

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y ciencias de
la Producción**

“Evaluación de dos Niveles de Harina de Gandul (Cajanus
cajan) Como Alternativas de Proteína en Dietas en la Etapa
de Lactancia de Cerdas Nulíparas”

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Presentada por:

Mario Jacobo Velásquez Solórzano

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi luz y verdad en este largo andar, a mis Padres, por ser mis guías y ejemplo a seguir. A mi querida esposa, que siempre estuvo a mi lado apoyándome. A la Estación Experimental Boliche del INIAP, y especialmente al Director de Tesis: Dr. Johns Rodríguez, Responsable del Programa de Porcinos, que con su acertada guía y colaboración se finalizó con éxito el presente trabajo.

DEDICATORIA

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Paúl Herrera S.
DELEGADO DECANO FIMCP
PRESIDENTE

Dr. Johns Rodríguez A.
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Alex Zambrano D.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESADA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Mario Jacobo Velásquez Solórzano

RESUMEN

Este estudio se lo llevó a cabo en el Programa de Porcinos de la Estación Experimental "Boliche" del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), situada en la parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi provincia del Guayas, en el km. 26 de la vía Duran-Boliche, a 2°15'15" de latitud sur y 73°38'4" de longitud occidental. La zona se encuentra a 17 msnm, la temperatura promedio anual es de 24 °C, con una humedad relativa del 83 %, y una precipitación media anual de 1025 mm.

Los objetivos de esta investigación fueron:

- Evaluar los sistemas de alimentación de porcinos con ingredientes no tradicionales (Gandul) en el trópico ecuatoriano, para las diferentes etapas de los cerdos.
- Evaluar diferentes niveles de harina de gandul como una fuente de proteína en dietas para cerdas en la etapa de lactancia.
- Evaluar en términos económicos la alternativa tecnológica de utilización de niveles de harina de gandul.
- Evaluar el efecto de la dieta con harina de gandul, en los lechones lactantes.

Los equipos y materiales utilizados fueron los siguientes:

- Tres dietas experimentales para cerdas en la etapa de lactancia al 0 %, 20 % y 30 % de harina de grano de gandul.
- Veintiún cerdas primerizas de raza Yorkshire x Landrace.
- Veintiún corrales de 9.6 m² equipados con comederos y bebederos.
- Una dieta comercial de preiniciación para lechones.

Para este experimento se utilizó, las mismas cerdas de la etapa de gestación que fueron alimentadas con la harina de grano de gandul. A las nueve cerdas pertenecientes al tratamiento del 20 % de harina de grano de gandul en la etapa de gestación, se las sometió a sorteo, de manera que fueron asignadas: tres cerdas al nivel 0 % de harina de grano de gandul en la etapa de lactancia, tres cerdas al nivel del 20%, y tres cerdas al nivel del 30 %. Las nueve cerdas pertenecientes al tratamiento del 30 % en la etapa de gestación, también se las sorteó quedando de la siguiente forma: tres cerdas para el nivel del 0 %, tres cerdas para el 20 %, y tres cerdas para el nivel del 30 % de harina de grano de gandul. Mientras que las tres cerdas que pertenecieron al tratamiento del 0 % en la etapa de gestación continuaron en el mismo nivel del 0 % de harina de grano de gandul en la etapa de lactancia.

Se proporcionó una dieta de preiniciación para los lechones a partir de los quince días de edad, hasta el destete, la cual fue palatable, rica en proteína, energía digestible, baja en fibra y en humedad. El balanceado suministrado a los lechones era comercial pre-iniciador.

El tiempo que duró la lactación fue de cuarenta y dos días y el suministro de agua y alimento fue a voluntad tanto para las cerdas madres como para sus lechones.

En este estudio se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos. Cada tratamiento tiene tres repeticiones, se realizó un análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo, el tratamiento testigo (0-0) se lo aisló del diseño pero sus datos fueron registrados y tabulados para compararlos con los demás tratamientos.

Durante la etapa de lactancia, el cambio de peso corporal de la cerda madre no registro diferencias significativas, en cambio las camadas si presentaron diferencias significativas entre tratamientos, registrando el mayor cambio de peso corporal las camadas procedentes del tratamiento (30-0) con un valor promedio por lechón de 12.85 Kg.

El consumo promedio diario de alimento de las dietas con diferentes niveles de gandul para las cerdas madres, no registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, a diferencia de sus camadas que sí presentaron variaciones en el consumo de alimento iniciador comercial, de manera especial la camada perteneciente al tratamiento (30-0) con un consumo de 5,38 Kg./lechón durante toda la lactancia.

Además las camadas pertenecientes al tratamiento (30-0) registraron el mayor peso promedio por lechón al destete en Kilogramos con un valor de 14,95 Kg.

De acuerdo al análisis económico realizado y a las condiciones experimentales, los tratamientos que mayor utilidad neta produjeron fueron: el (30-0), y el (30-20); los cuales contenían 0 % y 20 % de harina de grano de gandul respectivamente.

OBJETIVOS

- Evaluar los sistemas de alimentación de porcinos con ingredientes no tradicionales (Gandul) en el trópico ecuatoriano, para las diferentes etapas de los cerdos.
- Evaluar diferentes niveles de harina de gandul como una fuente de proteína en dietas para cerdas en la fase de lactancia.
- Evaluar en términos económicos la alternativa tecnológica de utilización de niveles de harina de gandul.
- Evaluar el efecto de la dieta con harina de gandul, en los lechones lactantes.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
OBJETIVOS.....	III
INDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
1.1 Origen y distribución del cultivo de gandul.....	5
1.1.1 Origen.....	5
1.1.2 Distribución.....	6
1.2 Descripción	6
1.3 Requerimientos.....	7
1.4 Características generales del gandul.....	9
1.5 Usos del gandul.....	10
1.5.1 Alimentación humana.....	10
1.5.2 Alimentación animal.....	11

1.5.3 Potencial como planta forrajera.....	13
1.6 Importancia Nacional del gandul.....	14
1.7 Harina de grano de gandul.....	15
1.7.1 Método de procesamiento.....	15
1.7.2 Composición bromatológica del grano de gandul.....	16

CAPITULO 2

2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS CERDAS

EN LA ETAPA DE LACTANCIA.....	18
2.1 Generalidades.....	18
2.1.1 Necesidades de proteína.....	21
2.1.2 Necesidades de energía.....	24
2.1.3 Necesidades de lípidos.....	26
2.1.4 Necesidades de vitaminas.....	29
2.1.5 Necesidades de minerales.....	32
2.1.6 Necesidades de agua.....	36
2.2 Requerimientos nutricionales de los lechones lactantes.....	37
2.2.1 Necesidades de proteína.....	39
2.2.2 Necesidades de energía.....	41
2.2.3 Necesidades de vitaminas.....	44
2.2.4 Necesidades de minerales.....	47

CAPÍTULO 3

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	50
3.1 Localización del experimento.....	50
3.2 Equipos y materiales.....	51
3.3 Procedimiento experimental.....	52
3.4 Manejo de la cerda lactante.....	52
3.5 Manejo de los lechones lactantes.....	54
3.6 Factores en estudio y niveles.....	56
3.7 Tratamientos.....	57
3.8 Unidad experimental.....	58
3.9 Diseño experimental.....	58
3.10 Análisis estadístico y nivel de significancia.....	59
3.11 Datos obtenidos.....	60
3.11.1 Cambio de peso corporal de la cerda desde el primer día de lactancia hasta el día cuarenta y dos.....	60
3.11.2 Número de lechones.....	60
3.11.3 Consumo total de alimento por cerda.....	61
3.11.4 Cambio de peso corporal de la camada desde el primer día post-parto hasta el día cuarenta y dos de lactancia.....	61
3.11.5 Consumo promedio de alimento por lechón en kilogramos	61
3.11.6 Peso promedio de los lechones destetados.....	62

3.12 Análisis económico.....	62
3.12.1 Análisis de presupuesto parcial.....	62
3.12.2 Análisis de dominancia.....	63
3.12.3 Análisis marginal.....	63

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS.....	64
4.1 Duración del experimento.....	64
4.2 Cambio de peso corporal de la cerda desde el primer día de lactancia hasta el día cuarenta y dos.....	65
4.3 Consumo de alimento de las cerdas durante toda la lactancia.....	69
4.4 Cambio de peso corporal de los lechones desde el primer día post-parto hasta el día cuarenta y dos de lactancia.....	72
4.5 Consumo promedio de alimento por lechón en kilogramos durante toda la lactancia... ..	75
4.6 Peso promedio de los lechones a los cuarenta y dos días o destete	78
4.7 Costos de la investigación.....	81
4.7.1 Costos de las dietas experimentales.....	81
4.7.2 Costo diario de alimento consumido por las cerdas.....	81
4.7.3 Costo total de alimento consumido por las cerdas.....	82
4.8 Análisis económico del proyecto.....	84
4.8.1 Análisis del presupuesto parcial.....	84

4.8.2 Análisis de dominancia.....	85
4.8.3 Análisis marginal.....	85

CAPÍTULO 5

5. DISCUSIÓN.....	89
--------------------------	-----------

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
---	-----------

6.1 Conclusiones.....	92
-----------------------	----

6.2 Recomendaciones.....	94
--------------------------	----

ANEXOS BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
cm.	Centímetro
DCA	Diseño completamente al azar
E.D. (Kcal/Kg)	Energía digestible. Kilocalorías por kilogramos
E.N.	Energía Neta
FB	Fibra bruta
g	Gramo
g/día	Gramo por día
Kcal. EM/Kg	Kilocalorías de energía metabolizable por kilogramo
Kg	Kilogramo
Lact.	Lactancia
m²	Metro cuadrado
mg	Miligramo
mm/año	Milímetros por año
msnm	Metro sobre el nivel del mar
min	Minuto
Nacim.	Nacimiento
NRC	Nacional Research Council
°C	Grado centígrado
opt.	Óptimo
Pág.	Página
PC	Proteína cruda
pH	Potencial de hidrogeno
plts/ha	Plantas por hectárea
Postp.	Post-parto
P.V.	Peso Vivo
Sica	Servicio de información y censo agropecuario
TMR	Tasa marginal de retorno
ton	Toneladas
ton/ha	Toneladas por hectárea
var	Variedad

SIMBOLOGÍA

$>$	Mayor que
$\%$	Porcentaje
\leq	Menor o igual

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 4.1 Regresión lineal simple del cambio de peso de las cerdas versus el cambio de peso de los lechones.....	67
Figura 4.2 Regresión lineal simple del cambio de peso de las cerdas versus el peso promedio de los lechones.....	68
Figura 4.3 Regresión lineal simple del consumo de alimento de las cerdas versus el número de lechones	71
Figura 4.4 Regresión lineal simple del consumo de alimento de las cerdas versus el cambio de peso corporal de los lechones.....	74
Figura 4.5 Regresión lineal simple del consumo de alimento versus el cambio de peso corporal de los lechones.....	77
Figura 4.6 Regresión lineal simple del consumo de alimento versus el promedio del lechón destetado.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Características agronómicas donde se desarrolla el gandul.....	8
Tabla 2 Composición proximal del gandul (%).....	16
Tabla 3 Composición de aminoácidos del gandul.....	17
Tabla 4 Necesidades nutricionales de las cerdas primerizas en la etapa de lactancia.....	28
Tabla 5 Necesidades de vitaminas para cerdas primerizas en la etapa de lactancia.....	31
Tabla 6 Necesidades de macro y microminerales de las cerdas primerizas en la etapa de lactancia.....	35
Tabla 7 Necesidades nutricionales de los lechones lactantes.....	43
Tabla 8 Necesidades de vitaminas de los lechones lactantes.....	46
Tabla 9 Necesidades de macro y micro minerales de los lechones lactantes.....	49
Tabla 10 Tratamientos.....	58
Tabla 11 Esquema del análisis de varianza.....	59
Tabla 12 Análisis de varianza del cambio de peso corporal de las cerdas.....	66
Tabla 13 Análisis de varianza del consumo total de alimento de las cerdas.....	70
Tabla 14 Análisis de varianza del cambio de peso corporal de los lechones.....	73
Tabla 15 Análisis de varianza del consumo promedio de alimento por lechón.....	76
Tabla 16 Análisis de varianza del peso promedio de los lechones a los cuarenta y dos días o destete.....	79
Tabla 17 Costos de las dietas experimentales.....	84
Tabla 18 Resultados de los costos de la investigación.....	85
Tabla 19 Análisis del presupuesto parcial de los lechones.....	86
Tabla 20 Análisis de dominancia de los costos de alimentación.....	87
Tabla 21 Análisis marginal de tratamientos alternativos no dominados.....	88

INTRODUCCIÓN

La nutrición porcina es una ciencia en evolución permanente. Lo demuestra la enorme cantidad de trabajos que se publican anualmente y el gran número de equipos de investigadores que en diferentes universidades, empresas y otros centros repartidos por todo el mundo están desarrollando líneas de investigación relacionadas con la nutrición y alimentación del cerdo. Como consecuencia de estos trabajos en los últimos años se están produciendo bases importantes en los sistemas de evaluación nutricional de materias primas, en la estimación y el conocimiento de los requerimientos de los animales en cada una de sus etapas, en la tecnología de fabricación de balanceados o en el tipo de materia prima y aditivos que se utilizan en las dietas.

La industria porcina en el Ecuador es poco desarrollada debido a que más del 70 % de la producción nacional tiene origen en la explotación de tipo casero y solo la diferencia en granjas tecnificadas. Este es un factor que produce que la oferta y la calidad en la carne de cerdo sean deficientes.¹

La alimentación de los cerdos representa para los productores el 75 % de los costos de producción. Los costos de la materia prima e insumos para la producción y reproducción de cerdos son elevados, debido a la demanda y

competencia con otras industrias pecuarias, sumado a la falta de buenos reproductores para mejoramiento genético. Estos factores repercuten en bajos rendimientos, lo que hace que esta actividad sea poco atractiva para los inversionistas.

En los últimos años las leguminosas de grano han recibido renovada atención como fuentes de proteínas para la dieta humana y animal, debido al reconocimiento general del efecto complementario que tienen sobre la dieta de poblaciones alimentadas a base de cereales y tubérculos.

El frijol gandul (*Cajanus cajan*) es una leguminosa de grano que ofrece una buena alternativa puesto que presenta una amplia gama de adaptabilidad a suelos pobres y ácidos, a sequías, así como a tierras bajas tropicales y alturas intermedias, con una producción de 2.5 a 3 ton/ha, en el Ecuador existen sembradas alrededor de 20000 has. distribuidas en las provincias de Guayas, Manabí y Los Ríos. Se ha encontrado que el contenido de proteína es adecuado, sin embargo presenta deficiencias en aminoácidos azufrados totales y triptofano, lo que limita su utilización.²

Se comprobó en investigaciones recientes que el uso del gandul cubre todas las necesidades proteicas en la alimentación de los cerdos, además

representa una ventaja en el aspecto económico, ya que se reducen los costos de la alimentación.

El periodo nutricional más crítico de la vida reproductiva de las cerdas corresponde a la lactancia, debido a la mayor cantidad y calidad de los alimentos que debe consumir para producir rendimientos satisfactorios tanto en producción de leche, u estado nutricional de la camada, como el mantenimiento de ella.

En la lactancia se aumentan las necesidades proteicas, debido al mayor consumo de proteínas por la producción de leche, y a un aumento del índice metabólico.

Los requerimientos nutricionales de la cerda para la lactancia son elevados, razón por la cual debemos lograr altos consumos de balanceado para obtener gran producción de leche y destetar lechones pesados, que la cerda pierda poco estado corporal para lograr un rápido retorno al celo luego del destete, que este sea un celo fértil y prolífico. El consumo inadecuado de proteínas (aminoácidos esenciales) hará que la producción de leche se reduzca.

HIPÓTESIS

- La harina de gandul puede reemplazar parcialmente algunos productos proteicos de origen vegetal en la alimentación de cerdas en la etapa de lactancia.
- Con la utilización de la harina de grano de gandul se reducirá los costos de la alimentación de las cerdas en la etapa de lactancia.
- Con la utilización de las dietas con diferentes niveles de harina de grano de gandul se mejoraran los rendimientos en los parámetros productivos estudiados.

CAPÍTULO 1

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Origen y distribución del cultivo de gandul.

1.1.1 Origen.

No se sabe a ciencia cierta la procedencia del fríjol gandul (*Cajanus cajan*), algunos autores manifiestan que es originario de la India, mientras otros suponen que proviene del continente africano.

La clasificación botánica del gandul se divide de la siguiente manera: Reino: Vegetal; División: Angiospermas; Clase:

Dicotiledóneas; Familia: Leguminosae; Género: cajanus; Especie: cajan; y posee numerosos nombres comunes tales como: gandul, quinchoncho, frijol de palo, guandú.³

En el Ecuador se conoce a esta leguminosa con el nombre de fréjol de palo.

1.1.2 Distribución.

Esta leguminosa se encuentra distribuida en todo el continente africano, en gran parte del continente asiático y en américa del sur.

En el Ecuador se cultiva el gandul en las provincias de Guayas, Los Ríos y Manabí.

1.2 Descripción.

El gandul o fréjol de palo es un arbusto anual o perenne que crece entre uno a tres metros de altura y madura en cinco meses o mas según su cultivar y su relación a la longitud del día.

Las hojas son agudamente lanceoladas o pilosas. Las flores, amarillas, cafés y púrpuras, se agrupan en panojas terminales. Sus vainas son cortas entre cinco a seis centímetros y contienen de dos a seis semillas cuyo color varía entre el blanco y el verde. El color de las vainas es amarillo o rojizo en la madurez fisiológica.⁴

Es un cultivo de alto valor nutritivo sus granos contienen proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales.

1.3 Requerimientos.

El gandul se desarrolla perfectamente en temperaturas que van desde los 18 hasta los 30 °C. Las altas temperaturas y humedad ambiental producen el crecimiento exuberante de la planta. La nubosidad o sombreado originan crecimiento espigado o ahilamiento. En ambos casos, disminuye el rendimiento significativamente. Las temperaturas frías (menores de 17 °C) retardan el crecimiento y desarrollo de la planta, afectando la producción.⁵

Soporta suelos de todo tipo, pero se desarrolla mejor en suelos preferentemente francos, profundos, fértiles y de buen drenaje, no soporta encharcamientos.

El gandul se desarrolla bien en suelos con pH entre 5 y 7. La acidez excesiva del suelo puede causar clorosis o marchites por deficiencias de fósforo y manganeso.

El gandul sobrevive desde el nivel del mar hasta 1000 msnm con una precipitación pluvial anual de 530 a 2800 mm/año.⁶

TABLA 1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DONDE SE DESARROLLA EL GANDUL.

Parámetros	Rangos
Temperatura	18 – 30 ° C
Precipitación	530 – 2800 mm/año
Altura	0 – 1000 msnm.
pH	5 – 7
Suelo	franco arenoso

Elaborado por M. Velásquez.

1.4 Características generales del gandul.

El gandul es una especie muy rustica, pero es una gran productora de fitomasa y excelente banco de proteínas. Además, es una de las especies que posee mayor potencial para la alimentación de cerdos y aves en propiedades de autoconsumo.⁷

Su crecimiento inicial es lento y no soporta competencia por maleza en los primeros 2 meses; la siembra se hace a tres bolillos y se la realiza comúnmente con espeque, en surcos distanciados a 50 cm, y entre 20 y 14 cm. alternos entre plantas. La densidad del cultivo es entre 100.000 y 140.000 plts/ha.⁸

De fotoperiodismo muy marcado, florece de noviembre a enero dependiendo también de la época de siembra. Una vez en floración no se desarrolla más.

En el Ecuador se conocen dos variedades: la var. flavus de flores amarillas con un ciclo de maduración de 90 a 120 días; y la var. bicolor de flores amarillas con rojo, cuyos ciclos de maduración puede ser de dos tipos: semiperennes las cuales florecen una vez al año (noviembre a enero) y sobreviven de 3 a 4 años; e intermedias

con un ciclo de 150 a 270 días. Difieren entre sí por su ciclo y resistencia a plagas, enfermedades y sequía. Las variedades de ciclo corto son altamente susceptibles a plagas como *Heliothis* (*Heliotis spp.*) que ataca a flores y vainas.⁹

La producción promedio de frijol gandul en nuestro país va de 2.5 a 3 ton/ha.

1.5 Usos del gandul.

1.5.1 Alimentación humana.

En países tales como India, Uganda, Bahamas, Panamá, Brasil, Perú y Venezuela el gandul (*Cajanus cajan* Millsp) es una especie cultivada en pequeñas propiedades, donde se utilizan sus granos secos para consumo humano debido a su alto contenido de proteína que oscila entre 18 y 25 %.¹⁰

Gandara (1989), indica que el grano de gandul es utilizado en la alimentación humana, debido no solo a que contiene un alto porcentaje de proteína sino también por su gran aporte de lisina, leucina y metionina.¹¹

Se consume como grano tierno (arveja) y grano seco. Incluyéndolo en la preparación de sopas, ensaladas, menestras, entre otros. También se lo encuentra en conservas o enlatados.

1.5.2 Alimentación animal.

Las semillas caídas al suelo pueden incorporarse como fuente de proteína en las raciones de las aves de corral. Se ha incluido hasta un 30 % en las raciones de partida para los pollos, con igual ganancia de peso que en el caso de los pollos mantenidos con una mezcla isonitrogenada de harina de soya y maíz.¹²

Las semillas del gandul poseen un alto contenido de proteína, alrededor del 23 %, motivo por el cual es utilizado en la alimentación animal, en forma de harina, para sustituir parcialmente a productos tales como la soya, con el fin de abaratar los costos de alimentación.

Las legumbres, semillas y hojas del gandul constituyen un excelente forraje para el ganado bovino. Con frecuencia, se

utiliza para heno y ensilaje (a menudo, con melaza); para este objeto se emplean las variedades de grano pequeño.¹³

Trabajos de evaluación de especies forrajeras, para alimentación de ganado bovino, encontraron que el gandul produjo hasta 60 toneladas de forraje verde conteniendo 15 toneladas de materia seca con promedios de 17% de proteína bruta. En consecuencia sus autores aconsejan el cultivo de gandul como banco de proteína para la suplementación animal.¹⁴

Se evaluó tres niveles de harina de grano de gandul (10, 20 y 30 %), en dietas, para veinticinco cerdos en las fases de crecimiento y acabado, alcanzando el peso requerido de 90 kg. en 83 días para los cerdos del tratamiento del 10 y 20 % de harina de grano de gandul, y de 88 días para los cerdos pertenecientes al tratamiento del 30 %. Indicaron que el tratamiento del 20 %, mostró los mejores resultados, en cuanto a aumento promedio diario, consumo promedio diario, y conversión alimenticia. Además concluyeron que niveles superiores al 30 % de inclusión de harina de grano de gandul en dietas para cerdos reducen la digestión de nutrientes.¹⁵

Wilman García (2004), evaluó cuatro niveles 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul en dietas para cerdos en las fases de crecimiento y acabado. Registrando el mayor peso corporal, y el consumo promedio diario para el tratamiento dos (10 %), pero de acuerdo a su análisis económico realizado y a las condiciones experimentales, las dietas que mayor utilidad neta le produjeron, fueron las del 10 y 20 % de harina de grano de gandul.¹⁶

1.5.3 Potencial como planta forrajera.

Una de las aplicaciones del gandul, es su empleo como abono verde debido a su alta producción de fitomasa y al gran contenido en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. Lo que permite recuperar la materia orgánica del suelo y por ende restaurar su fertilidad, siendo una alternativa más rápida y económica para su mejora y manejo.¹⁷

En un ensayo conducido en Campinas (Brasil) en el que se utilizó gandul como especie recuperadora de suelos, se encontró que el cultivo de arroz luego de un año de gandul aumentó 190 % respecto a la rotación arroz-arroz.¹⁸

El frijol gandul, en algunos países es usado como abono verde, ya que posee una alta capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno.

1.6 Importancia Nacional del gandul.

Ecuagandul-Babahoyo y Ecuagandul-Sabanilla son las empresas de mayor importancia a nivel nacional que se dedican al procesamiento del grano de gandul, procesan alrededor del 30 % de la producción nacional, otro gran porcentaje de la producción se exporta hacia Colombia, pero además, existe un excedente de producción el cual puede ser utilizado para la alimentación animal.¹⁹

Es un producto exportable ya que cuenta con una amplia demanda internacional como arveja, además de que puede ser procesado, enlatado y congelado utilizando las plantas agroindustriales ya instaladas.

1.7 Harina de grano de gandul.

1.7.1 Método de procesamiento.

Muchos de los piensos de los monogástricos se someten a un tratamiento térmico para mejorar sus características organolépticas y nutritivas. El grano crudo de gandul contiene sustancias antimetabólicas (antitripsina), que inhiben los procesos proteolíticos normales durante la digestión del alimento, motivo por el cual, se lo introduce en agua hirviendo por 20 min, destruyendo estas antienzimas, además de inhibir la acción tóxica de la hemaglutinina e incrementar la disponibilidad de los aminoácidos cistina y metionina.²⁰

Después de este proceso se lo expone al sol para su secado, y posteriormente se realiza la molienda, para la obtención de la harina.

1.7.2 Composición bromatológica del grano de gandul.

En la tabla dos y tres se expresa la composición bromatológica del grano de gandul.

TABLA 2 COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL GANDUL (%).

Componente	(%)
Proteína cruda	23
Energía digestible (kcal)	2850
Humedad	12
Extracto etéreo	2
Fibra cruda	10
Ceniza	5

Fuente: Sarría (1999).
Elaborado por: M. Velásquez.

TABLA 3 COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS DEL GANDUL

Componente	(%)
Arginina	1.01
Cystina	0.20
Feninalanina	1.73
Histidina	0.78
Isoleucina	0.65
Lisina	1.61
Leucina	1.32
Metionina	0.11
Tirosina	0.42
Treonina	0.61
Triptofano	0.12
Valina	0.75

Fuente: Allen (1984).

Elaborado por: M. Velásquez.

CAPÍTULO 2

2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS CERDAS EN LA ETAPA DE LACTANCIA.

2.1 Generalidades.

Las necesidades nutricionales corresponden al umbral mínimo de nutrientes que un animal debe disponer en su alimento diario, de acuerdo a su capacidad genética y a su estado fisiológico, para reponer las pérdidas de las reservas debidas al mantenimiento de su masa corporal y aportar los nutrientes necesarios para producir tejidos corporales.²¹

Las necesidades más importantes de la cerda durante la lactancia son para la producción de leche, que puede representar

hasta el 85 % de sus requerimientos nutricionales. Así que, cuánto más grande sea la camada y mayor el peso de destete, mayores serán las necesidades de nutrientes y de alimento de la cerda.

La importancia de la producción de leche no puede ser desestimada, porque por cada kilogramo de peso corporal, la cerda, en el pico de producción láctea, produce, en términos de nutrientes, casi dos veces la leche que produce una vaca lechera, por cada lechón la cerda requiere casi medio kilo adicional de alimento diario. Por ejemplo, una cerda de 160 kg, que amamanta a 8 lechones necesitaría un promedio de 4,8 kg diarios en lactancia. Si tuviera 10 ó 12 lechones aumentaría a 5,6 y 6,5 kg/día respectivamente.²²

Si a la cerda se le ofrece alimento a voluntad, la cantidad de alimento que consumirá durante la lactación estará inversamente relacionada con la cantidad que consumió durante la gestación, si la cerda ha sido alimentada adecuadamente durante la gestación, pero no excesivamente, contiene suficiente grasa para soportar fácilmente una lactación con pérdida de unos 10 kg. si la cerda tiene una camada de nueve o mas lechones, es case inevitable cierta pérdida de peso debido a que las necesidades de nutrientes exceden su

capacidad de consumo de alimento. Siendo esta pérdida de peso mayor cuanto más tardío sea el destete.²³

Durante la lactación la cerda moderna invariablemente pierde peso, con movilización de sus reservas más acentuada en verano, con camadas numerosas y en lactaciones largas.

La composición de las pérdidas de peso en lactación no está formada exclusivamente por tejido graso, sino que también se producen pérdidas importantes de tejido muscular. La cerda acepta pérdidas moderadas de grasa sin dificultad pero no así las pérdidas de tejido muscular. Cada pérdida de 1 kg de PV (peso vivo) equivale a una disminución de la grasa dorsal a la altura P2 de 0,24 mm. Las cerdas híbridas actuales se caracterizan por su alta producción y su bajo contenido en grasa corporal. Si en gestaciones sucesivas el nivel de grasa dorsal baja de 10 mm se ocasionan trastornos reproductivos graves. La estrategia nutricional va dirigida a impedir estas pérdidas de peso y suavizar la pendiente de descenso continuo del porcentaje de grasa a lo largo de la vida del animal.²⁴

Una ración equilibrada se define como el suministro de todos los elementos nutritivos necesarios para alimentar adecuadamente un

animal o grupo de animales. Una ración que no ha sido equilibrada, determina menores aumentos de peso, lo cual se refleja en beneficios menores. Esto explica la necesidad de un buen programa de alimentación.²⁵

Para establecer el racionamiento de los cerdos es preciso conocer las necesidades en todos los nutrientes críticos, en nuestras condiciones particulares.

2.1.1 Necesidades de proteína.

Las proteínas se elaboran a partir de los aminoácidos que se unen entre si formando cadenas, cuando se ingieren las proteínas de las dietas, la enzima proteasa las descompone en aminoácidos para que puedan ser absorbidos en el tracto digestivo.

Las funciones productivas tales como la preñez y la lactancia, aumentan las necesidades proteicas, debido al mayor consumo de proteínas en el embarazo y producción de leche, y a un aumento del índice metabólico.²⁶

Las necesidades de proteínas en cerdas lactantes son, en mucho, función de la cantidad de leche que está proporcionando a sus lechones. Esto, a su vez, depende del número de lechoncitos y de la fase de lactación. Pequeños cambios en el abastecimiento de proteína a las cerdas lactantes no producirán cambios notables en la producción de leche o en el desarrollo de los lechoncitos, sin embargo, se producirán cambios en la composición orgánica de la cerda.²⁷

La producción de leche se puede estimar a partir del crecimiento de la camada de lechones, ya que de media los lechones necesitan 4 g. de leche para engordar 1 g.²⁸

Las cerdas no producen leche baja en proteína, por lo que cuando la ración aporta poca proteína, se movilizan las reservas musculares, hasta un límite, y se produce menos leche.²⁹

Alrededor del 90 % de la proteína ingerida durante la lactación se destinan a cubrir la producción de leche. Debido a las altas necesidades proteicas y a que el aporte proteico de la movilización de las reservas corporales es mínimo, las dietas

deficientes en proteína van provocar una drástica caída de la producción de la leche, lo que se manifestará en un peor crecimiento de los lechones. Dietas con un exceso de proteína no van a mejorar la producción lechera más allá del potencial genético de la cerda, y pueden provocar una reducción del consumo del balanceado, en particular en ambientes cálidos.³⁰

La proteína más que la energía limita la producción de leche en las estirpes actuales.³¹

Niveles de proteína bruta recomendados varían entre 15 y 20 % en función de la calidad y composición aminoácida de la misma.³²

Un exceso proteico mayor al 19 % incrementa las pérdidas urinarias y puede provocar una ligera reducción del consumo de alimento en verano. Una carencia proteica disminuye la producción láctea e incrementa el intervalo destete-cubrición.

Según el Nacional Research Council (NRC 2003), los requerimientos energéticos de proteína en cerdas lactantes son del 17 %.³⁴

Las fuentes de proteínas que se usaron para elaborar la dieta para cerdas lactantes son: la harina de grano de gandul, torta de soya y la harina de pescado.

2.1.2 Necesidades de energía.

Del 70 al 90 % de una dieta para cerdos, es de alimentos ricos en energía como el maíz, granos de cereales, tubérculos y otros vegetales ricos en carbohidratos.

La energía se expresa habitualmente como energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), o energía neta (EN). Las ecuaciones de los modelos del NRC están basadas en ED o EM, asumiendo que la EM es un 96 % de la ED.³⁵

Las necesidades de ED de las cerdas lactantes son la suma de las necesidades de mantenimiento, producción láctea, ganancia o pérdida de proteína y grasa corporal, y

termorregulación. Estos valores oscilan desde aproximadamente 18.000 hasta 22.000 kcal de ED al día.³⁶

Las necesidades energéticas para lactación dependen fundamentalmente del nivel de producción láctea. En cerdas entre 160 y 320 kg con 8-14 lechones varían entre 16730 y 23900 kcal ED/día (5-8 kg de balanceado). En este periodo las necesidades de conservación son bajas en relación con las necesidades de producción. Una cerda tipo de 180 kg de peso vivo (PV) con una camada creciendo a razón de 2200 g/d tiene unas necesidades totales cercanas a las 20000 kcal de EM, de las cuales un 26-29 % son para conservación y el resto para lactación.³⁷

Alrededor del 75-80 % de la energía ingerida durante la lactación se destinan a cubrir la producción de leche.

Un exceso de consumo en lactación es difícil de lograr y no supone más que beneficios. Una falta de consumo con respecto a las necesidades resulta en pérdida de peso, con mayores intervalos destete-cubrición, reducción del tamaño

de la camada en partos sucesivos e incremento de la tasa de reposición de cerdas.³⁸

2.1.3 Necesidades de lípidos.

Las grasas y los hidratos de carbono se asemejan en que ambos contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, sin embargo, la proporción de carbono e hidrógeno a oxígeno es mucho mayor en las grasas que en los hidratos de carbono.

Las grasas y aceites constituyen una fuente concentrada de energía que se utiliza principalmente en todas las dietas de cerdos en zonas calientes, con el objetivo de disminuir el calor metabólico del cerdo y en los alimentos para lechones y cerdas lactantes, para incrementar la eficiencia de utilización de los alimentos y aumentar la producción de leche, evitando el desgaste corporal de la cerda lactante, que tanto afecta los rendimientos reproductivos.³⁹

Según Quintero (1997), las grasas están clasificadas como alimentos energéticos y proporcionan alrededor de 2.25 mas energía por kilo que los hidratos de carbono, lo que hace que

tengan un valor alimenticio mayor por kilogramo, sin embargo, las grasas son mas difíciles de digerir que la mayoría de los hidratos de carbono.

Las grasas se encuentran en las semillas de las plantas, junto con los hidratos de carbono. Algunas semillas, como la del algodón y la de la soya, contienen un alto porcentaje.⁴⁰

El nivel de grasa o aceites que se quiere utilizar en la alimentación de cerdos, depende de la energía que se quiera satisfacer, su precio, facilidad de obtención y de manejo a nivel de planta. Normalmente, se utilizan niveles que fluctúan entre 3 y 5 %, lo que representa de 250 a 500 Kcal. Niveles superiores al 8 % pueden producir problemas de mezclado y de presentación del alimento.⁴¹

TABLA 4 NECESIDADES NUTRICIONALES DE CERDAS
PRIMERIZAS EN LA ETAPA DE LACTANCIA.

Requerimiento	Porcentaje o cantidad
Proteína Cruda. (%)	17
Energía Digestible (kcal/kilo)	3450
Fibra (%)	4
Aminoácidos indispensables	
Arginina	0.48
Isoleucina	0.50
Histidina	0.36
Lisina	0.91
Leucina	0.97
Metionina + Cistina	0.44
Fenilalanina + Tirosina	1.00
Treonina	0.58
Triptofano	0.16
Valina	0.76

Fuente NRC (2003).

2.1.4 Necesidades de vitaminas.

Las vitaminas se necesitan en cantidades muy pequeñas para el funcionamiento normal del organismo, pero aun así, cada una tiene sus funciones individuales específicas y la omisión de una sola vitamina en la dieta de cualquier especie que la necesite, produce los síntomas específicos de deficiencia y, finalmente la muerte del animal.

La mayor parte de las vitaminas que los animales necesitan, son proporcionadas directa o indirectamente por los vegetales, que son capaces de sintetizarlas; los animales por lo general no la sintetizan.⁴²

Un suministro inadecuado de una vitamina determinada, puede perjudicar seriamente una función metabólica, que a su vez se puede reflejar en consecuencias fisiológicas que afecten la productividad. Las deficiencias absolutas de vitaminas no suelen darse en las condiciones normales de explotación, sino mas bien en deficiencias marginales que provocan síntomas inespecíficos como pérdida de apetito, mal

aspecto general, retraso del crecimiento y peor utilización de los alimentos.

Las vitaminas que se conocen pueden dividirse según sus propiedades de solubilidad en liposolubles (A, D, E y K), e hidrosolubles (tiamina, riboflavina, niacina, colina, biotina, folacina, B₆, B₁₂, C).

Debido a que los ingredientes que componen la dieta, poseen cantidades muy bajas de vitaminas, es necesario proporcionarlos de fuentes exógenas a la ración de los cerdos en forma de un compuesto premezclado (pre-mix), las vitaminas proporcionadas por la premezcla cubren las necesidades diarias de la cerda de acuerdo con la tasa recomendada. Estas premezclas representan tan solo el 0.02 % del peso del alimento.⁴³

En la tabla cinco se muestran los requerimientos de vitaminas para cerdas lactantes primerizas.

TABLA 5 NECESIDADES DE VITAMINAS PARA CERDAS
PRIMERIZAS EN LA ETAPA DE LACTANCIA.

Requerimiento	Porcentaje o cantidad
Liposolubles	
Vitamina A (UI)	4000
Vitamina D (UI)	2000
Vitamina E (g)	44
Vitamina K (g)	0.5
Hidrosolubles	
Vitamina C	100
Tiamina o B1 (g)	1.50
Riboflavina B2 (g)	3.85
Colina (ppm)	1250
Piridoxina o B6 (g)	1.00
Cobalamina o B12 (mg)	15
Ácido fólico o folacina (g)	1.30
Ácido pantoténico (g)	12
Niacina (g)	10

Fuente NRC (1998).

2.1.5 Necesidades de minerales.

El objetivo del suplemento mineral debe ser equilibrar todas las necesidades de los animales con el abastecimiento de elementos, casi siempre, ya contenidos en los ingredientes de la dieta.

Las mamas de una cerda lactante segregan con la leche cantidades muy importantes de fósforo y de calcio; cuando una ración es deficitaria en estos dos elementos, lo que ocurre muchas veces, es que una gran parte del fósforo y del calcio destinado a los lechones proviene del tejido óseo materno, por lo tanto es indispensable vigilar la alimentación mineral de una cerda, a fin de que pueda reconstituir sus reservas en las mejores condiciones posibles.⁴⁴

Los elementos minerales necesarios se dividen en dos grupos según las cantidades relativas que se necesitan en la dieta, es decir, en macrominerales y microminerales.

Los macrominerales son: calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K), magnesio (Mg), y azufre (S).

Cerca de las tres cuartas partes de la masa de minerales presentes en el cuerpo están constituidas por calcio y fósforo, los cuales se necesitan como componentes estructurales del esqueleto en una proporción de 2:1; mientras que los otros minerales tales como el Na, K y Cl, intervienen en el balance ácido-básico.⁴⁵

Los microminerales son los siguientes: cobalto (Co), yodo (I), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), selenio (Se), cromo (Cr), flúor (F), molibdeno (Mo), y silicio (Si).

Los microminerales actúan como activadores de los sistemas enzimáticos o como componentes de los compuestos orgánicos, y como tales se necesitan en pequeñas cantidades.

El manganeso (Mn), es necesario para la actividad enzimática, el metabolismo de lípidos e hidratos de carbono, el crecimiento de los huesos y el funcionamiento adecuado de los procesos reproductivos. En cerdas reproductoras es importante, ya que afecta a la fertilidad y al peso de la

camada. De hecho, las recomendaciones del NRC, han pasado de 10 ppm (NRC, 1988) a 20 ppm (NRC, 1998).⁴⁶

La única función conocida hasta el momento del cobalto (Co) es su participación como cofactor en el metabolismo de la vitamina B12. Las necesidades de molibdeno (Mo) son mínimas, un exceso del mismo reduce la absorción de cobre. El cromo (Cr) es esencial para la activación de ciertas enzimas y la estabilización de proteínas y ácidos nucleicos.

El selenio (Se), su función antioxidante está íntimamente ligada a la de la vitamina E. Una deficiencia resulta en síntomas tales como, necrosis hepática en porcino y fallos reproductivos e inmunodepresión. Los requerimientos mínimos de Se son 0,15 ppm en reproductoras.⁴⁷

TABLA 6 NECESIDADES DE MACRO Y MICROMINERALES PARA CERDAS PRIMERIZAS EN LA ETAPA DE LACTANCIA.

Requerimiento	Porcentaje o cantidad
Macrominerales	
Calcio (Ca)	0.75
Fósforo (P)	0.35
Sodio (Na)	0.25
Cloro (Cl)	0.40
Potasio (K)	0.19
Magnesio (Mg)	0.10
Azufre (S)	0.08
Microminerales (mg/kg de pienso)	
Hierro (Fe)	80
Cobre (Cu)	5
Zinc (Zn)	50
Manganeso (Mn)	20
Selenio (Se)	0.15
Yodo (I)	0.14
Cobalto (Co)	0.15

Fuente NRC (1998).

2.1.6 Necesidades de agua.

El consumo de agua es esencial para maximizar los rendimientos productivos de la cerda y su restricción conduce a una disminución en el consumo de alimento y por tanto en la producción de leche. Esta situación es mas critica en climas calidos con temperaturas superiores a los 25 °C. El agua debe ser abundante, limpia y libre de contaminantes.

La temperatura del medio ambiente influirá sobre la pérdida del agua a partir de los pulmones, y el número de lechones lactando afectará la perdida de agua contenida en la leche. Los alimentos que contienen elevados niveles de proteína, particularmente los que poseen un valor biológico bajo, aumentarán la necesidad de agua para desembarazarse de la urea a través de la orina.⁴⁸

Brooks (1992) recomienda que los bebederos de las cerdas lactantes provean 1500 ml de agua por minuto a fin de tener una buena disponibilidad del líquido. Sin embargo bajo condiciones tropicales es mejor tener una disponibilidad de agua limpia de dos litros/minuto.⁴⁹

Investigadores de las Universidades de Purdue, Michigan State y Ohio State (Tri-State, 1998) recomiendan un suministro de treinta a treinta y siete litros de agua por día para cerdas en lactación.⁵⁰

En general, el sistema de alimentación puede variar mucho dependiendo de las condiciones climáticas, manejo, genética de la cerda y el tipo de dieta que se suministre a las madres. En condiciones tropicales el mejor sistema es aquel que permita un mayor consumo de alimento.

2.2 Requerimientos nutricionales de los lechones lactantes.

Las necesidades nutricionales para lechones lactantes son mas criticas que en otras fases de producción, debido a que el sistema digestivo del lechón todavía no esta completamente desarrollado, así como al bajo nivel de consumo diario, lo cual exige que la suplementación alimenticia sea exacta y responda estrictamente a las exigencias nutricionales.

En promedio los lechones deben mamar cada hora debido a la poca capacidad de su aparato digestivo. Algunos nutrientes no son bien

digeridos por el lechón recién nacido como sucede con la fructosa, sucrosa y algunas proteínas vegetales, sin embargo, la grasa, lactosa y la galactosa son bien digeridas desde el primer día.⁵¹

El sistema inmunológico del lechón carece de defensas propias hasta la segunda y tercera semana de edad, por lo que es preciso que ingiera las inmunoglobulinas contenidas en el calostro y la leche materna.⁵²

A partir de la segunda semana el lechón comienza a consumir alimento concentrado, lo cual resulta indispensable a esta edad, ya que la leche materna no alcanza a satisfacer las necesidades nutritivas para un crecimiento satisfactorio.

La alimentación del lechón es muy delicada. Los primeros momentos de la alimentación sólida se caracterizan por una muy baja capacidad de ingestión, por una escasa capacidad de digestión de los nutrientes típicos de estas dietas y por la gran propensión que muestra el lechón a presentar trastornos del aparato digestivo. Las dietas durante esta fase deberán tener por lo tanto una alta concentración de nutrientes, con ingredientes de alta digestibilidad y buena palatabilidad, de manera que puedan compensar la baja

capacidad de ingestión del lechón y permitan un óptimo crecimiento con el mínimo posible de trastornos digestivos.⁵³

El potencial del crecimiento del lechón durante la lactancia es espectacular, en el periodo de seis a ocho semanas cada lechón puede alcanzar de doce a dieciocho veces el peso que tenía al nacimiento.⁵⁴

2.2.1 Necesidades de proteína

Las fuentes proteicas constituyen un grupo de materias primas de especial interés en lechones. Una elección inadecuada de las mismas da lugar a problemas digestivos, pobres crecimientos y reducción de la productividad.

La proteína ideal para los lechones, es aquella cuyo contenido en aminoácidos esenciales guarda una proporción tal que cada aminoácido resulta igualmente limitante para la producción. Es decir, la proteína ideal es aquella cuyo perfil de aminoácidos se aproxima en la medida de lo posible al perfil de las necesidades de los animales.⁵⁵

Las características de las fuentes proteicas van a depender en gran medida de su origen: animal o vegetal. Las fuentes proteicas de origen animal se utilizan mucho en las dietas de las primeras edades por su gran contenido en proteína, valor biológico y alta digestibilidad, así como por su práctica ausencia de factores antinutricionales.⁵⁶

La reducida capacidad de digestión de los lechones puede provocar la llegada de cantidades importantes de proteína sin digerir al intestino grueso, que allí son susceptibles de ser fermentadas y de inducir procesos diarreicos. Para minimizar este efecto es muy importante que las fuentes proteicas que se incluyan en la dieta tengan una digestibilidad elevada de manera que se reduzca en la medida de lo posible la llegada de nutrientes sin digerir a la última posición del aparato digestivo.⁵⁷

El verdadero reto en la alimentación del lechón consiste en optimizar la relación entre fuentes proteicas de origen animal y vegetal de manera que se consiga un contenido de la alimentación que sea compatible, con unos buenos rendimientos productivos durante esta fase y con una buena

preparación del lechón para la alimentación durante el engorde, que está basada fundamentalmente en la harina de soya.

Lo que los animales, incluyendo el cerdo, realmente absorben en el intestino como fuente nitrogenada útil para la síntesis de proteína son aminoácidos y en menor medida péptidos de cadena corta, sería más propio empezar a definir la nutrición nitrogenada en términos de necesidades aminoacídicas puesto que es el aporte de aminoácidos el que realmente define el crecimiento de los animales.⁵⁸

En la tabla número siete se detalla los requerimientos de aminoácidos para los lechones lactantes.

2.2.2 Necesidades de energía.

Los cerdos tienden a consumir menos alimento por unidad de peso corporal cuando se los alimenta con raciones de elevado contenido energético que cuando consumen raciones de bajo contenido energético.

Durante los primeros quince días la necesidad de energía neta que precisa el lechón para su crecimiento, correspondiente a las cantidades de materias nitrogenadas y de grasas que acumula diariamente, puede valorarse en 2 calorías por gramo. Pero durante la tercera semana la reducción del aumento diario de peso hace suponer una disminución del valor energético de estos materiales por unidad de peso, se supone que esta disminución es del 10 %, lo que reduce la necesidad de producción por gramo de aumento, en esta tercera semana a 1.8 calorías.

TABLA 7 NECESIDADES NUTRICIONALES DE LOS LECHONES LACTANTES.

Requerimiento	Porcentaje o cantidad
Proteína Cruda. (%)	22
Energía Digestible (kcal/kilo)	3500
Fibra (%)	3
Grasa (%)	5
Aminoácidos indispensables	g/kg.
Isoleucina	7.00
Histidina	3.9
Lisina	12.2
Leucina	13.3
Metionina + Cistina	6.40
Fenilalanina + Tirosina	13.3
Treonina	7.00
Triptofano	2.00
Valina	8.7

Fuente NRC (1998).

2.2.3 Necesidades de vitaminas

La palabra vitamina define a un grupo de compuestos complejos de naturaleza orgánica presentes en pequeñas cantidades en los alimentos naturales y que son esenciales para el metabolismo animal, su carencia da lugar a una enfermedad que se manifiesta con problemas de salud, crecimiento y fallos reproductivos.

La formación de vitaminas en el aparato digestivo de los cerdos es muy reducida, por lo que debe proporcionarse a partir de fuentes exógenas (premezclas), principalmente con la ración independientemente al régimen alimenticio al que estén sometidos los animales.⁵⁹

Aunque muchas vitaminas funcionan como coenzimas (catalizadores metabólicos), otras no llevan acabo esta función, sino que realizan otras funciones esenciales. Las vitaminas que se conocen se dividen según la solubilidad en hidrosolubles y liposolubles.

Entre las vitaminas liposolubles, encontramos a la vitamina A, que es esencial para el correcto funcionamiento de la visión y para el mantenimiento de los tejidos que forman la capa externa, la vitamina D que su deficiencia causa trastornos musculares y una distorsión en el crecimiento de los huesos, la vitamina E es esencial para la gestación ya que como consecuencia de niveles inadecuados de esta vitamina, tenemos elevada mortalidad embrionaria y producción de lechones débiles y afectados de incoordinación. Por último en este grupo tenemos a la vitamina K que está estrechamente asociada con el mecanismo para la coagulación de la sangre, y su carencia conduce a la anemia, la hemorragia umbilical de los lechones y debilidad en general.⁶⁰

Las vitaminas hidrosolubles, que comprenden el complejo B y la vitamina C son muy importantes para el metabolismo del animal, su deficiencia conduce a una reducción de toda actividad metabólica, disminuyendo por ello la tasa de crecimiento y la eficacia en la conversión de alimentos, e incluso su ingestión, lo que podría conducir a un aborto o a un aumento de mortalidad postnatal.⁶¹

TABLA 8 NECESIDADES DE VITAMINAS DE LOS LECHONES LACTANTES.

Requerimiento	Porcentaje o cantidad
Liposolubles	
Vitamina A (UI)	2200
Vitamina D (UI)	2000
Vitamina E (g)	22
Vitamina K (g)	0.5
Hidrosolubles	
Vitamina C	100
Tiamina o B1 (g)	1.50
Riboflavina B2 (g)	4.00
Colina (ppm)	600
Piridoxina o B6 (g)	2.00
Cobalamina o B12 (mg)	20
Ácido fólico o folacina (g)	0.5
Ácido pantoténico (g)	12
Niacina (g)	20

Fuente NRC (1998).

2.2.4 Necesidades de minerales

El calcio (Ca) es el constituyente principal de las estructuras óseas, además juega un papel importante en la coagulación de la sangre y la transmisión de impulsos nerviosos.

La función principal del fósforo (P) desde el punto de vista cuantitativo es la de mantener la estructura y soporte del esqueleto, pero cualitativamente juega un papel importante en numerosos procesos metabólicos.

Los tejidos del lechón recién nacido son deficientes en Fe ya que este mineral atraviesa con dificultad la barrera placentaria. Se estima que las necesidades en hierro en el lechón joven podrían estar cercanas a los 100 ppm, una deficiencia produce anemia, pérdida del apetito, letargia, y muerte del animal. Además el hierro (Fe) interviene en el proceso de elaboración del ácido clorhídrico estomacal por lo que la deficiencia reduce la digestibilidad de las proteínas, sobre todo las de origen vegetal.⁶²

El papel del Zinc puede ser importante en el lechón, donde un inicio rápido del consumo es de particular interés. Las necesidades del lechón son relativamente altas y, en torno a los 100 ppm, pero disminuye rápidamente con la edad. Una deficiencia origina retardo del crecimiento, paraqueratosis y problemas de fertilidad.⁶³

El cobre (Cu) es necesario para la actividad de numerosas enzimas relacionadas con el transporte y metabolismo del Fe, la formación del colágeno y el desarrollo armónico de los huesos, la producción de la melanina y la integridad del sistema nervioso central.

El yodo (I) está ampliamente distribuido en la naturaleza pero en pequeñas cantidades. Las materias primas de origen animal, en especial las harinas de pescado, son ricas en yodo, una deficiencia en I resulta en bocio (enlargamiento compensatorio del tiroides), letargia del animal y en el caso de las reproductoras, en nacimiento de fetos débiles e inmaduros.⁶⁴

TABLA 9 NECESIDADES DE MACRO Y MICROMINERALES DE LOS LECHONES LACTANTES.

Requerimiento	Porcentaje o cantidad
Macrominerales	
Calcio (Ca)	0.80
Fósforo (P)	0.60
Sodio (Na)	0.25
Cloro (Cl)	0.40
Potasio (K)	0.19
Magnesio (Mg)	0.10
Azufre (S)	0.08
Microminerales (mg/kg de pienso)	
Hierro (Fe)	100
Cobre (Cu)	6
Zinc (Zn)	100
Manganeso (Mn)	20
Selenio (Se)	0.30
Yodo (I)	0.14
Cobalto (Co)	0.10

Fuente NRC (1998).

CAPÍTULO 3

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Localización del experimento.

Este estudio se lo llevó acabo en el Programa de Porcinos de la Estación Experimental “Boliche” del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), situada en la parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi provincia del Guayas, en el km. 26 de la vía Duran-Boliche, a 2°15'15'' de latitud sur y 73°38'4'' de longitud occidental. La zona se encuentra a 17 msnm, la temperatura promedio anual es de 24 °C, con una humedad relativa del 83 %, y una precipitación media anual de 1025 mm.⁶⁵

3.2 Equipos y materiales.

Se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Tres dietas experimentales para cerdas en la etapa de lactancia al 0 %, 20 % y 30 % de harina de grano de gandul.
- Veintiún cerdas primerizas de raza Yorkshire x Landrace.
- Veintiún bretes de maternidad.
- Veintiún corrales de 9.6 m² equipados con comederos y bebederos.
- Una dieta comercial de preiniciación para lechones.
- Báscula con capacidad de 1000 Kg. y 90Kg.
- Báscula con capacidad de 500 g.
- Molino y mezcladora de balanceado, para preparación de las dietas.
- Insumos e implementos veterinarios.
- Calculadora y cámara fotográfica.
- Hojas de campo para la toma de datos.
- Tanque metálico de 55 galones para la cocción del gandul.

3.3 Procedimiento experimental.

Con el objetivo de evaluar la harina de grano de gandul en dietas balanceadas para cerdas en la etapa de lactancia, y medir el comportamiento productivo, se utilizó 21 hembras primerizas de raza Yorkshire X Landrace. El manejo de las cerdas lactantes y sus lechones se lo realizo de acuerdo a lo propuesto por Rodríguez J. (1978).⁶⁶

3.4 Manejo de la cerda lactante.

Para este experimento se utilizo, las mismas cerdas de la etapa de gestación que fueron alimentadas con la harina de grano de gandul. A las nueve cerdas pertenecientes al tratamiento del 20 % de harina de grano de gandul en la etapa de gestación, se las sometió a sorteo, de manera que fueron asignadas: tres cerdas al nivel 0 % de harina de grano de gandul en la etapa de lactancia, tres cerdas al nivel del 20%, y tres cerdas al nivel del 30 %. Las nueve cerdas pertenecientes al tratamiento del 30 % en la etapa de gestación, también se las sorteó quedando de la siguiente forma: tres cerdas para el nivel del 0 %, tres cerdas para el 20 %, y tres cerdas para el nivel del 30 % de harina de grano de gandul. Mientras que las tres

cerdas que pertenecieron al tratamiento del 0 % en la etapa de gestación continuaron en el mismo nivel del 0 % de harina de grano gandul en la etapa de lactancia.

Durante toda la etapa de lactancia se les suministró ad-libitum las dietas experimentales del 0 – 20 y 30 %, cumpliendo con los requerimientos nutricionales de esta etapa.

Se tomó el peso de las cerdas al primer día post parto, y a los cuarenta y dos días de lactancia.

Posteriormente se registró el número de lechones por cerda al inicio del experimento y al final para conocer el porcentaje de mortalidad de cada tratamiento.

Se contabilizó la cantidad de alimento consumido por cada cerda, para luego obtener el consumo total de alimento durante toda la etapa de la lactancia.

A todas las cerdas se les proporcionó agua limpia y fresca a voluntad durante todo el periodo de la lactancia de manera continua.

Los datos obtenidos de esta investigación fueron registrados, tabulados, analizados y reportados para sacar las respectivas conclusiones.

3.5 Manejo de los lechones lactantes.

Previo al nacimiento de los lechones, se preparó el medio ambiente donde van a nacer, el cual debe estar provisto de una cama preferentemente de viruta, lámparas de calefacción y equipo médico.

A medida que van naciendo los lechones se les limpia el moco y las membranas fetales con una toalla limpia, luego se procede al corte con tijeras y pinzas quirúrgicas del cordón umbilical, el cual se lo realiza a 3 cm. del vientre del lechón, la desinfección se la hizo con tintura de yodo.

Después, se ubicó a todos los lechones dentro de una caja con viruta y cerca de la lámpara de calefacción, una vez terminado el parto se colocó a los lechones junto a su madre para que puedan comenzar a consumir el calostro, asegurándose que todos los lechones mamen durante la primera hora después del nacimiento,

para la adquisición de anticuerpos y mantener el nivel de azúcar en la sangre.

Se tomó el peso de cada lechón, a continuación se descolmilló a los lechones con el fin de evitar que dañen los pezones de la madre, y se identificó a cada lechón por medio de la marcación de las orejas para poder llevar los registros individuales. Al segundo día de nacidos, se efectuó la prevención de anemia con Hierrodexina aplicando una dosis de 2 cc/lechón.

Se proporcionó una dieta de preiniciación para los lechones a partir de los quince días de edad, hasta el destete, la cual fue palatable, rica en proteína, energía digestible, baja en fibra y en humedad. El balanceado suministrado a los lechones era comercial pre-iniciador (pronaca).

Entre la quinta y sexta semana de edad se procedió a vacunar a los lechones contra la peste porcina aplicando 3 cc/lechón de bacterina mixta y contra el cólera porcino con una dosis de Suvac por lechón.

Medimos el peso de los lechones a los cuarenta y dos días de edad para ver su desarrollo, también se midió el consumo de alimento individual y por camada.

El destete se lo efectuó a los cuarenta y dos días de edad de los lechones.

3.6 Factores en estudio y niveles.

Este experimento tiene como finalidad evaluar los diferentes niveles de harina de grano de gandul como una alternativa de proteínas en la etapa de lactancia de cerdas primerizas.

Niveles de las dietas

n1 = 0 % de harina de grano de gandul

n2 = 20 % de harina de grano de gandul

n3 = 30 % de harina de grano de gandul

Los ingredientes que componen la dieta, el análisis calculado, y el análisis proximal se encuentran en los anexos uno, dos y tres respectivamente.

3.7 Tratamientos.

Los tratamientos para la etapa de lactancia tienen tres niveles de harina de grano de gandul (0, 20 y 30 %) en las dietas. Son seis tratamientos más un testigo.

El tratamiento testigo (0-0) se lo aisló del análisis de varianza por no tener datos para los tratamientos 0-20 y 0-30, pero sus datos fueron registrados, analizados y comparados con los demás tratamientos para poder sacar las respectivas conclusiones y recomendaciones.

TABLA 10 TRATAMIENTOS

Tratamientos	Dietas de acuerdo al % de gandul. Gest. - Lact.	LACTANCIA		
		repeticiones		
		I	II	III
T1	20 – 0	1	1	1
T2	20 – 20	1	1	1
T3	20 – 30	1	1	1
T4	30 – 0	1	1	1
T5	30 – 20	1	1	1
T6	30 – 30	1	1	1
T7 (testigo)	0 – 0	1	1	1

3.8 Unidad experimental.

Se utilizaron veintiún cerdas de raza Yorkshire X Landrace. Cada cerda constituyó una unidad experimental.

3.9 Diseño experimental.

En este estudio se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos. Cada tratamiento tiene tres repeticiones, se realizó un análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo.

TABLA 11 ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.

Niveles de gandul	LACTANCIA		
	0%	20%	30%
Gestación 20%	1	1	1
	1	1	1
	1	1	1
Gestación 30%	1	1	1
	1	1	1
	1	1	1

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	$T - 1$
Tratamientos	$t - 1$
Error experimental	$(T - 1) - (t - 1)$

3.10 Análisis estadístico y nivel de significancia.

Todos los datos obtenidos de acuerdo a cada variable se los analizo, según el diseño (DCA).

Para este experimento se usó la Prueba de Significancia de Tukey al 5 % de probabilidad ($P \leq 0.05$), debido a la cantidad de tratamientos y a su alto rango de validez para las pruebas de campo.

Para ver el incremento de cada variable en el tiempo se hizo una regresión lineal simple de todos los tratamientos.

3.11 Datos obtenidos.

Para evaluar el comportamiento de la cerda lactante con su respectiva camada, durante el tiempo que duro este estudio, se registraron los datos que a continuación se detallan.

3.11.1 Cambio de peso corporal de la cerda desde el primer día de lactancia hasta el día cuarenta y dos.- Se introduce a la cerda lactante a la báscula y se procede a tomar el peso correspondiente al primer día post-parto, y a los cuarenta y dos días lactancia. El cambio de peso corporal se calcula restando el peso de los cuarenta y dos días, con el del primer día de lactancia.

3.11.2 Número de lechones.- Se contabiliza los lechones al inicio del experimento y a los cuarenta y dos días, de todas las cerdas que integran el experimento, con el propósito de determinar el porcentaje de mortalidad de cada tratamiento.

3.11.3 Consumo total de alimento por cerda.- Es el resultado de sumar todos los consumos diarios de cada cerda durante toda la etapa de la lactancia.

3.11.4 Cambio de peso corporal de la camada desde el primer día post-parto hasta el día cuarenta y dos de lactancia.- Se toma el peso de la camada al primer día de nacidos, y a los cuarenta y dos días de lactancia. El cambio de peso corporal se obtiene al restar el peso del día cuarenta y dos con el del primer día, con la finalidad de conocer cuantos kilos aumento la camada durante toda la etapa de la lactancia.

3.11.5 Consumo promedio de alimento por lechón en kilogramos.- Se suman todos los consumos diarios de alimento de la camada desde el primer día en que se les suministra alimentación balanceada (15 días de nacidos), hasta que se destetan (42 días de nacidos), y el consumo promedio resulta de dividir el consumo de alimento para el número de lechones por camada.

3.11.6 Peso promedio de los lechones destetados.- Se toma el peso de todos los lechones a los cuarenta y dos días de lactancia, con el propósito de poder determinar cual fue el tratamiento que obtuvo camadas de mayor peso.

3.12 Análisis económico.

El análisis económico del experimento se realizó siguiendo la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT).⁶⁷

Que contiene el siguiente procedimiento:

- 1) Análisis de presupuesto parcial
- 2) Análisis de dominancia
- 3) Análisis marginal

3.12.1 Análisis de presupuesto parcial.

Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. Se estimó el beneficio

neto de los tratamientos, el mismo que se obtuvo restando del beneficio bruto los costos que varían.

3.12.2 Análisis de dominancia.

Este método consiste en ordenar los tratamientos de menor a mayor costo variable con su respectivo beneficio neto para determinar que tratamientos son dominados.

Un tratamiento es dominado por otro cuando su beneficio neto es igual o menor que el anterior y su costo que varia correspondiente es mayor.

3.12.3 Análisis marginal.

Con este análisis se midió la magnitud del incremento marginal del beneficio neto de los tratamientos dominantes en relación a los demás y la rentabilidad asociada al incremento del costo marginal lo que se denomina Tasa Marginal de Retorno (TMR).

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS.

4.1 Duración del experimento.

El tiempo que duro la lactación para todas las cerdas fue de cuarenta y dos días, pero el experimento culminó a los cuatros meses aproximadamente.

4.2 Cambio de peso corporal de las cerdas desde el primer día post-parto, hasta el día cuarenta y dos.

En la tabla doce se presenta el análisis de varianza del cambio de peso corporal de las cerdas desde el primer día post-parto al día cuarenta y dos de lactancia, observándose que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, esto quiere decir, que no influyen los niveles del 0, 20 y 30 % de harina de gandul consumidos por las cerdas en las etapas de gestación y lactancia, en el cambio de peso corporal de las mismas durante todo el proceso de la lactancia.

Las cerdas pertenecientes a los tratamientos (30-30) y (20-30) presentaron una mayor pérdida de peso con relación a los demás tratamientos. El coeficiente de variación encontrado fue del 36.63 %.

TABLA 12 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CAMBIO DE PESO CORPORAL DE LAS CERDAS. E.E BOLICHE 2005.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	21.125	1	21.125	0.15958451	0.69655796	4.74722534
Lactancia	415.194444	2	207.597222	1.568250097	0.24827578	3.88529383
Interacción	131.083333	2	65.5416667	0.49512118	0.62141818	3.88529383
Dentro del grupo	1588.5	12	132.375			
Total	2155.90278	17				

Probabilidad \leq 0.05 \rightarrow Significativo.

Probabilidad $>$ 0.05 \rightarrow No Significativo.

Coefficiente de variación = 36.63

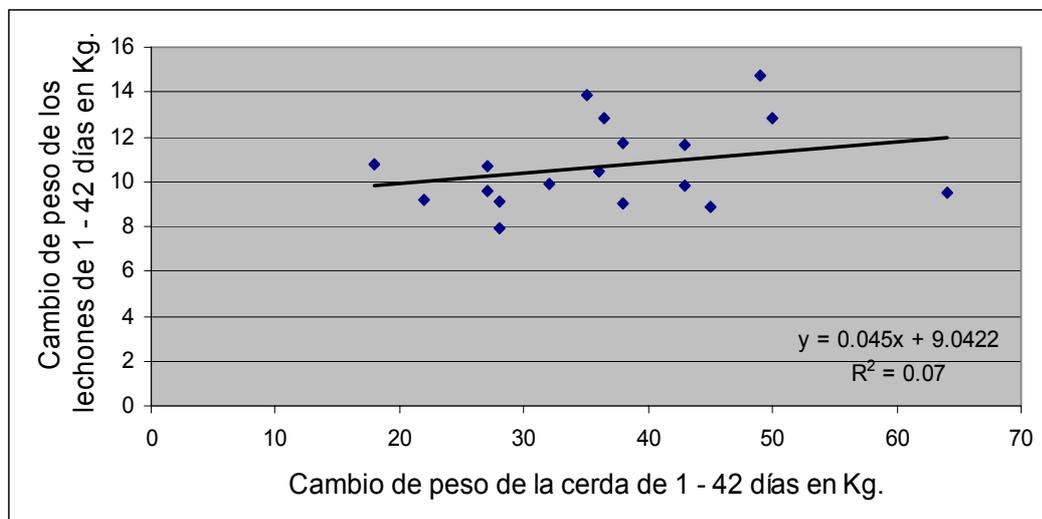


Figura 1 Regresión lineal simple del cambio de peso corporal de las cerdas versus el cambio de peso corporal de los lechones.

En la figura se observa que no existe una dependencia lineal entre el cambio de peso de la cerda y el cambio de peso de los lechones durante la lactancia.

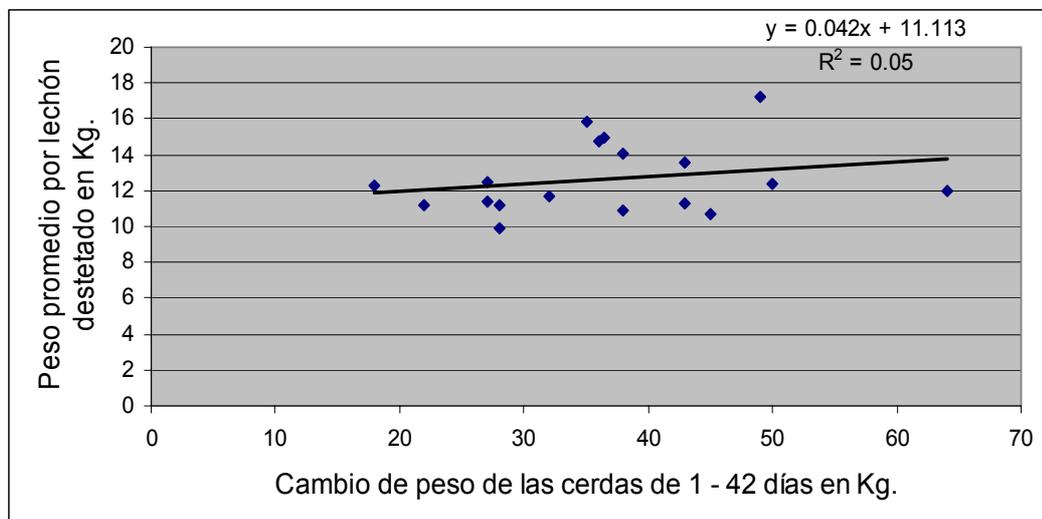


Figura 2 Regresión lineal simple del cambio de peso corporal de las cerdas versus el peso promedio de los lechones destetados.

En la figura se observa que no existe una dependencia lineal entre el cambio de peso de la cerda madre durante toda la lactación y el peso promedio de los lechones destetados.

4.3 Consumo de alimento de las cerdas, durante toda la lactancia.

En la tabla trece se presenta el análisis de varianza del consumo total de alimento de las cerdas desde el primer día de lactancia hasta el día cuarenta y dos, observándose que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, esto quiere decir, que no influyen los niveles de harina de grano de gandul tanto en la gestación como en la lactación, en el consumo de alimento de las cerdas durante toda la etapa de lactancia.

Se pudo apreciar que las cerdas pertenecientes a los tratamientos (30-30) y (30-20) respectivamente, tuvieron un consumo de alimento mayor en comparación a los demás tratamientos.

El coeficiente de variación encontrado fue del 16.89 %, siendo este valor aceptable para el experimento.

TABLA 13 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO DE LAS CERDAS. E.E BOLICHE 2005.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	5125.78125	1	5125.78125	3.49303983	0.08622158	4.74722534
Lactancia	1670.88194	2	835.440972	0.56932367	0.58047503	3.88529383
Interacción	4348.27083	2	2174.13542	1.4815969	0.26603677	3.88529383
Dentro del grupo	17609.125	12	1467.42708			
Total	28754.059	17				

Probabilidad $\leq 0.05 \rightarrow$ Significativo.

Probabilidad $> 0.05 \rightarrow$ No Significativo.

Coefficiente de variación = 16.89

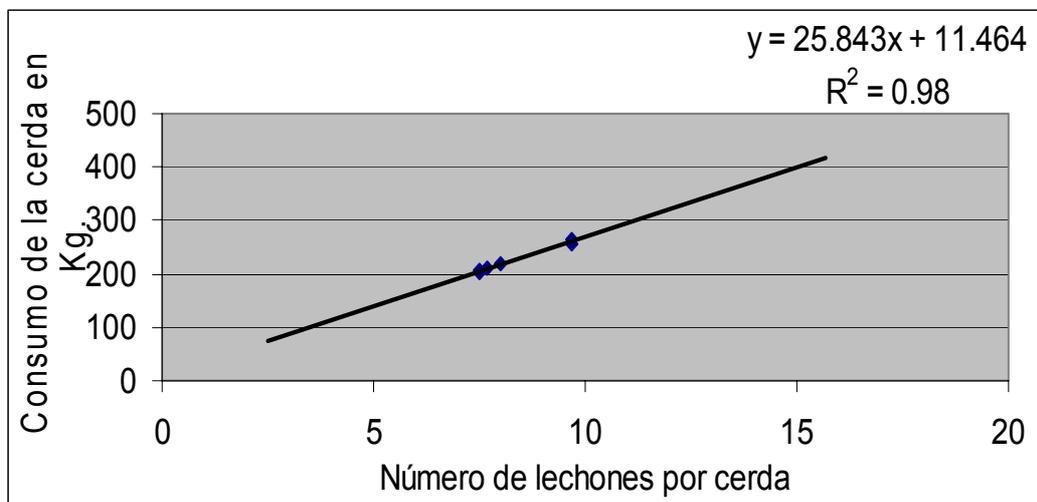


Figura 3 Regresión lineal simple del consumo de alimento de las cerdas versus el número de lechones de las cerdas.

En la figura se observa que existe una fuerte dependencia lineal entre el consumo de alimento de la cerda y el número de lechones durante toda la etapa de la lactancia. Analizando la ecuación de la pendiente la cual es valida por su alto coeficiente de determinación 0.98, se puede establecer que por cada lechón adicional la cerda consumirá 25.84 Kg. de balanceado, en toda la etapa de lactancia.

4.4 Cambio de peso corporal de los lechones desde el primer día post-parto hasta el día cuarenta y dos de lactancia o destete.

En la tabla número catorce se presenta el análisis de varianza del cambio de peso corporal de los lechones desde el primer día de nacidos hasta los cuarenta y dos días o destete, observándose que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, esto quiere decir que los niveles de gandum consumidos por las madres en las etapas de gestación y lactancia si influyen en el cambio de peso de los lechones desde el primer día hasta el día cuarenta y dos de lactancia o post destete.

Como existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de significancia de Tukey al 5% de probabilidad, para observar los rangos de significancia, en el primer rango se ubicaron los tratamientos (30-0), (20-20) y (20-30) que son similares estadísticamente entre si, en el segundo rango se ubicaron los tratamientos (30-20), (20-0) y (30-30). El coeficiente de variación es de 12.64%. (Anexo 8).

TABLA 14 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CAMBIO DE PESO CORPORAL DE LOS LECHONES. E.E BOLICHE 2005.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	1.52716939	1	1.52716939	0.83629341	0.37846812	4.74722534
Lactancia	2.79867211	2	1.39933606	0.76629059	0.48618732	3.88529383
Interacción	33.7322008	2	16.8661004	9.23604728	0.0037297	3.88529383
Dentro del grupo	21.9134007	12	1.82611672			
Total	59.9714429	17				

Probabilidad $\leq 0.05 \rightarrow$ Significativo.
 Probabilidad $> 0.05 \rightarrow$ No Significativo.
 Coeficiente de variación = 12.64 %

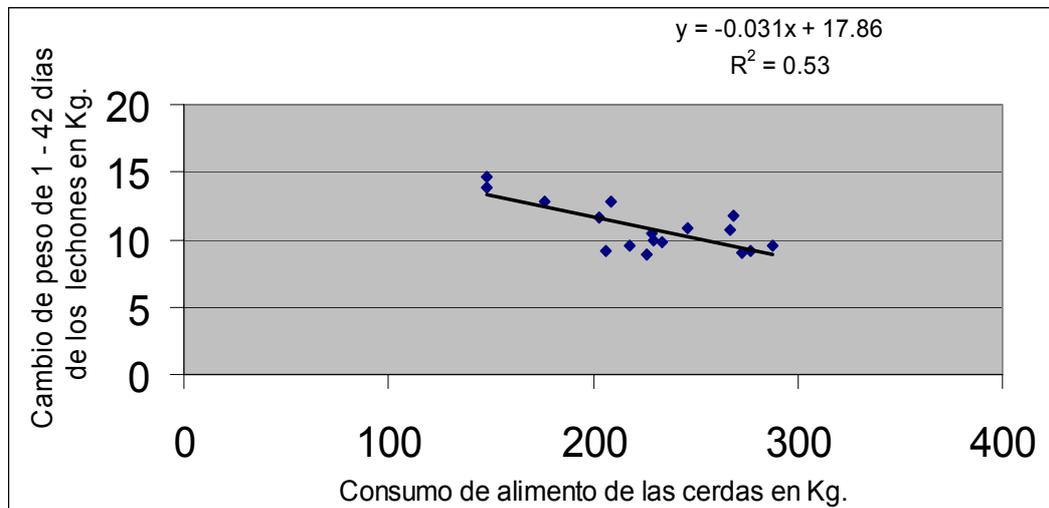


Figura 4 Regresión lineal simple del consumo de alimento de las cerdas madres versus el cambio de peso corporal de los lechones.

En la figura se puede apreciar que existe una dependencia lineal entre el consumo de alimento de las cerdas madres y el cambio de peso de los lechones, durante la lactación.

4.5 Consumo promedio de alimento por lechón en kilogramos durante toda la lactancia.

En la tabla número quince se presenta el análisis de varianza del consumo promedio de alimento por lechón en kilogramos, observándose que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, esto quiere decir que hay una influencia del consumo de alimento por lechón, relativo al consumo de gandum de la cerda madre en el periodo de gestación y lactancia.

Como existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de significancia de Tukey al 5% de probabilidad, para observar los rangos de significancia, en el primer rango se ubicó el tratamiento (30-0), en el segundo rango se ubicaron los tratamientos (20-30) y (20-0) que son similares estadísticamente, en el tercer rango los tratamientos (20-0) y (20-20), en el cuarto rango los tratamientos (20-20) y (30-30), y en el quinto rango los tratamientos (30-30) y (30-20) que son similares estadísticamente. El coeficiente de variación es 24.5 %. (Anexo 9)

TABLA 15 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO POR LECHÓN. E.E BOLICHE 2005.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	0.09102222	1	0.09102222	0.12528917	0.7295087	4.74722534
Lactancia	9.94232633	2	4.97116317	6.84264685	0.01039873	3.88529383
Interacción	8.89778211	2	4.44889106	6.12375602	0.01469212	3.88529383
Dentro del grupo	8.71796533	12	0.72649711			
Total	27.649096	17				

Probabilidad ≤ 0.05 → Significativo.

Probabilidad > 0.05 → No Significativo.

Coefficiente de variación = 24.5%

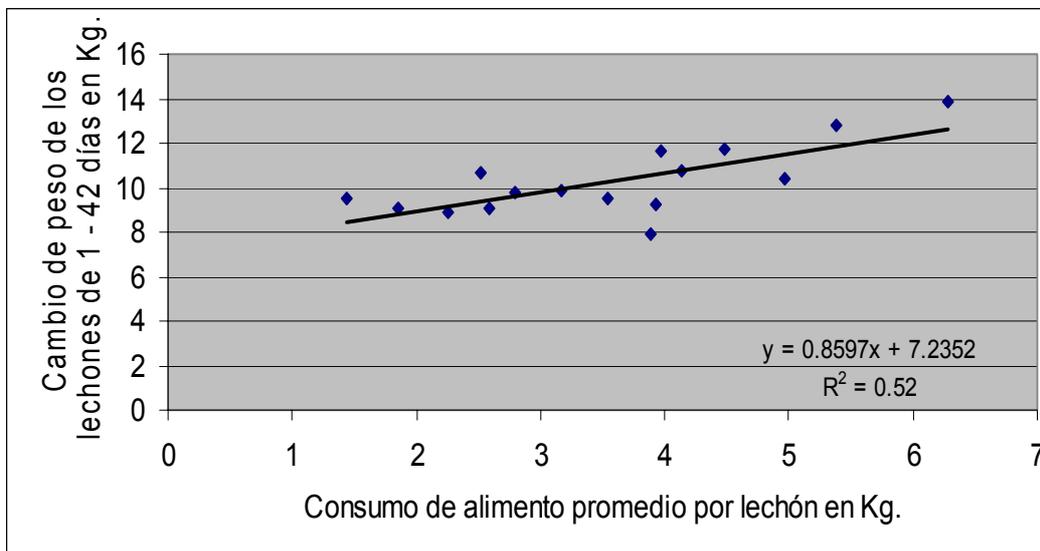


Figura 5 Regresión lineal simple del consumo de alimento de los lechones versus el cambio de peso corporal de los lechones.

En la figura se observa que existe una dependencia lineal entre el consumo de alimento y el cambio de peso corporal de los lechones durante toda la etapa de la lactación.

4.6 Peso promedio de los lechones a los cuarenta y dos días o destete.

En la tabla número dieciséis se presenta el análisis de varianza del peso promedio de los lechones a los cuarenta y dos días o destete, observándose que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, esto quiere decir que hay una influencia significativa para el peso promedio de los lechones al destete, como consecuencia de los niveles de gandum consumidos por las cerdas madres en las etapas de gestación y lactancia.

Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% de probabilidad para tratamientos, se observan tres rangos de significancia, en el primer rango se ubicaron los tratamientos (30-0) y (20-20) que son similares estadísticamente, en el segundo rango se ubicaron los tratamientos (20-20) y (20-30), y en el tercer rango se ubicaron los tratamientos (20-0), (30-20) y (30-30) similares estadísticamente entre si. El coeficiente de variación encontrado fue 12.18 %. (Anexo 10).

TABLA 16 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO PROMEDIO DE LOS LECHONES A LOS 42 DÍAS O DESTETE.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	0.8192	1	0.8192	0.3447759	0.56796901	4.74722534
Lactancia	2.78315833	2	1.39157917	0.58567257	0.57188236	3.88529383
Interacción	35.1039583	2	17.5519792	7.38708435	0.00810572	3.88529383
Dentro del grupo	28.5124333	12	2.37603611			
Total	67.21875	17				

Probabilidad $\leq 0.05 \rightarrow$ Significativo.

Probabilidad $> 0.05 \rightarrow$ No Significativo.

Coefficiente de variación = 12.18 %

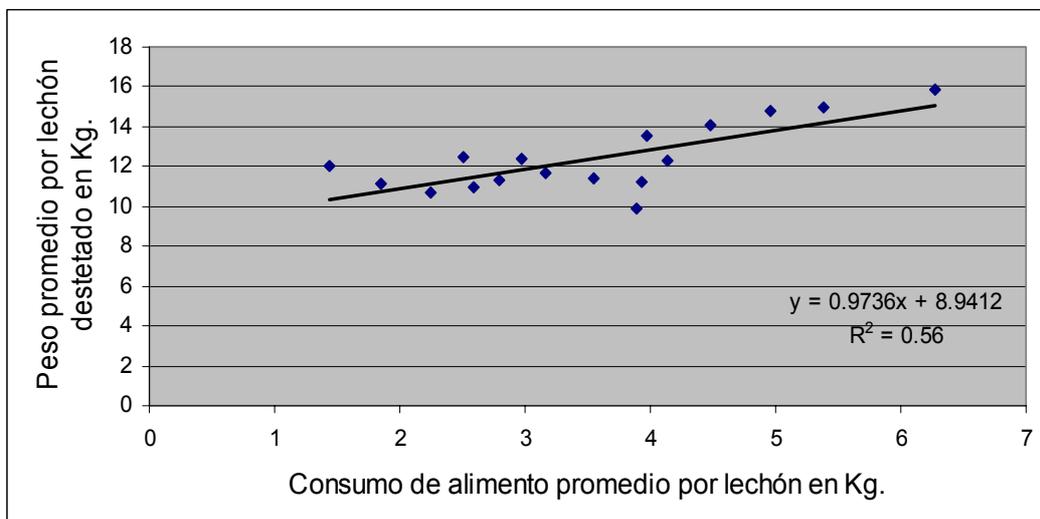


Figura 6 Regresión lineal simple del consumo de alimento de los lechones versus peso promedio del lechón destetado

En la figura se puede apreciar que existe una dependencia lineal entre el consumo de alimento por lechón y el peso promedio por lechón destetado durante la etapa de la lactación.

4.7 Costos de la investigación.

4.7.1 Costos de las dietas experimentales.

El menor costo en las dietas experimentales, fue para la dieta del 30% de harina de grano de gandul, con un valor de \$ 19.68 por cada 100 kilogramos de alimento balanceado, luego le siguió la dieta del 20% con un valor de \$ 21.67, y en tercer lugar se ubicó la dieta con 0% de harina de grano de gandul con \$ 22.45 los 100 kilogramos. (Tabla 17).

4.7.2 Costo diario de alimento consumido por las cerdas.

El menor costo diario de alimento lo presentó el tratamiento (20-30) con un valor de \$ 2.85, luego siguió el tratamiento (20-20) con \$ 3.24, en tercer lugar se ubicó el tratamiento (30-0) con \$ 3.35, en cuarto lugar el tratamiento (20-0) con \$ 3.50, en quinto lugar el tratamiento (30-30) con un valor de \$ 3.74, en sexto el tratamiento (30-20) con \$ 3.98 y por último el que

presentó el mayor costo fue el tratamiento (0-0) con un valor de \$ 4.00.

4.7.3 Costo total de alimento consumido por las cerdas.

El menor costo total de alimento lo presentó el tratamiento (20-30) con un valor de \$ 119.68, luego siguió el tratamiento (20-20) con \$ 136.28, en tercer lugar se ubicó el tratamiento (30-0) con \$ 140.74, en cuarto lugar el tratamiento (20-0) con \$ 147.00, en quinto lugar el tratamiento (30-30) con un valor de \$ 157.00, en sexto lugar el tratamiento (30-20) con \$ 167.09 y por último el tratamiento que presentó el mayor costo fue el (0-0) con un valor de \$ 168.08. (Tabla 18).

TABLA 17 COSTOS DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.

Ingredientes	Niveles de harina de gandul		
	0 %	20 %	30 %
Maíz	7.92	7.04	4.40
Polvillo arroz	3.53	2.31	3.34
Torta de soya	5.88	3.56	1.86
Harina de pescado (65%)	2.24	2.24	2.24
Aceite rojo palma africana	0.50	1.50	1.50
Gandul	0.00	2.64	3.96
Fosfato Di-cálcico	1.25	1.25	1.25
Sal yodada	0.17	0.17	0.17
Premezcla (*)	0.96	0.96	0.96
Costo/100kilos	\$ 22.45	\$ 21.67	\$ 19.68
Costo/kilo	\$ 0.2245	\$ 0.2167	\$ 0.1968

TABLA 18 RESULTADOS DE LOS COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Tratamientos	Costo por kilo de la dieta \$	Costo diario del alimento \$	Costo total del alimento \$
1 (20-0)	0.2245	3.50	147.00
2 (20-20)	0.2167	3.24	136.28
3 (20-30)	0.1968	2.85	119.68
4 (30-0)	0.2245	3.35	140.74
5 (30-20)	0.2167	3.98	167.09
6 (30-30)	0.1968	3.74	157.00
7 (0-0)	0.2245	4.00	168.08

4.8 Análisis económico del proyecto.

4.8.1 Análisis de presupuesto parcial.

El análisis económico del experimento determinó que el tratamiento (30-0) registró el mayor beneficio neto, mientras que el tratamiento (0-0) reportó el menor beneficio. (Tabla 19).

4.8.2 Análisis de dominancia.

No se reportó dominancia en el tratamiento cuatro. El tratamiento uno, dos, tres, cinco, seis y siete fueron dominados. El tratamiento tres, tiene el costo que varía menor en comparación con el tratamiento cuatro; por los resultados el mayor beneficio neto lo obtiene el tratamiento cuatro. (Tabla 20).

4.8.3 Análisis marginal.

La Tasa Marginal de Retorno es la rentabilidad de la alimentación, en comparación con otras versus el ingreso adicional de esa dieta, como producto de su mayor rendimiento. En el experimento la adopción del tratamiento cuatro implica una tasa de retorno del 96 % en comparación con el tratamiento tres. Esto quiere decir que por cada dólar invertido en el tratamiento cuatro (30-0) hay un retorno de 96 centavos de dólar (Tabla 21).

TABLA 19 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL DE LOS LECHONES. E.E. BOLICHE, 2005.

TRATAMIENTOS

Parámetros	sexo	1		2		3		4		5		6		7	
		20-0	20-0	20-20	20-20	20-30	20-30	30-0	30-0	30-20	30-20	30-30	30-30	0-0	0-0
1. Peso total, Kg.	Machos	162.85	162.85	167.50	167.50	187.88	187.88	129.45	129.45	139.00	139.00	132.50	132.50	124.00	124.00
	Hembras	112.41	112.41	128.75	128.75	116.09	116.09	200.175	200.175	191.00	191.00	183.25	183.25	139.00	139.00
2. Precio/Kg/\$	Machos	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
	Hembras	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
3. Beneficio bruto. \$	Machos	521.12	521.12	536.00	536.00	601.23	601.23	414.24	414.24	444.80	444.80	424.00	424.00	396.80	396.80
(1*2).	Hembras	337.23	337.23	386.25	386.25	348.27	348.27	600.525	600.525	573.00	573.00	549.75	549.75	417.00	417.00
Total beneficio bruto machos mas hembras		858.35	858.35	922.25	922.25	949.50	949.50	1014.76	1014.76	1017.80	1017.80	973.75	973.75	813.80	813.80
4. Costo total de alimento. \$		190.83	190.83	174.00	174.00	167.29	167.29	200.54	200.54	201.63	201.63	233.17	233.17	223.40	223.40
5. Costo adicional (medicinas), \$.		16.00	16.00	15.33	15.33	15.00	15.00	15.00	15.00	19.33	19.33	19.33	19.33	16.67	16.67
6. Total costos que varían, \$ (4+5).		206.83	206.83	189.33	189.33	182.29	182.29	215.54	215.54	220.96	220.96	252.50	252.50	240.07	240.07
7. Beneficio neto \$ (3-6)		651.52	651.52	732.92	732.92	767.21	767.21	799.22	799.22	796.84	796.84	721.25	721.25	573.73	573.73

TABLA 20 ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS COSTOS DE ALIMENTACIÓN.

Tratamientos	Costos que varían (\$)	Beneficio neto (\$)	Dominancia
3 (20-30)	182.29	767.21	
2 (20 -20)	189.33	732.92	Dominado
1 (20-0)	206.83	651.52	Dominado
4 (30-0)	215.54	799.22	No dominado
5 (30-20)	220.96	796.84	Dominado
7 (0-0)	240.07	573.73	Dominado
6 (30-30)	252.50	721.25	Dominado

TABLA 21 ANÁLISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS NO DOMINADOS. E.E. BOLICHE, 2005.

Tratamientos	Costos que varían \$.	Costos marginales \$	Beneficio neto	Beneficio N. marginal \$	Tasa marginal de retorno (%)
3 (20-30)	182.29	33.25	767.21	32.01	96 %
4 (30-0)	215.54		799.22		

Tratamiento 3 (20-30) Vs. Tratamientos 4 (30-0)

CAPÍTULO 5

5. DISCUSIÓN.

Las necesidades de energía digestible de las cerdas lactantes son la suma de las necesidades de mantenimiento, producción láctea, ganancia o pérdida de proteína y grasa corporal, y termorregulación. En las condiciones que se realizó la investigación, se observa que los consumos de cantidad de energía digestible diaria por cerda son: para el tratamiento (20-0) 17983; (20-20) 17089; (20-30) 16309; (30-0) 17217; (30-20) 20953; (30-30) 21397; y para el tratamiento (0-0) 20567 Kcal/día. Según el NRC las cerdas en etapa de lactancia deben consumir entre 18000 hasta 22000 Kcal de ED al día.⁶⁸

Milgen (2001), afirma que al consumir una cantidad menor de energía digestible las cerdas, tienen un menor consumo de alimento y por consecuencia van a tener una mayor pérdida de peso, y sus camadas menor incremento de peso. Además esta respuesta se podría deber a los períodos de calor que estuvieron sometidas las cerdas; eliminar este calor representa un esfuerzo adicional que implica pérdida de productividad.⁶⁹

En esta investigación el consumo de alimento de la cerda estuvo relacionado directamente con el número de lechones que la misma tuviera, mientras más lechones tuvieron, mayor fue su ingesta. Esta conclusión no difiere mucho con lo reportado por Close William (2001), que afirma que por cada lechón la cerda requiere casi medio kilo adicional de alimento diario.⁷⁰

El bajo consumo de alimento de los lechones de madres alimentadas con 20 y 30 % de harina de grano de gandul, se atribuye a que los lechones consumieron el alimento de la madre, siendo el gandul de baja digestibilidad para esta etapa del cerdo.

El mayor beneficio neto correspondió al tratamiento (30-0) seguido de muy cerca por el (30-20). El tratamiento (30-0) el cual no tiene harina de grano de gandul en su dieta, obtuvo mejores pesos en

sus camadas debido a un menor número de lechones por cerda en comparación al tratamiento (30-20), pero las cerdas de este grupo perdieron mas peso durante la lactancia, lo que indica que el mejor beneficio no puede tomarse como indicativo final en el proceso de esta investigación ya que una mayor perdida de peso significa posteriormente una mayor inversión en alimento diario para recuperar a la cerda para su próximo ciclo reproductivo.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento, se pueden indicar las siguientes conclusiones:

- 1) En la etapa de lactancia no hubo rechazo por parte de las cerdas al utilizar dietas con harina de grano de gandul.
- 2) En las condiciones que se realizó el experimento, los tratamientos (30-0) y (30-20), utilizados en dietas para

cerdas en la etapa de lactancia, presentaron los mejores resultados en los parámetros productivos estudiados.

- 3) El tratamiento (30-0), presentó el mayor cambio de peso corporal de los lechones desde el nacimiento hasta los cuarenta y dos días con 12.83 kg. por lechón, y el mayor peso promedio al destete de los lechones con 14.95 kg/lechón.
- 4) El mayor consumo de alimento balanceado iniciador para lechones lo presentaron las camadas, cuyas madres no tuvieron harina de gandul en su dieta, es decir los tratamientos (30-0), (20-0), y (0-0), siendo el (30-0) el de mayor ingesta 5,38 Kg. por lechón durante toda la etapa de lactancia. Y aquellos en los que sí hubo niveles de gandul en la dieta de la madre (20-20), (20-30), (30-20), y (30-30), presentaron un menor consumo de alimento iniciador, atribuyéndose a que la camada consumió el balanceado de la cerda madre, siendo el gandul de baja digestibilidad para el lechón.
- 5) De acuerdo al análisis de presupuestos parciales, el mayor beneficio neto correspondió al tratamiento (30-0)

con un valor de \$ 799.22 seguido del tratamiento (30-20) con \$ 796.84.

- 6) El análisis marginal del tratamiento cuatro (30-0) en comparación al tratamiento tres (20-30), alcanzo una tasa de retorno marginal del 96 %.

6.2 RECOMENDACIONES.

Con base a los resultados obtenidos se puede recomendar lo siguiente:

- 1) De acuerdo a los rendimientos productivos y al análisis económico, los niveles superiores al 20 % de harina de grano de gandul no son aconsejables utilizar en la etapa de lactancia, porque se incrementa la perdida de peso en la cerda madre.
- 2) Para mejorar los resultados obtenidos con la dieta (30-20) se recomienda evitar en lo posible que los lechones ingieran la dieta de la cerda madre, ya que esto ocasiona un menor consumo de alimento balanceado iniciador en los mismos.

3) Durante la etapa de lactancia resulta favorable la utilización del tratamiento (30-20), debido a que presenta una menor pérdida de peso corporal de las cerdas en comparación al tratamiento (30-0).

ANEXOS

Composición de las dietas experimentales

Anexo 1. Composición de las dietas para la etapa de lactancia en cerdas. E.E. Boliche, 2005.

Dietas con harina de grano de gandul.

Ingredientes (kg)	1 (0 %)	2 (20 %)	3 (30 %)
Maíz	45.00	40.00	25.00
Polvillo de arroz	32.15	21.00	30.3
Torta de soya	14.85	9.00	4.70
Gandul	0.00	20.00	30.00
Aceite rojo	1.00	3.00	3.00
Harina de pescado	3.00	3.00	3.00
Fosfato di-cálcico	2.50	2.50	2.50
Sal yodada	0.50	0.50	0.50
Premezcla (**)	1.00	1.00	1.00
Total (kilos)	100 kilos	100 kilos	100 kilos

** Premezcla (Vitaminas y minerales).

Ingredientes	Cantidad (gr.)
Maíz molido	900
Vitaminerol	50
Flavomycin	25
Ganaminovit	25
Total	1000 gr.

Análisis calculado de las dietas experimentales

Anexo 2. Análisis calculado de las dietas utilizadas para cerdas, en la etapa de lactancia. E.E. Boliche, 2005.

Ingredientes	Niveles			Requerimientos
	1 (0 %)	2 (20 %)	3 (30 %)	
PC (%)	17.00	17.00	17.00	17.00
ED (kcal/kg)	3468.3	3428.7	3383.0	3450.00
FB (%)	2.62	3.92	4.73	4.00
Ca (%)	0.73	0.73	0.74	0.75
P (%)	0.46	0.42	0.46	0.45

Fuente (NRC 2003)
Elaborado por M. Velásquez.

La harina de grano de gandul en niveles del 20 % y 30 %, sustituye parcialmente a la torta de soya que es una fuente tradicional de proteínas para cerdos.

La premezcla de vitaminas y minerales fue preparada para satisfacer las necesidades y requerimientos de las cerdas durante toda la etapa de lactancia.

Análisis proximal de las dietas experimentales

Registros

Anexo 4. Comportamiento de las cerdas alimentadas con diferentes niveles de harina de grano de gandul en la fase de lactancia. E.E Boliche. 2005.

TRATAMIENTOS

Parámetros	1 20-0	2 20-20	3 20-30	4 30-0	5 30-20	6 30-30	7 0-0
Número de cerdas	3	3	3	3	3	3	3
Duración del Experimento (días)	42	42	42	42	42	42	42
Peso promedio inicial de las cerdas (Kg.)	170	189	186	168.5	164.6	173.3	165.3
Peso promedio final a los 42 días (Kg.)	143	152.3	143	132	131.3	134	138.6
Perdida de peso promedio cerda en Kg.	27	36.66	43	36.5	33.33	43.33	26.6
Perdida promedio diaria de peso (Kg.)	0.642	0.873	1.023	0.869	0.792	0.935	0.634
Consumo total de alimento por cerda (Kg)	217.7	209.3	202.5	208.5	256.6	265.6	249
Consumo promedio diario de alimento (Kg.)	5.18	4.98	4.82	4.96	6.11	6.32	5.93
Consumo de energía diaria por cerda (Kcal).	17983	17089	16309	17217	20953	21397	20567
Promedio de número de lechones al parto/cerda	8.5	7.66	7.5	7.5	10.66	10.33	8.66

Anexo 5. Comportamiento de los lechones cuyas madres fueron alimentadas con diferentes niveles de harina de grano de gandul, tanto en la fase de gestación como en la de lactancia. E.E Boliche. 2005.

TRATAMIENTOS

Parámetros	1 20-0	2 20-20	3 20-30	4 30-0	5 30-20	6 30-30	7 0-0
Número de camadas	3	3	3	3	3	3	3
Duración del Experimento (días)	42	42	42	42	42	42	42
Promedio de número de lechones nacido vivos	8.5	7.66	7.5	7.5	10.66	10.33	8.66
Promedio del número de lechones al destete	8.16	7.66	7.5	7.5	9.66	9.66	8.33
Numero de lechones muertos por tratamiento	1	0	0	0	3	2	1
Porcentaje mortalidad por tratamiento	3.92	0	0	0	9.38	6.48	4.00
Peso promedio de los lechones al nacimiento.	1.83	1.826	1.98	2.125	1.826	2.143	1.69
Peso promedio de los lechones al destete (Kg.)	11.42	13.59	13.57	14.95	11.41	10.95	10.68
Consumo promedio de alimento por lechón Kg.	3.54	3.13	3.96	5.38	2.20	2.63	4.6

Análisis de varianza

Anexo 6. Cambio de peso corporal (Kg) de las cerdas desde el primer día post-parto hasta el día cuarenta y dos de lactancia.

REPETICIONES	I 20-0	II 20-20	III 20-30	IV 30-0	V 30-20	VI 30-30
I	32	49	50	35	45	28
II	22	43	36	38	27	38
III	27	18	43	36.5	28	64
Σ	81	110	129	109.5	100	130
X	27	36.66	43	36.5	33.33	43.33

1. Resultados experimentales.

2. Análisis de varianza.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	21.125	1	21.125	0.15958451	0.69655796	4.74722534
Lactancia	415.194444	2	207.597222	1.568250097	0.24827578	3.88529383
Interacción	131.083333	2	65.5416667	0.49512118	0.62141818	3.88529383
Dentro del grupo	1588.5	12	132.375			
Total	2155.90278	17				

Probabilidad \leq 0.05 \rightarrow Significativo.
 Probabilidad $>$ 0.05 \rightarrow No Significativo
 Coeficiente de variación = 36.63 %

Anexo 7. Consumo total de alimento (Kg.) de las cerdas durante toda la lactancia.

REPETICIONES	I 20-0	II 20-20	III 20-30	IV 30-0	V 30-20	VI 30-30
I	229.5	148	176	148	226	236
II	206	234	229	269	267	273
III	217.75	246	202.5	208.5	277	288
Σ	653.25	628	607.5	625.5	770	797
X	217.75	209.33	202.5	208.5	256.66	265.66

1. Resultados experimentales.

2. Análisis de varianza.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	5125.78125	1	5125.78125	3.49303983	0.08622158	4.74722534
Lactancia	1670.88194	2	835.440972	0.56932367	0.58047503	3.88529383
Interacción	4348.27083	2	2174.13542	1.4815969	0.26603677	3.88529383
Dentro del grupo	17609.125	12	1467.42708			
Total	28754.059	17				

Probabilidad \leq 0.05 \rightarrow Significativo.
 Probabilidad $>$ 0.05 \rightarrow No Significativo
 Coeficiente de variación = 16.89%

Anexo 8. Cambio de peso corporal de los lechones desde el primer día de nacidos hasta el día cuarenta y dos.

1. Resultados experimentales.

REPETICIONES	I 20-0	II 20-20	III 20-30	IV 30-0	V 30-20	VI 30-30
I	9.888	14.7	12.82	13.9	8.9	7.93
II	9.214	9.817	10.437	11.75	10.666	9.027
III	9.551	10.785	11.628	12.825	9.1	9.499
Σ	28.653	35.302	34.885	38.475	28.666	26.456
X	9.551	11.767	11.628	12.825	9.555	8.818

2. Análisis de varianza.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	1.52716939	1	1.52716939	0.83629341	0.37846812	4.74722534
Lactancia	2.79867211	2	1.39933606	0.76629059	0.48618732	3.88529383
Interacción	33.7322008	2	16.8661004	9.23604728	0.0037297	3.88529383
Dentro del grupo	21.9134007	12	1.82611672			
Total	59.9714429	17				

Probabilidad $\leq 0.05 \rightarrow$ Significativo.
 Probabilidad $> 0.05 \rightarrow$ No Significativo
 Coeficiente de variación = 12.64%

3. Prueba de significancia de Tukey al 5 % de probabilidad.

	Tratamientos					
	I 20-0	II 20-20	III 20-30	IV 30-0	V 30-20	VI 30-30
X	9.551	11.767	11.628	12.825	9.555	8.818
Rango de significancia	B	A	A	A	B	B

Letras iguales significa que no difieren estadísticamente.

Anexo 9. Consumo promedio de alimento (Kg.) por lechón durante toda la lactancia.

1. Resultados experimentales.

REPETICIONES	I 20-0	II 20-20	III 20-30	IV 30-0	V 30-20	VI 30-30
I	3.166	2.46	2.971	6.28	2.25	3.89
II	3.928	2.8	4.962	4.48	2.511	2.588
III	3.547	4.142	3.966	5.38	1.85	1.433
Σ	10.641	9.402	11.899	16.14	6.611	7.911
X	3.547	3.134	3.966	5.38	2.203	2.637

2. Análisis de varianza.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	0.09102222	1	0.09102222	0.12528917	0.7295087	4.74722534
Lactancia	9.94232633	2	4.97116317	6.8426485	0.01039873	3.88529383
Interacción	8.89778211	2	4.44889106	6.12375602	0.01469212	3.88529383
Dentro del grupo	8.71796533	12	0.72649711			
Total	27.649096	17				

Probabilidad $\leq 0.05 \rightarrow$ Significativo.
 Probabilidad $> 0.05 \rightarrow$ No Significativo
 Coeficiente de variación = 24.5%

3. Prueba de significancia de Tukey al 5 % de probabilidad.

	Tratamientos					
	I 20-0	II 20-20	III 20-30	IV 30-0	V 30-20	VI 30-30
X	3.547	3.134	3.966	5.38	2.203	2.637
Rango de significancia	BC	CD	B	A	E	DE

Letras iguales significa que no difieren estadísticamente

Anexo 10. Peso promedio en (Kg.) de los lechones a los cuarenta y dos días

o destete.

1. Resultados experimentales.

REPETICIONES	I 20-0	II 20-20	III 20-30	IV 30-0	V 30-20	VI 30-30
I	11.66	17.2	12.37	15.85	10.65	9.93
II	11.21	11.29	14.78	14.05	12.44	10.94
III	11.435	12.28	13.575	14.95	11.15	12.00
Σ	34.305	40.77	40.725	44.85	34.24	32.87
X	11.435	13.59	13.575	14.95	11.413	10.956

2. Análisis de varianza.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Gestación	0.8192	1	0.8192	0.3447759	0.56796901	4.74722534
Lactancia	2.78315833	2	1.39157917	0.58567257	0.57188236	3.88529383
Interacción	35.1039583	2	17.5519792	7.38708435	0.00810572	3.88529383
Dentro del grupo	28.5124333	12	2.37603611			
Total	67.21875	17				

Probabilidad \leq 0.05 \rightarrow Significativo.

Probabilidad $>$ 0.05 \rightarrow No Significativo

Coefficiente de variación = 12.18%

3. Prueba de significancia de Tukey al 5 % de probabilidad.

Tratamientos

	I 20-0	II 20-20	III 20-30	IV 30-0	V 30-20	VI 30-30
X	11.435	13.59	13.575	14.95	11.413	10.956
Rango de significancia	C	AB	B	A	C	C

Letras iguales significa que no difieren estadísticamente.

Gráficos

Gráfico 1. Instalaciones porcinas del INIAP “Boliche”, donde de se llevo a cabo el experimento.



Gráfico 2. Peso corporal de cerdas en etapa de lactancia alimentadas con tres dietas experimentales con diferentes niveles de gandul. E.E.Bolicho 2005.

Inicio del experimento



Final del experimento



Gráfico 3. Peso corporal de los lechones lactantes alimentados con balanceado pre-iniciador comercial.

Inicio del experimento



Final del experimento



Gráfico 4. Elaboración de las dietas con harina de grano de gandul.

Molienda



Pesaje



Mezcla



Dieta elaborada



Lechones al nacimiento



Lechones al destete



BIBLIOGRAFÍA

1. **SICA.** Porcicultura un Cambio Cualitativo en el Tiempo. www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing.Rizzo/ganaderia/porcinos/cambio_cualitativo.htm. (Actualizado 2003)
2. **III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO.** Resultados Nacionales y Provinciales. 2003.
3. **ARCO (1980).; DUKE (1981).; GONZALO (1993).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro Internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo de gandul 1998.
4. **LARA; ESCOBEDO (1991).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro Internacional sobre los Cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo del gandul. 1998.
5. **VALLADOLID, ANGEL.** Producción de Leguminosas de Grano para Exportación. Manual Técnico N° 02/99. Promenestras. Chiclayo – Perú. 1999.
6. **BINDER.; ULRIKE.** Manual de Leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, E.A.G.E., Estela, Nicaragua. 528 páginas. 1997.

7. **MONEGAT, CLUADINO.** Plantas de Cobertura del Suelo. Características y manejo en pequeñas propiedades. Centro Internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Tegucigalpa, Honduras. 336 páginas. 1991.
8. **CIPRES.** Centro para la Promoción, la Investigación y el Desarrollo Rural y Social. Managua, Nicaragua. 2003.
9. **VALLADOLID, ANGEL.** Producción de Leguminosas de Grano para Exportación. Manual Técnico N° 02/99. Promenestras. Chiclayo – Perú. 1999.
10. **MOREL, F y PICCOLO, G.** Evaluación del “Guandú”. Recuperación de la Fertilidad del Suelo. Brasil. 2000.
11. **GANDARA, CARLOS.** Cultivos de Cobertura. Usos del Gandul. Centro Internacional sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO).Tegucigalpa Honduras. 31 páginas.1989.
12. **HUTH, L.** Sistema de Información de los Recursos del Tiempo. Cajanus cajan B31. 2002.
<http://www.fao.org/ag/aqa/agap/frq/afris/es/Data/205.HTM>
13. **IBIDEM.**
14. **MOREL, F y PICCOLO, G.** Evaluación del “Guandú”. Recuperación de la Fertilidad del Suelo. Brasil. 2000.
15. **HIGUERAS, A.; CASTILLO, A.** Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje de diferentes

- variedades de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L) Miils) Rev. FAC. Agron. 15(2):Págs. 188-198. 1998.
16. **GARCIA WILMAN.** Evaluación de tres niveles de harina de grano de gandul como fuente de proteína en dietas para cerdos confinados en crecimiento y acabado. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Guayaquil. Ecuador. 2005
 17. **MOREL, F y PICCOLO, G.** Evaluación del “Guandú”. Recuperación de la Fertilidad del Suelo. Brasil. 2000.
 18. **IBIDEM.**
 19. **ZENTENARO, FIORELO.** Gerente de Ecuagandul. 2005.
 20. **BUITRAGO.; JIMÉNEZ (1980).** Concepto y Tecnologías para la Elaboración y Uso de Harinas Compuestas. Organismo de integración centroamericana. (INCAP). Guatemala 2001.
 21. **INTA.** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro_la_ctan.htm
 22. **CLOSE, WILLIAM.** Capacidad Genética de las Cerdas. Universidad de Iowa. 2001. <http://www.pcca.com.ve/vp/articulos/e33a14.htm>
 23. **WHITTEMORE, COLIN.; ELSEY FRANK.** Objetivos de la nutrición porcina. Página 118. 1975.

24. **FLORES, A.** Alimentación de cerdas de alta producción. VI Convención Técnica Hypor. La Toja pags. 47-88. 1993.
25. **QUINTERO, A. (1997).** Cría del ganado porcino. Bases para la alimentación de los cerdos. Páginas 44-45.
26. **CHURCH, D. y POND, W.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Página 75. 1990.
27. **WHITTEMORE, COLIN.; ELSEY FRANK.** Objetivos de la nutrición porcina. Página 57. 1975.
28. **VILLENA, E.; RUIZ, J.** Técnico en ganadería. Vol. 2. Editorial Cultural S.A. Madrid- España. Págs. 202 – 228. 2002.
29. **IBIDEM.**
30. **IBIDEM.**
31. **KING, H. (1991).** Feedstuffs. Pages 13 -15.
32. **ITP (1991).** Institut Technique du porc. L' alimentatiòn de la truie. Cedex 56 pp.
33. **SCHOENHERR, W. (1988).** Feedstuffs. Pages 16 – 18.
34. **NRC.** Nacional Research Council. Mineral Tolerances of Domestic Animals. National Academy Press, Washington, DC. 2003.
35. **IBIDEM**
36. **IBIDEM**

37. **MATEOS, G.; PIQUER, J.** Programa de alimentación en porcinos: reproductores. <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/94cap-VI.pdf.htm>
38. **KIRKWOOD, R.** Can J. Anim. Pages 283 – 290. 1988.
39. **CAMPABADAL, C.** Factores que afectan la elaboración eficiente y utilización de alimentos balanceados. Curso de Lance. Costa Rica. 1992.
40. **QUINTERO, A. (1997).** Cría del ganado porcino. Bases para la alimentación de los cerdos. Páginas 50 – 57.
41. **WEISMAN, J.** Fats in Animal Nutrition. Edition Butterworths.1986.
42. **FERNANDEZ, A.** Nutrición Animal para Zootecnistas, Primera Edición, Editorial América C.A. 1987, p. 63 - 115
43. **WHITTEMORE, COLIN.; ELSEY FRANK.** Objetivos de la nutrición porcina. Página 85. 1975
44. **LEROY, ANDRE.** El Cerdo. Libraire Machette. Paris – Francia. Paginas 89 – 90.
45. **FUNDACION HOGARES JUVENILES CAMPESINOS.** Manual Agropecuario. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Bogotá. Colombia. 2002
46. **MATEOS, G.; GARCIA, M.; GRACIA, M.** Composición Micromineral y Vitamínica de Correctores Comerciales: premezclas para porcino. Fedna. Madrid. 1996.

47. **NCR.** Nacional Research Council. Mineral Tolerances of Domestic Animals. National Academy Press, Washington, DC.1998.
48. **WHITTEMORE, COLIN.; ELSEY FRANK.** Objetivos de la nutrición porcina. Página 95. 1975.
49. **BROOKS, P.** Feeding the super sow. Vol. 6. Pages 79 – 90. 1992
50. **TRI – STATE.** Swine Nutrition Guide. Purdue University, Ohio State University and Michigan State. Pages 50 – 62. 1998.
51. **CIAT.** Curso de Porcicultura. Cali. Colombia.1999.
52. **VILLENA, E.; RUIZ, J.** Técnico en ganadería. Vol. 2. Editorial Cultural S.A. Madrid- España. Pág. 216. 2002.
53. **DAPOZA, C.** Alimentación Nitrogenada del Lechón. 2004.
[http: //www. prodivesa.com](http://www.prodivesa.com)
54. **CIAT.** Curso de Porcicultura. Cali. Colombia.1999.
55. **DAPOZA, C.** Alimentación Nitrogenada del Lechón. 2004.
[www. prodivesa.com](http://www.prodivesa.com)
56. **IBIDEM.**
57. **IBIDEM.**
58. **IBIDEM.**
59. **CHURCH, D. y POND, W.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 1990.

60. **W.E. CARROLL, KRIDER, ANDREWS.** Explotación del cerdo. Editorial McGraw Hill Book Company. Indiana. EE.UU. 1975.
61. **WHITTEMORE C.T.; ELSLEY F.W.** Alimentación Práctica del cerdo. Editorial AEDOS. Barcelona. España. 210 páginas. 1979.
62. **MATEOS, G.; GARCIA, M.** Usos de Premezclas en Fabricación de piensos. Características y Composición de las Materias Primas utilizadas en Macrocorrectores. Fedna. Madrid. 1999.
63. **MATEOS, G.; GARCIA, V.; JIMENEZ, E.** Microminerales en la alimentación de monogástricos, aspectos técnicos y consideraciones legales. Fedna. Madrid. 2004.
64. **IBIDEM.**
65. **BASE AÉREA TAURA.** Datos meteorológicos. Boliche 1987 – 1999.
66. **RODRIGUEZ, J.** Evaluación de la harina de banano verde con cáscara, tipo industrial, en gestación y lactancia de cerdas. Portoviejo. Ecuador. 1978
67. **CIMMYT.** La formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México. D.F. pág. 89. 1988.
68. **NCR.** National Research Council. Mineral Tolerances of Domestic Animals. National Academy Press, Washington, DC. 1998.

69. **MILGEN,VAN et al.** Energetic efficiency of starch, protein and lipid utilization in growing pigs. J. Nutr. 131: Pages. 1309-1318. 2001
70. **CLOSE, WILLIAM.** Capacidad Genética de las Cerdas. Universidad de Iowa. 2001. <http://www.pzca.com.ve/vp/articulos/e33a14.htm>