron suplementación (EG=382, AA=380, AA+M=380 kg), pero sí difirieron significativamente ( $P<0.05$ ) con T (T=361 kg).

El peso vivo al parto no presenta diferencias significativas entre los tratamientos que recibieron suplementación. A su vez, AA+M (364 kg) y T (335 kg) tampoco presentaron diferencias significativas entre ellos. El T fue el de menor peso vivo promedio al parto siendo significativamente diferente ( $P<0.05$ ) a EG (369 kg) y al tratamiento AA (361 kg).

Existieron diferencias significativas ( $P<0.01$ ) en el peso al nacer de los terneros entre los tratamientos AA (31.68 kg) y T (28.02 kg), mientras que no existieron diferencias entre los tratamientos de suplementación. Entre los terneros hijos de las vacas que correspondieron a los tratamientos EG (29.61 kg), AA+M (30.59 kg) y T, no existieron diferencias significativas.



## **7- SUMMARY**

In Palo a Pique Experimental Unit, at the East Experimental Station, INIA Treinta y Tres, an experiment was conducted in order to determine the type of supplement that allows to avoid the weight and body condition losses that normally occur in dry pregnant cows grazing rangelands during winter.

Ninety six Hereford pregnant cows with an average body weight (BW) and body condition score (BCS, scale: 1 to 8) of 371.6 kg and 3.8 respectively, were used. Cows were allotted in four treatments: 1. Daily supplemented with sunflowers meal (SM), at a rate of 2.24 kg of DM per head; 2. Daily supplemented with rice bran (RB), at a rate of 2.07 kg of DM per head; 3. Daily supplemented with a mix (2:1) of rice bran and whole corn grain (RB+C), at a rate of 2.5 kg DM per head; 4. Control (C), cows were not supplemented and grazed together with the cows from the other treatments. The stocking rate was 0.73 UG/há and the pasture availability at the beginning of the experiment was 1300 kg/há of DM. In the data analysis, analysis of variance of the treatments (PROC GLM), means contrast, correlation between variables, simple regression analysis and multiple regression analysis (stepwise procedure) were done.

SM finished the supplementation period with the higher BCS (4.00), but does not statistically differ from RB (3.98) ( $p=0.89$ ) and RB+C (3.88). These three treatments significantly differ ( $P<0.05$ ) from C.

BCS at calving of the supplemented treatments were significantly different ( $P<0.05$ ) from C, being SM the highest value (4.15), followed by RB (3.80), RB+C (3.50) and C (3.05).

At the end of the supplementation period there were not a significant difference in BW between the supplemented treatments (382, 380 and 380 kg for SM, RB and RB+C respectively), but they significantly differ ( $P<0.05$ ) from C.

There was not a significant difference in BW at calving between the supplemented treatments. Besides there was not a significant difference between RB+C (364 kg) and C (335 kg). C had the lowest BW at calving and significantly differs ( $P<0.05$ ) from SM (369 kg) and RB (361 kg).

There was a significant difference ( $P<0.01$ ) in the calves body weight at calving between RB (31.68 kg) and C (28.02 kg), but there was not difference between the supplemented treatments. There was not a significant difference in this variable between calves born from cows of the SM, RB+C and C treatments.

## **8-BIBLIOGRAFIA**

- 1- ARELOVICH, H. M.; WAGNER, D. G.; HIBBERD, C. A. 1984. Efecto de la suplementación con proteína y almidón sobre el consumo y la digestibilidad de un heno de baja calidad. *Revista Argentina de Producción Animal*. 11(12): 1111-1120.
- 2- AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; CARAMBULA, M.; 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la Región Este. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie de Actividades de Difusión N° 49. pp 1-28.
- 3- BOYLES, S.; FLAKOLL, T.; RINGWALL, K. 1992. Cow nutrition and body condition. NDSU Extension Service. North Dakota State University. N° AS-1026 7 p.
- 4- CANAN, G. A.; URÍA, M. D. 1998. Suplementación invernal de vacas de cría en último tercio de gestación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 123 p.
- 5- CARAMBULA, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica N° 19. 46 p.
- 6- \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. 524 p.
- 7- CORAH, L. R. 1989. Body condition: an indicator of the nutritional status of beef cows. *Agri-Practice (USA)*. 10(4): 25-28.
- 8- DENNIS, B.; SPOTT, L. R. 1990. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Texas Agricultor Extencion Service. pp 3-11.
- 9- ENSMINGER, M. E. y OLENTINE, C. G. 1983. Alimentación de bovinos de cría. Alimentos y nutrición de los animales. Buenos Aires, Ateneo. pp. 322-336.
- 10- FEED INDUSTRY RED BOOK. 1997. Nutrient requeriment of beef cattle.
- 11- FIKE, G. D.; SIMMS, D. D.; COCHRAN, R. C.; VANZANT, E. S.; KUHL, G. L.; BRANDT, R. T. 1995. Protein supplementation of ammoniated wheat straw: effect on performance and forage utilization of beef cattle. Department of Animal

Sciences and Industry, Kansas State University. 73:1595-1601.

- 12- GARCIA , A. 1997a. El medio ambiente ruminal 2° ed.. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica N° 13. pp 201-203.
- 13-\_\_\_\_\_. 1997b. Valor nutritivo de los suplementos disponibles en Uruguay 2° ed.. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica N° 13. pp 204-217.
- 14- GARCIA PALOMA, J. A. 1990. El método de la condición corporal en vacunos lecheros: propuestas de una metodología unificadora. Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animal. 5(3): 121-130.
- 15- GARCIA TABAR, J. A. 1983. Alimentación, estado corporal, producción y reproducción en la hembra bovina. In XI Jornada Uruguaya de Buiatría. Paysandú. R.O.U. 11p.
- 16- GEYMONAT, D. H. (s.f.) Tecnología de manejo para el control del anestro posparto. Cátedra de Bovinos de Carne. Facultad de Agronomía, Estación Experimental "Dr.Mario A. Cassinoni". 17 p.
- 17- GOMES DE FREITAS, J.; DE SOUZA, P. J.; FORMOSO, D. 1985. Evaluación cualitativa y cuantitativa de un campo natural del noreste de Durazno, Uruguay. In: Primer Seminario Nacional Sobre Campo Natural. Estación Experimental de Bañado de Medina. Cerro Largo. pp 33.
- 18- HENNESSY, D. W.; NOLAN, J. V. 1988. Nitrogen kinetics in cattle fed a mature subtropical grass hay with and without protein meal supplementation. Australian Journal of Agricultural Research. 39(6): 1135-1150.
- 19- JOHNSON, K. E.; EVANS, T. J. 1991. Effect of energy and protein on reproductive performance in beef cattle. Iowa State University Veterinarian. 53 (1): 38-50.
- 20- KUNKLE, W. E.; SAND, R. S.; RAE, D. O. 1994. Effects of body condition on productivity in beef cattle. Factors affecting calf crop. CRC Press Inc. Boca Raton, USA. pp 167-178.
- 21- LEMENAGER, R. P. 1987. Using body condition score to improve reproduction in beef cows. Beef Cattle Science Handbook. pp 167-174.
- 22-\_\_\_\_\_; FUNSTON, R. N.; MOSS, G. E. 1991. Manipulating nutrition to

- enhance (optimize) reproduction. Purdue University and University of Wyoming. Proceedings, Grazing Livestock Nutrition Conference. pp 13-31.
- 23- LUSBY, K. S. 1990. Review of protein, energy and body condition effects on beef cattle reproduction. Beef Cattle Science Handbook (USA). v. 24, pp 1-10
- 24-\_\_\_\_\_. 1995. Protein and energy supplementation of stockers and cows. Proceedings of the plains nutrition council symposium. Animal Science Department. Oklahoma State University. pp 48-63.
- 25- MARSTON, T. T.; LUSBY, K. S.; WETTEMANN, R. P. 1992. Pre -and post-calving protein or energy supplementation of spring- calving beef cows. Animal Science Research Report. pp 179-184.
- 26-\_\_\_\_\_;\_\_\_\_\_;\_\_\_\_\_. 1993. The effects of energy and protein supplements on springs-calving cows. Animal Science Research Report. pp 111-117.
- 27-\_\_\_\_\_;\_\_\_\_\_;\_\_\_\_\_; PURVIS, H. T. 1995. Effects of feeding energy or protein supplements before or after calving on performance of spring-calving cows grazing native range. Department of Animal Science, Oklahoma State University. 73:657-664.
- 28- MAUTNER, M. K.; TORRENTS, J. A. 1992. Efecto de la suplementación en distintos momentos del año sobre el comportamiento en vacas Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 133 p.
- 29- MC DONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. 1986. Nutrición animal. 3ª. ed Zaragoza, Acribie. 518 p.
- 30-METHOL, M. 1997. Utilización de residuos de cosecha: una alternativa de suplementación 2º ed.. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica Nº 13. pp 218-224.
- 31- MIERES, J. M. 1997. Relaciones planta-animal-suplemento. Suplementación estratégica de la cría y recria ovina y vacuna. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie de Actividades de Difusión Nº 129. pp 1-4.
- 32- MILLER, E.; RAVASCHIO, R.; MUJICA, R.; FORMOSO, D. 1985. Comparación de dos sistemas de pastoreo para producción de carne en un campo natural sobre Cristalino. In Primer Seminario Nacional Sobre Campo Natural. Estación

Experimental de Bañados de Medina. Cerro Largo. pp 36.

- 33- MORTIMER, R. G.; BOYD, G. W.; MORRIS, D. L. 1991. Evaluating the impact of body condition on production parameters in beef cows. *Veterinary Medicine*. 86(10): 1030-1036.
- 34- NRC 1976. Nutrient requeriment of beef cattle.
- 35- \_\_\_\_\_. 1996. Nutrient requeriment of beef cattle.
- 36- ODDE, K. G.; SNELLING, W. M. 1991. Reproductive efficiency in beef cattle: nutrition and medical considerations. *Proceedings of the Annual Convention. American Association of Bovine Practitioners*. 23: 58-61.
- 37- ODHUBA, E. K.; CARLES A. B. 1990. The role of strategic supplementation and weaning in the control of fertility of range - fed beef cattle. *East African Agricultural and Forestry Journal. Kenya*. 55(4): 197-211.
- 38- OLMOS, F. 1992. Aportes para el manejo de campo natural. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica N° 20. 40 p.
- 39- ORCASBERRO, R.; IBAÑEZ, W.; VIZCARRA, J. A. 1987. Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal en vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas N° 7*. pp 45- 47.
- 40- \_\_\_\_\_.; VIZCARRA, J. A.; MENDEZ, J. 1988. Condición por apreciación visual en vacas Hereford. *Revista Plan Agropecuario N° 44*. pp 33-34.
- 41- \_\_\_\_\_.; SOCA, P.; PEREYRA, F.; LOPEZ, C.; BURGUEÑO, J. 1990. Efecto de la asignación de forraje durante otoño y del destete temporario a inicio de entore sobre la performance de vacas Hereford en campo natural. *Seminario Nacional de Campo Natural*. (2º, Tacuarembó, Uruguay). pp 311-316.
- 42- \_\_\_\_\_. 1993. Suplementación invernal de vacunos con concentrado. In *Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica (IV 1993, Montevideo) Asoc. De Ing. Agrónomos del Uruguay*. pp 22-27.
- 43- \_\_\_\_\_. 1997. Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría 2º ed.. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica N° 13. pp 158-169.

- 44- \_\_\_\_\_. 1997. Manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría. Avances en generación y validación de tecnología. Revista Plan Agropecuario N° 74. pp 29-34.
- 45- \_\_\_\_\_.; MARISCHAL, M. de J.; ARIAS, G.; COSTABEL, M.; PIAGGIO, L. 1998. Alimentos. Cátedra de Nutrición Animal. Facultad de Agronomía. 28 p.
- 46- OSORO, K. 1989. Manejo de las reservas corporales y utilización del pasto en los sistemas de producción de carne con vacas madres establecidas en zonas húmedas. Investigaciones Agrarias. Producción y Sanidad Animal. 4(3): 207-240.
- 47- PIATKOWSKY, B. 1982. Metabolismo y conversión de la energía durante la preñez y la lactación. El aprovechamiento de los alimentos en el rumiante. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 366-391.
- 48- FIGURINA, G.; BRITO, G. 1996. Manejo nutricional de la vaca de cría. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie de Actividades de Difusión N° 105. pp 26-35.
- 49- \_\_\_\_\_. 1997. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva 2° ed. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica N° 13.. pp 195-197.
- 50- PRESTON, T. R. and WILLIS, M. B. 1970. Beef calf production. Intensive beef production. Londres, Pergamon Press. pp. 230-231.
- 51- QUINTANS, G.; VAZ MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E. 1993. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie de Actividades de Difusión N° 49. pp 35-53.
- 52- RAE, D. O. 1992. Herd factors, parity, and body condition score of beef cattle: diagnostic adjuncts to pregnancy examination. Department of Large Animal Clinical Sciences. College of Veterinary Medicine. University of Florida. pp 256-262
- 53- RANDEL, R. D. 1990. Nutritional and postpartum rebreeding in cattle. Journal of Animal Science. 68(3): 853-862.
- 54- RITCHIE, H.; HAWKINS, D.; BANKS, D.; KAERCHER, M. 1992. Evaluating

body condition and using it to improve beef cow reproductive performance. Extension Bulletin E., Cooperative Extension Service. Michigan State University N° 2412. 6 p.

- 55- ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. 288 p.
- 56- SANTINI, F. J.; COCINANO, J. R.; ASTIBRA, O. R.; CANGIANO, C. A. 1992a. Principios fisiológicos que afectan la producción de lana, carne y leche cuando se usan alimentos de alta o baja calidad. Cátedra de Nutrición Animal. Facultad de Agronomía. Carbohidratos, Proteínas y Lípidos. Montevideo. pp 51-57.
- 57- SELK, G. E. 1992. The management of beef cattle for efficient reproduction. Oklahoma State University, Cooperative Extension Service. 23 p.
- 58- \_\_\_\_\_. 1992b. Utilización del nitrógeno por el rumiante. Cátedra de Nutrición Animal. Facultad de Agronomía. Carbohidratos, Proteínas y Lípidos. Cód. 253. Montevideo. pp 44-50.
- 59- SCAGLIA, G. 1996. Alternativas para la alimentación de la vaca de cría durante el periodo invernal. Producción Animal. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie de Actividades de Difusión N° 110. pp 55-62.
- 60- \_\_\_\_\_. 1997. Nutrición y reproducción de la vaca de cría: uso de la condición corporal. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica N° 91. 16 p.
- 61- \_\_\_\_\_. 1998. Suplementación invernal de vacas de cría en gestación pastoreando campo natural. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie de Actividades de Difusión N° 172. pp 21-37.
- 62- \_\_\_\_\_.; BRITO, G.; FIGURINA, G.; PITTALUGA, O. 1997. Suplementación invernal de vacas de cría preñadas. Suplementación estratégica de la cría y recria ovina y vacuna. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie de Actividades de Difusión N° 129. pp VI-V9.
- 63- SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. Journal of Animal Science. 68(3): 799-816.
- 64- VERDE, L. S. 1970. Estado actual de los conocimientos sobre crecimiento

compensatorio. Cátedra Bovinos de Carne, Facultad de Agronomía. Uruguay. pp 47-62.

- 65- VESERAT, G. M.; TORELL, R.; KRYSL, L. J. 1991. Body condition: an indicator of nutritional status of beef cows. Fact sheet. College of Agriculture, University of Nevada. Reno. Nevada Coopertative Extension N° 91. 4 p.
- 66- WAGNER, J. J.; LUSBY, K. S.; RAKESTRAW, J. 1985. The influence of body condition score on winter weight and condition losses by spring calving cows. Animal Science Research Report. pp 186-188.
- 67- WIEDMEIER, R. D. 1988. Helping ruminants get more from low-quality forage. Utah Science. Utah Agricultural Experiment Station. 49 (1): 8-22.
- 68- WRIGHT, I. A.; RUSSEL, F. J.; HUNTER, E. A. 1986. The use of body condition scoring to ration beef cows in late pregnancy. British Society of Animal Production. 43 pp 391-396.
- 69- YOUNIS, R. A.; WAGNER, D. G. 1990. Effect of corn gluten feed, soyben meal, and cotton sead mealon intake and utilization of praire hay by beef heifers. Animal Science Research Report N° MP 129 pp 261-268.



## 9- ANEXO

### 9.1- ANALISIS ESTADISTICO

#### Análisis de correlaciones para el tratamiento afrechillo de arroz (A.A.)

9 'VAR' Variables: PC EM CCI CCF CCP PI PF PP PT

Variable	N	Simple Statistics				
		Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
PC	24	0.3250	0.0299	7.8000	0.2300	0.3500
EM	24	4.3071	0.3843	103.3700	3.1000	4.6200
CCI	24	4.0417	0.5299	97.0000	3.0000	5.0000
CCF	24	3.9792	0.3753	95.5000	3.0000	4.5000
CCP	22	3.7955	0.5038	83.5000	3.0000	4.5000
PI	24	353.7500	38.4100	8490	270.0000	424.0000
PF	24	381.4167	38.2326	9154	300.0000	447.0000
PP	22	361.1364	42.9155	7945	283.0000	451.0000
PT	20	31.6750	4.7746	633.5000	23.5000	41.0000

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0  
/ Number of Observations

	PC	EM	CCI	CCF	CCP	PI
PC	1.00000 0.0 24	0.99551 0.0001 24	0.16450 0.4424 24	0.24194 0.2547 24	-0.07930 0.7257 22	0.19706 0.3560 24
EM	0.99551 0.0001 24	1.00000 0.0 24	0.19277 0.3668 24	0.25578 0.2277 24	-0.06366 0.7784 22	0.20500 0.3366 24
CCI	0.16450 0.4424 24	0.19277 0.3668 24	1.00000 0.0 24	0.49646 0.0136 24	0.37587 0.0847 24	0.45874 0.0242 22
CCF	0.24194 0.2547 24	0.25578 0.2277 24	0.49646 0.0136 24	1.00000 0.0 24	0.15591 0.4884 24	0.12479 0.5612 22
CCP	-0.07930 0.7257 22	-0.06366 0.7784 22	0.37587 0.0847 22	0.15591 0.4884 22	1.00000 0.0 22	0.78712 0.0001 22
PI	0.19706 0.3560 24	0.20500 0.3366 24	0.45874 0.0242 24	0.12479 0.5612 24	0.78712 0.0001 24	1.00000 0.0 22
PF	0.22761 0.2848 24	0.23956 0.2595 24	0.40042 0.0525 24	0.18092 0.3975 24	0.82618 0.0001 22	0.97358 0.0001 24
PP	0.15589 0.4885 22	0.16096 0.4743 22	0.34297 0.1181 22	0.23188 0.2991 22	0.90441 0.0001 22	0.84449 0.0001 22

	PC	EM	CCI	CCF	CCP	PI
PT	0.06153	0.06318	-0.19407	-0.23290	0.13726	0.35267
	0.7966	0.7913	0.4123	0.3231	0.5639	0.1272
	20	20	20	20	20	20
	PF	PP	PT			
PF	1.00000	0.90847	0.36551			
	0.0	0.0001	0.1130			
	24	22	20			
PP	0.90847	1.00000	0.17646			
	0.0001	0.0	0.4567			
	22	22	20			
PT	0.36551	0.17646	1.00000			
	0.1130	0.4567	0.0			
	20	20	20			

### Análisis de correlaciones para el tratamiento mezcla (A.A.+ M)

9 'VAR' Variables: PC EM CCI CCF CCP PI PF PP PT

Variable	N	Simple Statistics				
		Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
PC	24	0.3971	0.0104	9.5300	0.3500	0.4000
EM	24	5.1017	0.1245	122.4400	4.5400	5.1500
CCI	24	3.9167	0.4584	94.0000	3.0000	5.0000
CCF	24	3.8750	0.3686	93.0000	3.0000	4.5000
CCP	24	3.5208	0.4995	84.5000	3.0000	4.5000
PI	24	363.8750	44.7644	8733	283.0000	475.0000
PF	24	390.5000	46.9014	9372	306.0000	516.0000
PP	24	364.7083	42.8359	8753	280.0000	457.0000
PT	23	30.5870	4.0160	703.5000	22.5000	40.5000

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0  
/ Number of Observations

	PC	EM	CCI	CCF	CCP	PI
PC	1.00000	0.97943	0.03794	-0.04246	0.01218	0.40384
	0.0	0.0001	0.8603	0.8438	0.9549	0.0503
	24	24	24	24	24	24
EM	0.97943	1.00000	-0.01270	-0.11369	-0.01456	0.42426
	0.0001	0.0	0.9530	0.5969	0.9462	0.0388
	24	24	24	24	24	24
CCI	0.03794	-0.01270	1.00000	0.51461	0.38763	0.20711
	0.8603	0.9530	0.0	0.0101	0.0613	0.3315
	24	24	24	24	24	24
CCF	-0.04246	-0.11369	0.51461	1.00000	0.30991	-0.05237
	0.8438	0.5969	0.0101	0.0	0.1405	0.8080
	24	24	24	24	24	24
CCP	0.01218	-0.01456	0.38763	0.30991	1.00000	-0.00474
	0.9549	0.9462	0.0613	0.1405	0.0	0.9825
	24	24	24	24	24	24
PI	0.40384	0.42426	0.20711	-0.05237	-0.00474	1.00000
	0.0503	0.0388	0.3315	0.8080	0.9825	0.0
	24	24	24	24	24	24

	PC	EM	CCI	CCF	CCP	PI
PF	0.33416	0.36156	0.22042	0.07042	0.00418	0.91795
	0.1105	0.0826	0.3007	0.7437	0.9846	0.0001
	24	24	24	24	24	24
PP	0.28252	0.28159	0.15813	0.06643	0.29085	0.80038
	0.1810	0.1825	0.4605	0.7578	0.1679	0.0001
	24	24	24	24	24	24
PT	0.12358	0.20750	0.02837	-0.23302	-0.07584	0.46950
	0.5743	0.3421	0.8978	0.2846	0.7309	0.0238
	23	23	23	23	23	23
	PF	PP	PT			
PF	1.00000	0.69101	0.48181			
	0.0	0.0002	0.0199			
	24	24	23			
PP	0.69101	1.00000	0.30378			
	0.0002	0.0	0.1588			
	24	24	23			
PT	0.48181	0.30378	1.00000			
	0.0199	0.1588	0.0			
	23	23	23			

### Análisis de correlaciones para el tratamiento expeller de girasol(E.G.)

9 'VAR' Variables: PC EM CCI CCF CCP PI PF PP PT

Variable	N	Simple Statistics				
		Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
PC	24	0.7667	0.0313	18.4000	0.6400	0.7800
EM	24	4.4133	0.1754	105.9200	3.7100	4.4900
CCI	24	4.0625	0.5770	97.5000	3.0000	5.0000
CCF	24	4.0000	0.2949	96.0000	3.5000	4.5000
CCP	23	4.1739	0.2864	96.0000	3.5000	4.5000
PI	24	354.4583	47.8321	8507	261.0000	449.0000
PF	24	383.8333	48.3499	9212	277.0000	479.0000
PP	23	369.6957	40.4143	8503	281.0000	442.0000
PT	23	29.6087	3.4111	681.0000	22.5000	36.5000

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0  
/ Number of Observations

	PC	EM	CCI	CCF	CCP	PI
PC	1.00000	0.99763	0.31298	0.37684	0.21784	0.44451
	0.0	0.0001	0.1364	0.0695	0.3180	0.0295
	24	24	24	24	23	24
EM	0.99763	1.00000	0.30291	0.38249	0.20813	0.42867
	0.0001	0.0	0.1502	0.0651	0.3406	0.0366
	24	24	24	24	23	24
CCI	0.31298	0.30291	1.00000	0.44721	-0.05405	0.38648
	0.1364	0.1502	0.0	0.0284	0.8065	0.0621
	24	24	24	24	23	24
CCF	0.37684	0.38249	0.44721	1.00000	-0.13160	0.07090
	0.0695	0.0651	0.0284	0.0	0.5495	0.7420
	24	24	24	24	23	24

	PC	EM	CCI	CCF	CCP	PI
CCP	0.21784 0.3180 23	0.20813 0.3406 23	-0.05405 0.8065 23	-0.13160 0.5495 23	1.00000 0.0 23	0.31517 0.1430 23
PI	0.44451 0.0295 24	0.42867 0.0366 24	0.38648 0.0621 24	0.07090 0.7420 24	0.31517 0.1430 23	1.00000 0.0 24
PF	0.54864 0.0055 24	0.53395 0.0072 24	0.33938 0.1047 24	0.11893 0.5799 24	0.43683 0.0371 23	0.85476 0.0001 24
PP	0.53135 0.0091 23	0.52276 0.0105 23	0.21713 0.3196 23	0.01119 0.9596 23	0.44071 0.0353 23	0.75990 0.0001 23
PT	-0.04427 0.8410 23	-0.05606 0.7994 23	0.37396 0.0788 23	0.13259 0.5465 23	0.04957 0.8223 23	0.32237 0.1336 23
PF	1.00000 0.0 24	0.95874 0.0001 23	0.21893 0.3156 23			
PP	0.95874 0.0001 23	1.00000 0.0 23	0.21276 0.3297 23			
PT	0.21893 0.3156 23	0.21276 0.3297 23	1.00000 0.0 23			

### Análisis de correlaciones para el tratamiento testigo(T)

7 'VAR' Variables: CCI CCF CCP PI PF PP PT

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
CCI	24	4.0000	0.4890	96.0000	3.0000	4.5000
CCF	24	3.2917	0.5090	79.0000	2.5000	4.0000
CCP	24	3.0000	0.5316	72.0000	2.5000	4.5000
PI	24	341.2500	29.5388	8190	292.0000	405.0000
PF	24	351.2083	30.9389	8429	296.0000	419.0000
PP	24	335.9583	37.0246	8063	267.0000	406.0000
PT	24	28.0208	3.2117	672.5000	23.0000	36.5000

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0  
/ Number of Observations

	CCI	CCF	CCP	PI
CCI	1.00000 0.0 24	0.65507 0.0005 24	0.16725 0.4347 24	0.46955 0.0206 24
CCF	0.65507 0.0005 24	1.00000 0.0 24	0.28120 0.1832 24	0.43306 0.0345 24

	CCI	CCF	CCP	PI
CCP	0.16725	0.28120	1.00000	0.62989
	0.4347	0.1832	0.0	0.0010
	24	24	24	24
PI	0.46955	0.43306	0.62989	1.00000
	0.0206	0.0345	0.0010	0.0
	24	24	24	24
PF	0.49716	0.44602	0.66615	0.93473
	0.0134	0.0289	0.0004	0.0001
	24	24	24	24
PP	0.27856	0.34906	0.77203	0.70876
	0.1875	0.0946	0.0001	0.0001
	24	24	24	24
PT	0.35989	0.13576	0.24829	0.57465
	0.0841	0.5271	0.2421	0.0033
	24	24	24	2
	PF	PP	PT	
PF	1.00000	0.80770	0.59285	
	0.0	0.0001	0.0023	
	24	24	24	
PP	0.80770	1.00000	0.42543	
	0.0001	0.0	0.0382	
	24	24	24	
PT	0.59285	0.42543	1.00000	
	0.0023	0.0382	0.0	
	24	24	24	

## ANALISIS DE VARIANZAS (UTILIZANDO COVARIABLES)

General Linear Models Procedure

### Dependent Variable: PC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	2.67864663	0.53572933	867.30	0.0001
Error	65	0.04015056	0.00061770		
Corrected Total	70	2.71879718			

R-Square	C.V.	Root MSE	PC Mean
0.985232	4.987577	0.02485	0.49831

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	2.60825710	1.30412855	2111.26	0.0001
CCI	1	0.00050153	0.00050153	0.81	0.3709
PI	1	0.00248295	0.00248295	4.02	0.0491
DG	1	0.00012125	0.00012125	0.20	0.6592

AA	0.32481342	1	.	0.0001	0.0001
AA+M	0.39644776	2	0.0001	.	0.0001
EG	0.76643937	3	0.0001	0.0001	.

### Dependent Variable: EM

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	9.34596058	1.86919212	30.02	0.0001
Error	65	4.04667604	0.06225655		
Corrected Total	70	13.39263662			

R-Square	C.V.	Root MSE	EM Mean
0.697843	5.415731	0.24951	4.60718

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	8.42457811	4.21228905	67.66	0.0001
CCI	1	0.03606507	0.03606507	0.58	0.4493
PI	1	0.15628469	0.15628469	2.51	0.1180
DG	1	0.00717738	0.00717738	0.12	0.7353

AA	4.30045128	1	.	0.0001	0.1364
AA+M	5.09690129	2	0.0001	.	0.0001
EG	4.41141623	3	0.1364	0.0001	.

### Dependent Variable: CCF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	12.1761585	2.0293598	17.59	0.0001

Error	88	10.1501573	0.1153427
Corrected Total	94	22.3263158	

R-Square	C.V.	Root MSE	CCF Mean
0.545372	8.974696	0.33962	3.78421

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	7.88772782	2.62924261	22.80	0.0001
PI	1	0.04152279	0.04152279	0.36	0.5501
CCI	1	3.81673597	3.81673597	33.09	0.0001
DG	1	0.19713222	0.19713222	1.71	0.1945

AA	3.95995054	1	.	0.7556	0.7391	0.0001
AA+M	3.92842703	2	0.7556	.	0.5162	0.0001
EG	3.99335602	3	0.7391	0.5162	.	0.0001
T	3.26243101	4	0.0001	0.0001	0.0001	.

### Dependent Variable: CCP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	20.2438659	3.3739777	17.78	0.0001
Error	86	16.3206502	0.1897750		
Corrected Total	92	36.5645161			

R-Square	C.V.	Root MSE	CCP Mean
0.553648	12.05766	0.43563	3.61290

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	14.2003590	4.7334530	24.94	0.0001
PI	1	1.9417281	1.9417281	10.23	0.0019
CCI	1	0.2614388	0.2614388	1.38	0.2437
DG	1	0.0081768	0.0081768	0.04	0.8361

AA	3.80212630	1	.	0.0206	0.0099	0.0001
AA+M	3.49291016	2	0.0206	.	0.0001	0.0012
EG	4.14845511	3	0.0099	0.0001	.	0.0001
T	3.04620459	4	0.0001	0.0012	0.0001	.

### Dependent Variable: PF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	149613.313	24935.552	80.33	0.0001
Error	88	27316.687	310.417		
Corrected Total	94	176930.000			

R-Square	C.V.	Root MSE	PF Mean
0.845607	4.685812	17.6187	376.000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	5989.365	1996.455	6.43	0.0005

PI	1	107162.458	107162.458	345.22	0.0001	
CCI	1	24.838	24.838	0.08	0.7779	
DG	1	5.641	5.641	0.02	0.8931	
AA	380.181254	1	.	0.9941	0.7040	0.0006
AA+M	380.220180	2	0.9941	.	0.7085	0.0008
EG	382.158642	3	0.7040	0.7085	.	0.0002
T	361.614142	4	0.0006	0.0008	0.0002	.

### Dependent Variable: PP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	109002.721	18167.120	28.19	0.0001
Error	86	55431.602	644.554		
Corrected Total	92	164434.323			

R-Square	C.V.	Root MSE	PP Mean
0.662895	7.098032	25.3881	357.677

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	7618.8426	2539.6142	3.94	0.0110
PI	1	83315.7390	83315.7390	129.26	0.0001
CCI	1	9.5405	9.5405	0.01	0.9035
DG	1	3367.1133	3367.1133	5.22	0.0247

AA	363.062115	1	.	0.4587	0.5050	0.0099
AA+M	357.377128	2	0.4587	.	0.1547	0.0668
EG	368.186079	3	0.5050	0.1547	.	0.0018
T	342.970941	4	0.0099	0.0668	0.0018	.

### Dependent Variable: PT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	378.005850	63.000975	4.92	0.0002
Error	83	1063.741372	12.816161		
Corrected Total	89	1441.747222			

R-Square	C.V.	Root MSE	PT Mean
0.262186	11.97536	3.57997	29.8944

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
TRAT	3	128.630414	42.876805	3.35	0.0230
PI	1	200.778268	200.778268	15.67	0.0002
CCI	1	0.989737	0.989737	0.08	0.7818
DG	1	1.064205	1.064205	0.08	0.7739

AA	31.7883303	1	.	0.1649	0.0376	0.0030
AA+M	30.2297938	2	0.1649	.	0.4632	0.1053
EG	29.4403295	3	0.0376	0.4632	.	0.3624
T	28.4300233	4	0.0030	0.1053	0.3624	.



## ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE (STEPWISE)

### TRAT=AA

Stepwise Procedure for Dependent Variable CCGAN

Step 1 Variable DG Entered  
 R-square = 0.23923707 C(p) =1.58613759

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	1	0.00007501	0.00007501	6.60	0.0179
Error	21	0.00023853	0.00001136		
Total	22	0.00031354			

Variable	Parameter Estimate	Standar Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	0.02294120	0.00923132	0.00007015	6.18	0.0215
DG	-0.00015522	0.00006040	0.00007501	6.60	0.0179

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.  
 Summary of Stepwise Procedure for Dependent Variable CCGAN

Step	Variable		Number In	Partial		Model C(p)	F	Prob>F
	Entered	Removed		R**2	R**2			
1	DG		1	0.2392	0.2392	1.5861	6.6039	0.0179

### TRAT=AA+M

Stepwise Procedure for Dependent Variable CCGAN

Step 1 Variable CCI Entered R-square = 0.18381024 C(p) =-0.30962273

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	1	0.00006871	0.00006871	4.95	0.0366
Error	22	0.00030512	0.00001387		
Total	23	0.00037383			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	0.01387828	0.00667804	0.00005990	4.32	0.0496
CCI	-0.00377052	0.00169395	0.00006871	4.95	0.0366

Summary of Stepwise Procedure for Dependent Variable CCGAN

Step	Variable		Number In	Partial		Model C(p)	F	Prob>F
	Entered	Removed		R**2	R**2			
1	CCI		1	0.1838	0.1838	-0.3096	4.9545	0.0366

**TRAT=EG**

Stepwise Procedure for Dependent Variable CCGAN

Step 1 Variable CCI Entered R-square = 0.57267500 C(p) =  
1.25275216

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	1	0.00029883	0.00029883	29.48	0.0001
Error	22	0.00022299	0.00001014		
Total	23	0.00052182			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	0.02396218	0.00471923	0.00026132	25.78	0.0001
CCI	-0.00624751	0.00115059	0.00029883	29.48	0.0001

Summary of Stepwise Procedure for Dependent Variable CCGAN

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number In	Partial R**2	Model R**2	C(p)	F	Prob>F
1	CCI		1	0.5727	0.5727	1.2528	29.4831	0.0001