



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 proteínas en dietas en la etapa de gestación en cerdas nulíparas”

TESIS DE GRADO

Previo a la Obterción del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Presentada por:

Adrián Ignacio Moreira Mite

Guayaquil - Ecuador

Año - 2007

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme una oportunidad en este mundo, a mis Padres, por su constante y decidido apoyo. A mis Abuelos por sus sabios consejos, A mi amada esposa por ser siempre incondicional. A la Estación Experimental Boliche del INIAP, y especialmente al Director de Tesis: Dr. Johns Rodríguez, Responsable del Programa de Porcinos, que con su prolija guía y notable cooperación, el presente trabajo pudo llegar a feliz término.

DEDICATORIA

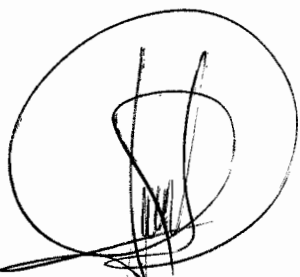
A MIS PADRES

A MI HIJA

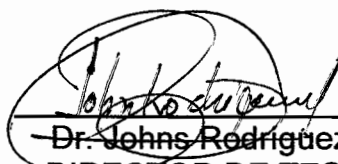
A MIS ABUELOS

A MI MARISOL

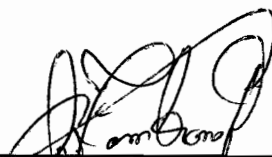
TRIBUNAL DE GRADUACION



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)



Adrián Ignacio Moreira Mite

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Programa de Porcinos de la Estación Experimental "Boliche" del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que se encuentra ubicado a 2°15'15" de latitud sur y 73°38'4" de longitud occidental, parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, provincia del Guayas. Esta localidad se encuentra a 17 msnm, con una pluviosidad promedio anual de 1025 mm, 24 °C de temperatura media anual y 84 % de humedad relativa, presentando un clima tropical.

Los objetivos de esta investigación fueron:

- Evaluación de ingredientes proteicos no tradicionales (gandul) para la alimentación de cerdas nulíparas en la etapa de gestación en el trópico ecuatoriano
- Evaluar diferentes niveles de harina de gandul como fuente de proteína en dietas para cerdas en la fase de gestación.
- Evaluar la influencia de la dieta con harina de gandul sobre la capacidad reproductiva.
- Evaluar en términos económicos la alternativa tecnológica de utilización de niveles de harina de gandul

Los equipos y materiales utilizados fueron los siguientes:

- Tres dietas experimentales para cerdos en la etapa de gestación con el 0 %, 20 %, 30 % de harina de gandul.
- Veintiún cerdas primerizas Landrace x Yorkshire. nueve fueron asignadas al tratamiento del 20%, nueve fueron asignadas al tratamiento del 30% y las tres restantes fueron asignadas al tratamiento del 0%.
- Veintiún corrales de 1.20 x 1m. equipados con comederos y bebederos.
- Mezcladora y molino para preparación de dietas.
- Bascula para el pesaje de las cerdas y de su alimento.

El experimento tuvo una duración de seis meses para concluir con la toma de peso posparto de las hembras, el peso y número de lechones nacidos vivos. Las dietas utilizadas fueron debidamente balanceadas para satisfacer las necesidades nutricionales de las cerdas primerizas en la etapa de gestación. El suministro de agua fue a voluntad mientras que el consumo de alimento fue de 2 Kg. de balanceado diario.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza en Diseño completamente al Azar con tres tratamientos y nueve repeticiones para el tratamiento del 30%, nueve repeticiones para el tratamiento del 20% y

tres repeticiones para el testigo. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al nivel de 5 % de probabilidad ($P \leq 0.05$). Se utilizó el programa estadístico SAS (SAS Institute, 2001).

Además se realizó un análisis de regresión lineal simple por tratamiento para determinar el incremento de peso de las cerdas en el periodo de gestación.

Al finalizar el experimento después de tomar el peso posparto de las cerdas, los resultados obtenidos permiten realizar las siguientes observaciones:

En el periodo de gestación no hubo diferencias significativas en cuanto al número de días de gestación ya que en los tres tratamientos las cerdas tuvieron una duración de 114 días desde la monta hasta el parto, el cambio de peso corporal, desde el día primero hasta el día 110 no registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, registrando el mayor incremento de peso corporal el tratamiento uno con un valor promedio de 57 Kg.

En cuanto al número de lechones nacido vivos los tres tratamientos no registraron diferencias estadísticas significativas, pero el tratamiento tres registró el mayor número de lechones al nacimiento con un promedio de 9.75 lechones.

Así mismo en cuanto a la disminución de peso corporal entre el día 110 de gestación al primer día posparto, no se registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, registrando la menor disminución de peso corporal el tratamiento dos con un promedio de 16.85 Kg.

En cuanto al peso de los lechones al nacer no se registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, pero se evidenció que el tratamiento tres fue el que presentó el mayor valor en cuanto al peso corporal de los lechones al nacer con un valor promedio de 2.02 kg.

De acuerdo al análisis económico realizado y a las condiciones experimentales, las dietas que menor costo por kilo registraron, fueron las que contenían el 20 % y 30 % de harina de gandul, con un valor de \$0.197 y \$0.1781 respectivamente. La dieta que representó un mayor beneficio neto fue la del tratamiento tres con un valor de \$ 188.99.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBIOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES.....5

1.1 Origen, distribución del cultivo

de gandul.....5

1.1.1 Origen.....5

1.1.2 Distribución.....6

1.2 Características del cultivo de gandul.....7

1.3 Cultivo y usos del gandul.....7

1.3.1 Cultivo.....8

1.3.1.1 Elección del terreno.....8

1.3.1.2 Preparación del suelo.....9

1.3.1.3 Siembra.....	9
1.3.1.4 Fertilización.....	10
1.3.1.5 Producción.....	11
1.3.2 Usos.....	11
1.3.2.1 Alimentación humana.....	12
1.3.2.2 Alimentación animal.....	13
1.3.2.3 Potencial como planta forrajera.....	13
1.3.2.4 Otras Utilidades.....	14
1.4 Importancia Nacional del gandul.....	15
1.5 Composición bromatológica del gandul.....	16
1.6 Investigaciones de uso de gandul en alimentación animal.....	18

CAPÍTULO 2

2. NECESIDADES NUTRICIONALES DE CERDOS EN LA FASE DE GESTACION.....	23
2.1 Necesidades de proteínas.....	23
2.2 Necesidades de energía.....	25
2.3 Necesidades de vitaminas.....	27
2.4 Necesidades de minerales.....	30
2.5 Necesidades hídricas.....	31

CAPÍTULO 3

3. MATERIALES Y METODOS.....	33
3.1 Localización del experimento.....	33
3.2 Materiales y equipos utilizados.....	34
3.3 Manejo del experimento.....	35
3.4 Factores en estudio y niveles.....	37
3.5 Tratamientos.....	37
3.6 Diseño experimental.....	38
3.7 Datos Obtenidos.....	39
3.7.1 Cambio de peso corporal de la cerda desde el primer día de gestación al día setenta y seis.....	39
3.7.2 Cambio de peso corporal de la cerda desde el día setenta y seis de gestación al día ciento diez	40
3.7.3 Cambio de peso corporal de la cerda desde el primer día de gestación al día ciento diez.....	40
3.7.4 Número de días de gestación.....	40
3.7.5 Número de lechones al parto.....	41
3.7.6 Peso de lechones al parto.....	41
3.7.7 Cambio de peso corporal desde el día ciento diez de gestación al primer día posparto.....	41

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS.....	42
4.1 Número de días de gestación.....	42
4.2 Cambio de peso corporal desde el primer día de gestación al día Setenta y seis.....	45
4.3 Cambio de peso corporal desde el día setenta y seis de gestación Al día ciento diez.....	47
4.4 Cambio de peso corporal desde el primer día de gestación Al día ciento diez.....	49
4.5 Número de lechones al parto.....	51
4.6 Cambio de peso corporal desde el día ciento diez de gestación Al primer día posparto.....	54
4.7 Promedio de peso por camada de lechones nacidos vivos.....	58
4.8 Costos de Investigación.....	64
4.8.1 Costos de las dietas experimentales.....	64
4.8.2 Costos diario de alimento.....	65
4.8.3 Costos total de alimento.....	65
4.9 Análisis económico del proyecto.....	68
4.9.1 Análisis del presupuesto parcial.....	68
4.9.2 Análisis de Dominancia.....	68
4.9.3 Análisis Marginal.....	69

CAPÍTULO 5

5. DISCUSION.....	73
--------------------------	-----------

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
---	-----------

6.1 Conclusiones.....	..78
-----------------------	------

6.2 Recomendaciones.....	..80
--------------------------	------

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

AA	Aminoácido
C.V	Coeficiente de variación
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
cm	Centímetros
DCA	Diseño completamente al azar
E.D. (Kcal/Kg)	Energía digestible. Kilocorías por kilogramos
FB	Fibra bruta
gr	Gramos
gr/día	Gramo por día
K	Potasio
Kcal. EM/Kg	Kilocorías de energía metabolizable por kilogramo
Kg	Kilogramo
mg	Miligramos
mm/año	Milímetros por año
msnm	Metro sobre el nivel del mar
N	Nitrógeno
NRC	Nacional Research Council
°C	Grado centígrado
opt.	Optimo
P	Fósforo
Pág.	Página
PC	Proteína cruda
pH	Potencial de hidrogeno
plts/ha	Plantas por hectárea
qq	Quintales
Sica	Servicio de información y censo agropecuario
TMR	Tasa marginal de retorno
ton	Toneladas
ton/ha	Toneladas por hectárea
UI	Unidades internacionales
µg	Microgramo
var	Variedad

SIMBOLOGÍA

>
%
≤

Mayor que
Porcentaje
Menor o igual

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 4.1	Regresión lineal simple del número de días de gestación comparado con el cambio de peso corporal durante la gestación de las cerdas.....44
Figura 4.2	Regresión lineal simple del numero de lechones Comparados con el cambio de peso corporal en la gestación de las cerdas.....53
Figura 4.3	Regresión lineal simple del cambio de peso corporal desde el día ciento diez de gestación al primer día posparto.....57
Figura 4.4	Regresión lineal simple del promedio de peso de los lechones comparados con el peso posparto de cerdas.....61
Figura 4.5	Regresión lineal simple del promedio de peso de los lechones comparados con el cambio de peso corporal durante la gestación de las cerdas.....63

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Composición proximal del gandum.....17
Tabla 2	Promedio de la composición de aminoácidos esenciales de la semilla seca de gandum.....17
Tabla 3	Requerimientos nutricionales de cerdos en gestación.....27
Tabla 4	Necesidades de vitaminas y minerales en cerdos en la fase de gestación.....29
Tabla 5	Esquema del Análisis de Varianza.....38
Tabla 6	Análisis de varianza del número de días de gestación de cerdas nulíparas.....43
Tabla 7	Análisis de varianza del cambio de peso corporal del día primero al setenta y seis de gestación.....46
Tabla 8	Análisis de varianza del cambio de peso corporal del día setenta y seis al ciento diez de gestación.....48
Tabla 9	Análisis de varianza del cambio de peso corporal del día primero al ciento diez de gestación.....50
Tabla 10	Análisis de varianza del número de lechones.....52
Tabla 11	Análisis de varianza del cambio de peso corporal del día ciento diez de gestación al primer día posparto.....56
Tabla 12	Análisis de varianza del promedio de peso corporal de lechones nacidos vivos.....60
Tabla 13	Costos de las dietas experimentales.....66
Tabla 14	Resultados de los costos de investigación.....67
Tabla 15	Análisis del presupuesto parcial.....70
Tabla 16	Análisis de dominancia.....71
Tabla 17	Análisis marginal.....71
Tabla 18	Comportamiento de las cerdas alimentadas con distintos niveles de harina de gandum.....72

INTRODUCCIÓN

En nuestro país la crianza y explotación de los porcinos ha sido una actividad que se ha desarrollado paulatinamente con el paso del tiempo, pero aun se ve afectada debido a los elevados costos que implica una adecuada y balanceada alimentación, motivo por el cual la explotación en el área de porcinos se ve seriamente reducida.

En nuestro medio alrededor del 75% del capital a invertirse en una empresa porcina se lo utiliza en los gastos de alimentación, mientras que en otros países estos gastos oscilan entre un 65 y 70%. (Maner)

Las funciones productivas, tales como la preñez y 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.

Los requerimientos nutricionales para la cerda durante la gestación depende de dos funciones separadas: la necesidad de mantener la cerda preñada y el suministro de una cantidad adecuada de nutrientes para los fetos en desarrollo.

Entre los sistemas tradicionales de alimentación las leguminosas son las fuentes principales de proteínas, entre ellas tenemos a la torta de soya que es la más usada en el mercado, también tenemos otras fuentes proteicas como lo son la harina de pescado o la harina de sangre, todas ellas son una buena alternativa de proteínas para los cerdos, sin embargo en la actualidad sus altos costos, y las variaciones de precios que se registran durante todo el año, hacen imprescindible desarrollar nuevos sistemas de alimentación para cerdos, incorporando otras fuentes proteicas que reemplacen total o parcialmente el uso de estas.

La incorporación del fréjol gandul (*Cajanus cajan*) en la alimentación de los cerdos ya se efectuó en trabajos anteriores, y se obtuvo satisfactorias conclusiones, ya que su uso cubre las necesidades proteicas en la dieta y a la vez nos representa una reducción en los costos de alimentación. Sin embargo antes de la utilización de este producto se lo debe someter previamente a una cocción parcial para así eliminar algunos factores no digeribles presentes en el fréjol.

La productividad de la cerda es un componente clave en la producción porcina rentable y la optimización de la productividad sigue siendo un reto importante para muchos productores. En la actualidad en países desarrollados la cerda tiene el potencial de producir entre sesenta y setenta lechones en seis o siete partos a lo largo de su vida productiva, pero pocos

productores logran estos resultados, y en países como el nuestro este valor oscila entre treinta y cinco a cuarenta lechones en seis o siete partos a lo largo de su vida.

Esto representa una pérdida considerable tanto en eficiencia biológica como económica para el productor por lo que se hace necesario tratar de incrementar la productividad de la cerda en base a una buena alimentación y a un buen manejo del animal.

OBJETIVOS

- Evaluación de ingredientes proteicos no tradicionales (gandul) para la alimentación de cerdas nulíparas en la etapa de gestación en el trópico ecuatoriano.
- Evaluar diferentes niveles de inclusión de harina de grano de gandul como una fuente de proteína en dietas para cerdas en la fase de gestación.
- Evaluar la influencia de la dieta con harina de gandul sobre la capacidad reproductiva
- Evaluar en términos económicos estas alternativas tecnológicas frente a la práctica tradicional de alimentación de cerdos.

HIPÓTESIS

- La harina de grano de gandul puede sustituir parcialmente algunos ingredientes ricos en proteínas en la alimentación de cerdas en la etapa de gestación y medir los efectos en su capacidad reproductiva.
- La harina de grano de gandul reducirá los costos de alimentación de las cerdas en la etapa de gestación y sus efectos reproductivos.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Origen y distribución del cultivo del gandul.

1.1.1 Origen.

Este género es originario de Vavilov (India) aunque algunos autores suponen que procede del continente africano. Su cultivo se ha extendido por los trópicos, aprovechándose por su forraje, por sus frutos y semilla, siendo apetecido tanto como para alimentación humana como para la animal. ¹ Los investigadores han establecidos que a finales del siglo XIX, el gandul fue introducido al continente americano.

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, falso café. ²

1.1.2 Distribución.

Este grano se da en toda África, pero mayormente en zonas reducidas, tales como Lango, en el distrito de Uganda. Es muy conocida en la Republica Árabe Unida y en Madagascar. ³

Al gandul se le conoce en nuestro medio, desde hace varias décadas con el nombre de "fréjol de palo". Esta leguminosa esta en manos de pequeños agricultores del Litoral, mayoritariamente en la zona de Pedro Carbo, Provincia del Guayas, y en la zona de Ventanas, Provincia de Los Ríos, quienes lo cultivan en forma poco tecnificada. ⁴

1.2 Características del Cultivo de Gandul.

El gandul (*Cajanus cajan* L.) se ha adaptado para crecer desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm y en zonas con un rango de pluviosidad que va desde 500-2000 mm/año. Se adapta bien a una gran diversidad de suelos, desde livianos rojos hasta pesados arcillosos. Se desarrolla en suelos con pH 8.0 como también en suelos con pH 5.0. Puede utilizarse como pasto de corte. Del forraje se puede obtener harina para alimentar aves y el grano es usado en alimentación humana. Debe cosecharse cuando el árbol tenga 1.2 m de altura; no debe cortarse a ras del suelo porque no se recuperan las plantas. Su composición en base seca es de 21.7% N x 6.25, 36.0% ELN, 4.62% lípidos y 7.85% ceniza

1.3 Cultivo y usos del gandul.

Es un arbusto anual o perenne que puede llegar a alcanzar de tres a cinco metros de altura. Esta formado por hojas trifoliadas, con foliolos elípticos, agudos en ambos extremos con el haz de color verde oscuro y el envés de color verde claro cubierto por una pubescencia blancuzca y fina. Las flores se presentan en

racimos, con flores de color amarillo con manchas rojizas o de combinaciones amarillo y púrpura. El sistema radicular está compuesto de una raíz pivotante y de raíces laterales que pueden llegar a medir hasta tres metros de profundidad. Las vainas contienen de 5-7 granos, de color verde en los primeros estadios y amarillento o crema en la maduración (según la variedad).

En consecuencia el autor aconseja este forraje como banco de proteína para la suplementación animal. Además, es una de las especies que posee mayor potencial para la alimentación de cerdos y aves en propiedades de autoconsumo.⁵

1.3.1 Cultivo

1.3.1.1 Elección del terreno.

Debido a su rusticidad sobrevive hasta en los suelos más pobres, pero es recomendable sembrarlo en suelos bien drenados y nivelados de textura franca, con un buen contenido de materia orgánica y nivel de salinidad tolerada.⁶

1.3.1.2 Preparación del suelo.

De gran importancia para lograr un buen establecimiento del cultivo y altos rendimientos, un suelo bien preparado permite:

- Destruir e incorporar residuos de cosecha del cultivo anterior.
- Reducir la incidencia de plagas y enfermedades.
- Adecuada oxigenación y aireación de la raíz.
- Mejor aprovechamiento de los nutrientes y el agua.

La preparación del suelo consta de varias fases como por ejemplo tenemos:

- Corte de malezas grandes, limpieza de bordes y quemas.
- Roturación en seco e incorporación de malezas
- Nivelación.
- Dos pases cruzados de rastra.⁷

1.3.1.3 Siembra.

La semilla a usar se debe desinfectar contra hongos e insectos plaga del suelo, esto se debe realizar momentos

antes de la siembra. Se recomienda sembrar en bolillos a una distancia de 80 cm. entre surcos y 10 cm. entre plantas; se puede usar 16 cm. entre plantas y 50 cm. entre surcos. La densidad del cultivo es de 120.000 plts/ha.

1.3.1.4 Fertilización.

La finalidad de la fertilización es poner a disposición de la planta los nutrientes que necesita para un buen rendimiento. Para una adecuada fertilización se debe hacer un análisis previo del suelo, ya que gracias a este se conocerá el nivel de salinidad o acidez del suelo, la cantidad de nutrientes que se encuentran en el suelo y a la vez se determinaran los tipos de fertilizante a usar y las dosis que se aplicaran al suelo.

Existen diferentes tipos de abonos y fertilizantes que pueden ser usados:

- Orgánicos: estiércol de aves, vacuno, caprino.
- Químicos: Urea, superfosfato triple de calcio, fosfato diamónico, sulfato de potasio.

La formulas recomendadas son: de estiércol es de 3 a 5 ton/ha, y los fertilizantes químicos son de aproximadamente 60-60-30 Kg. de N – P – K por ha.

1.3.1.5 Producción.

El gandul se cosecha a los cuatro meses después de la siembra, debido a que la maduración es muy variable entre planta. El rendimiento por hectárea del cultivo depende de las variedades que han sido sembradas, y éstas pueden ser:

- variedades precoces (ciclo de 90-150 días)
- variedades semitardías (ciclo de 150-220 días)
- variedades tardías (ciclo >220 días).

Teniendo un rendimiento promedio de grano seco de 2 a 2.5 ton/ha. Una poda de la planta a una altura de 0.8 a 1 m, aumenta el número de vainas y la producción de semilla.⁸

1.3.2 Usos

Las leguminosas, entre ellas el gandul (*Cajanus cajan* L. Millsp), son importantes por su valor nutritivo y

versatilidad de preparación. Su consumo principal es como grano cocido, en sopas o guisado, pero sus propiedades nutricionales y funcionales permiten su empleo como harina cocida para obtener una amplia gama de productos y para múltiples usos como veremos a continuación.

1.3.2.1 Alimentación humana.

Gandara (1989), indica que el grano de gandul es utilizado en muchas partes del mundo como alimento; tanto para humanos como para ganado; es utilizado en la alimentación humana, debido a que contienen un alto porcentaje de proteína y además por su gran aporte de lisina y leucina.

Los granos secos se utilizan en la preparación de sopas, papillas y harina. Los granos sin madurar se usan para la preparación de ensaladas y conservas.⁹

1.3.2.2 Alimentación animal.

Carballo (2000), indica que las semillas secas se utilizan en la alimentación animal como pienso debido al alto contenido de proteína que oscila entre el 21 y 25 %.

Además, sus estudios demuestran que puede sustituir ingredientes que aporten proteína a las raciones de cerdos y aves, como es el caso de la soya, sin causar efectos negativos en los factores productivos.¹⁰

1.3.2.3 Potencial como planta forrajera.

Los pastos tropicales no han sido tan estudiados en la alimentación de los cerdos, como lo ha sido en el caso de los rumiantes. Botero (2002), señaló que la principal limitante que se presenta al ingerirlos es el bajo consumo de energía que los animales pueden obtener, lo cual se relaciona con una menor digestibilidad y en consecuencia una mayor conversión alimenticia.¹¹

La planta tolera hasta tres cortes al año y persiste de tres a cuatro años. Los cortes, igual que el pastoreo, se realizan cuando las primeras vainas comienzan a madurar. El gandul no persiste al someterlo a un pastoreo intenso.¹²

1.3.2.4 Otras utilidades.

Rubio (1991), indica que el gandul es una planta medicinal con propiedades antirreumáticas, diuréticas, hemostáticas y astringentes. Las flores y brotes jóvenes se emplean para afecciones bronquiales y pulmonares. La cocción de las hojas se aplica para lavar llagas, heridas, irritaciones de la piel, sarna y picazón. Con las semillas secas se hacen cataplasmas dado su efecto desinfectante y cicatrizante. Además, el gandul se utiliza para leña, producción de miel, siropes y medicamentos. La harina de las hojas se puede incorporar como pigmento en proporciones entre el 5 y 10 %, en raciones de gallinas ponedoras. Se planta alrededor de los sembrados de yuca y en torno a las casas para protección de comejenes y topos, ya que sus raíces son venenosas.¹³

1.4 Importancia Nacional del gandul.

Las leguminosas de grano, de la cual forma parte el frijol; se han constituido en un rubro muy dinámico en el sector exportaciones de nuestro país, debido a ello su cultivo representa una importante alternativa de producción para miles de agricultores de la Costa, Sierra y Oriente; sin embargo, una serie de limitaciones derivadas al escaso uso de tecnologías adecuadas hacen que no se aproveche eficientemente las condiciones **agro climáticas** excepcionales que ofrecen la Costa así como otras zonas de producción.

Este cultivo presenta muchas razones para tener importancia económica, ecológica, médica; en fin a continuación detallamos algunas de las razones:

- Se cultiva en la Costa, Sierra y Oriente.
- Son de mucha importancia en la canasta básica familiar por su alto contenido de proteínas, carbohidratos y minerales.

- Mejora los suelos incorporando el nitrógeno atmosférico fijado por simbiosis con bacterias del genero RHIZOBIUM.
- Sus granos contienen proteínas (22% - 28%), vitaminas, minerales y fibras solubles (pectinas); los cuales poseen efectos en la prevención de enfermedades del corazón, obesidad y tubo digestivo. Es por ello que importantes instituciones médicas a nivel mundial vienen promoviendo su consumo convirtiéndolo en un producto comercialmente atractivo.
- La amplia adaptabilidad de algunas variedades facilitan la producción durante todo el año con lo cual es posible aprovechar las ventanas comerciales de mejores precios.
- En el mercado externo se negocia en base a clases comerciales, sujetas a estándares de calidad. ¹⁴

1.5 Composición bromatológica del grano de gandul.

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

TABLA 1
COMPOSICION PROXIMAL DEL GANDUL.

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

Fuente: Sarría (1999)

TABLA 2
PROMEDIO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE LA SEMILLA DE GANDUL

Componente	(%)
Feninalanina	1.73
Lisina	1.61
Leucina	1.32
Arginina	1.01
Histidina	0.78
Valina	0.75
Isoleucina	0.65
Treonina	0.61

Fuente: Allen (1984)

1.6 Investigaciones de uso de gandul en alimentación animal.

En países tales como India, Uganda, Bahamas, Panamá y Brasil, el guandú (*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%.

Algunos autores indican que en el estado de Paraná (Brasil), el guandú es una de las especies que posee mayor potencial para la alimentación de cerdos y aves en propiedades de autoconsumo.

Trabajos de evaluación de especies forrajeras conducidos en el estado de Santa Catarina (Brasil) para alimentación de ganado bovino, encontraron que el guandú produjo hasta 60 toneladas de forraje verde conteniendo 15 toneladas de materia seca con tenores medios de 17% de proteína bruta. Como resultado sus autores aconsejan el cultivo de guandú como banco de proteína para la complementación de la dieta animal.¹⁵

Una de las aplicaciones preconizadas del guandú en pequeñas propiedades, es su empleo como abono verde. Se enfatiza que la recuperación de la materia orgánica es el primer eslabón para restaurar la fertilidad del suelo y para ello los abonos verdes son hoy la alternativa más rápida y económica para mejorarlo. La principal

finalidad del empleo de leguminosas como abono verde es su alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

Varias investigaciones resaltaron las bondades del guandú para ser utilizado como abono verde en el sur del Brasil, debido a su elevada capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno y su alta producción de fitomasa.¹⁶

Amado y Almeida (1987) en trabajos realizados en la misma zona, evaluaron 272 Kg./ha de nitrógeno en la biomasa de la especie manejada como abono verde.

Si bien en la provincia de Misiones, el guandú es utilizado en algunas localidades como forrajera y productora de granos en sistemas de minifundio, aún no ha sido evaluada como abono verde en condiciones locales.

El objetivo del trabajo fue evaluar al guandú como especie recuperadora de la fertilidad del suelo, manejado como cultivo monofítico.

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

Higueras y Castillo (1998), trabajaron con veinte y cinco cerdos en la fase de crecimiento y acabado con dietas que incluían dietas al 10, 20 y 30 % de inclusión de harina de grano de gandul, los cerdos alcanzaron el peso requerido 90 Kg. en once semanas con seis días (ochenta y tres días) con los tratamientos del 10 y 20 % de inclusión de harina de grano de gandul, mientras que para el tratamiento del 30 % fue en doce semanas con cuatro días (ochenta y ocho días). Los resultados indicaron que una inclusión del 20 % de proteína mostró los mejores resultados en los parámetros estudiados, el aumento promedio diario de peso tuvo un valor promedio de 0.69 Kg., el consumo promedio diario de alimento fue de 1.80 Kg. y la conversión alimenticia promedio fue de 2.61, además indicaron que la utilización de harina de gandul en dietas para cerdos en niveles altos mayores a un 30 % de inclusión en la dieta, reducen la digestión de nutrientes.¹⁸

Huerta (1992) y Quintero (1997), evaluaron cuatro dietas alimenticias balanceadas con una inclusión al 0, 8, 16 y 24 % de harina de grano de gandul durante la fase del crecimiento y acabado en cerdos, los resultados que obtuvieron fue que el análisis de varianza no detectó diferencia estadística entre tratamientos y ningún efecto sobre los pesos, consumo, aumento promedio diario de peso, conversión alimenticia y rendimientos de los cortes primarios, los cerdos

alcanzaron el peso establecido en doce semanas (ochenta y cuatro días). Los resultados en los parámetros estudiados fueron: el aumento promedio diario de peso fue de 0.68, 0.66 y 0.65 Kg./día para los tratamientos del 8, 16 y 24 % de harina de grano de gandul respectivamente; el consumo promedio diario de alimento fue de 1.70, 1.68 y 1.65 Kg./día y por último la conversión alimenticia promedio fue de 2.50, 2.55 y 2.54 para los tratamientos antes mencionados en el respectivo orden, por lo que concluyeron que la harina de grano de gandul se puede utilizar en dietas para cerdos en niveles de hasta 24 % de sustitución parcial del alimento balanceado como alternativa en la alimentación de cerdos.¹⁹

Wilman García (2004), evaluó cuatro dietas alimenticias con una proporción de 0, 10, 20, 30% de harina de gandul durante la fase de crecimiento y acabado de los cerdos. Para la evaluación fueron usados veinte cerdos. Al finalizar el experimento a los 90 Kg. de peso promedio, los resultados obtenidos permiten realizar las siguientes observaciones.

Durante la fase de crecimiento y acabado, el cambio de peso corporal, registro diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, registrando el mayor peso corporal el tratamiento dos con un valor promedio de 92 Kg.

El aumento promedio diario de peso, registro diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, registrando el mayor incremento el tratamiento tres con un valor promedio de 0.70 Kg.

Así mismo el consumo promedio diario de alimento, registro diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, registrando el mayor consumo el tratamiento dos con un valor promedio de 1.65 Kg.

La conversión alimenticia así mismo registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, registrando la menor conversión el tratamiento uno con un valor de 2.27.

De acuerdo al análisis económico realizado y a las condiciones experimentales, las dietas que mayor utilidad neta produjeron, fueron las que contenían el 10 % y 20 % de harina de gandul.²⁰

CAPÍTULO 2

2. NECESIDADES NUTRICIONALES DE CERDOS EN LA FASE DE GESTACION

2.1 Necesidades de Proteínas.

A los cerdos se los puede alimentar a partir de fuentes proteicas que los humanos por lo general consumen poco, para nuestro experimento las fuentes de proteínas que se usaron a mas de la harina de gandul, fue la torta de soya. Las proteínas se elaboran a partir de los aminoácidos que se unen entre sí formando cadenas. Cuando se ingieren las proteínas de las dietas, una enzima especial del sistema digestivo, llamada proteasa las descompone en aminoácidos o enlaza grupos de aminoácidos. Estas pequeñas fracciones se absorben a través de las paredes del tracto digestivo al

interior de la corriente sanguínea desde donde pasan al hígado y a las células de todo el organismo.²¹

De acuerdo a Church y Pond (1990), los resultados con cerdas alimentadas sin proteínas durante la gestación demuestran que la madre puede tomar de sus propias reservas para llenar las necesidades de los fetos, tanto para su crecimiento como para su supervivencia. Sin embargo dicha dieta no será la apropiada, ya que no satisface a largo plazo las necesidades tanto de la madre como de los fetos.²²

En la cerda en gestación, la proteína se destina a los productos de la concepción: fetos y membranas. Se necesita proteína adicional para cubrir las pérdidas ocasionadas durante el ciclo proteico y elaborar el tejido mamario que debe estar listo para la consiguiente lactación. Además, la proteína se puede usar para almacenarla en el organismo materno; almacenamiento que permite disponer de un soporte durante la lactación ante la eventualidad de que durante esa etapa falte proteína en la ración.²³

Según Villena y Ruiz (2002) las cerdas continúan creciendo durante la gestación ganado entre 35 a 40kg, durante la primera gestación. Y

comprobaron que el 55% de proteína digerida se destina a cubrir gastos de mantenimiento, un 15% de la proteína ingerida se destinan para cubrir crecimiento corporal y que alrededor del 30% se destina a cubrir gastos específicos de gestación.²⁴

Se ha calculado que las necesidades de la proteína en la preñez son en términos generales del 16%. La cantidad de proteína para la cerda gestante es de una media de 300 gr. de proteína digestible-día o sea 350 gr. de proteína bruta. En los primeros noventa días el consumo de proteína es de 265gr-día hasta 300 gr.-día al llegar a los ciento cinco días, y de 400 gr. de proteína digestible para los últimos días, o expresado en proteína bruta, desde 312 a 424 y a 470 gr.-día. La necesidad para la hembra joven y la cerda adulta se considera la misma, ya que el aumento de necesidad para el mantenimiento del animal mas viejo, está compensado por una menor necesidad para el crecimiento.²⁵

2.2 Necesidades de Energía.

Según Villena y Ruiz (2002), alrededor del 70% de la energía se destina a cubrir gastos de mantenimientos, un 25% de la energía se destina a cubrir crecimiento corporal y el 5% de la energía se destina a cubrir gastos específicos de gestación.²⁶

La energía es el constituyente más importante del alimento con un costo total mayor que cualquiera de los otros componentes de la ración, como alimentos ricos en energía tenemos a: el maíz, granos de cereales, tubérculos y otros vegetales ricos en carbohidratos.²⁷

El organismo necesita energía como una fuente potente para el metabolismo. La energía se produce mediante la oxidación de los carbohidratos, grasas o proteínas. Las unidades de glucosa procedentes de los carbohidratos son los más apropiados para conseguir energía. Los carbohidratos se elaboran a partir de compuestos como la glucosa y la celulosa. Los mejores carbohidratos procedentes de plantas son el almidón y la fibra. El almidón se descompone fácilmente por la acción de una enzima digestiva llamada amilasa en fracciones pequeñas como para ser adsorbidas.²⁸

Como la carga fetal no es grande y sólo es significativa en los últimos treinta días de la preñez y como además la cerda tiene la notable facilidad adicional del anabolismo de la preñez, las necesidades de energía son relativamente muy bajas. Según el National Research Council (NRC 2003), los requerimientos

energéticos diarios en cerdos para la fase de gestación son de aproximadamente 6400 Kcal de energía digestible ²⁹

TABLA 3
REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE CERDOS EN GESTACION

Composición	Porcentaje
Proteína bruta min.	16,00 %
Extracto etéreo min.	2,50 %
Fibra cruda	4,00 %
Calcio min.	0,65 %
Fósforo disponible min.	0,35 %
Energía digestible	3.200 kcal. /kg.
Humedad máx.	12,00 %

Fuente (NRC 2003)

2.3 Necesidades de vitaminas.

La formulación de dietas que contengan niveles adecuados de vitaminas ha sufrido una revolución como consecuencia de la preparación industrial de vitaminas, ya que estas vitaminas se añaden ahora a la ración de los cerdos en forma de compuestos premezclados, las vitaminas proporcionadas cubren las necesidades diarias del cerdo de acuerdo a la tasa recomendada para cada etapa. Estas premezclas están presente en la dieta en una proporción de 2 – 5 Kg./tonelada. ³⁰

Entre las vitaminas tenemos las liposolubles, en este grupo 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 esta 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.³¹

Los requerimientos de minerales y vitaminas en cerdos para la fase de gestación se expresan en la tabla cuatro.

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.³²

TABLA 4
NECESIDADES DE VITAMINAS Y MINERALES DE CERDOS EN LA
FASE DE GESTACION

Elementos minerales	Requerimiento %
Zn (mg)	58
Cu (mg)	3.5
Ca (%)	0.65
P, total (%)	0.50
P, disponible (%)	0.30
Na (%)	0.25
Cl (%)	0.25
Mg (%)	0.07
K (%)	0.20
Vitaminas	
Vitamina A (UI)	3300
Vitamina D (UI)	220
Vitamina E (UI)	11
Vitamina B12 (µg)	11
Riboflavina (mg)	3.3
Tiamina (mg)	1.1
Vitamina B6 (mg)	1.0
Ac. Pantotenico (mg)	13.2
Niacina (mg)	17.6
Colina (gr)	0.3
Folacina (mg)	0.3

Fuente (Castaño M.Q. 1973)

2.4 Necesidades de Minerales.

Cerca de las tres cuartas partes de la masa de minerales presentes en el cuerpo están constituida por calcio y fósforo, el cuarto restante esta compuesto casi exclusivamente por potasio y sodio. El organismo también contiene algo de magnesio, y cantidades pequeñas de hierro, zinc y cobre.³³

El calcio y fósforo constituyen el almacén que, con la proteína y la grasa forman los huesos y el esqueleto, por ende son necesarios para sostener el cuerpo especialmente en la etapa de gestación cuando la cerda presenta un peso adicional. El 90% de la totalidad del fósforo orgánico esta en los huesos así como el 99% del calcio. Estos elementos se depositan conjuntamente en el hueso en una proporción de dos de calcio y uno de fósforo, formando hidroxiapatita. El equilibrio entre estos dos elementos puede afectar la eficacia del uso de ambos elementos. Es necesario que el calcio y el fósforo estén en una proporción correcta con el objeto de que se depositen eficazmente en el esqueleto.³⁴

Generalmente el sodio y el potasio se digieren con una eficacia de un 70%, A el sodio se le suministra en forma de cloruro de sodio (sal común) que actúa haciendo mas apetitosa la ración. Cuando los cerdos están sometidos a una dieta con poco agua existe el riesgo que se intoxiquen por la sal cuando el contenido de la dieta es superior al 1%.³⁵

2.5 Necesidades Hídricas.

En la alimentación de los cerdos es muy importante el suministro de agua, el agua se la usa para una diversidad de funciones: como liquido transportador en el organismo, para desembarazar el organismo de los desechos, mantener el equilibrio iónico de los minerales en la solución, para las reacciones químicas, facilitar el paso de los materiales alimenticios lubricar articulaciones y en la cerdas en gestación es muy importante ya que además participa en la elaboración de productos animales tales como la carne magra, la leche materna y el feto.³⁶

Hay muchos factores que influyen en el consumo de agua, esto incluye la etapa del ciclo reproductivo, la temperatura etc. En las cerdas en gestación se recomienda proveer de 5 a 8 litros de agua

por día, generalmente las cerdas en gestación se suelen alimentar una vez al día por lo que es recomendable que estas cerdas tengan acceso al agua dos veces al día.³⁷

Aparte de sus funciones como fluido orgánico el agua es útil para otros propósitos como por ejemplo, cuando se le añade al alimento seco agua, aumenta la tasa de ingestión y reduce los desperdicios y el polvo, y a la vez aumenta la apetitosidad. El contenido de agua en el organismo de las cerdas gestantes cambia en relación a la composición corporal, ya que la carne magra tiene más agua que la grasa, pero en términos generales el contenido de agua es de un 65%.³⁸

CAPÍTULO 3

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Localización del experimento.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Programa de Porcinos de la Estación Experimental "Boliche" del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que se encuentra ubicado a 2°15'15" de latitud sur y 73°38'4" de longitud occidental, parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, provincia del Guayas. Esta localidad se encuentra a 17 msnm, con una pluviosidad promedio anual de 1025 mm, 24 °C de temperatura media anual y 83 % de humedad relativa. ³⁹

3.2 Materiales y equipos utilizados.

Para el experimento se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- Tres dietas experimentales para cerdos en la fase de gestación al 0 %, 20 % y 30 % de harina de grano de gandul.
- Veintiún cerdas primerizas híbridas Landrace x Yorkshire.
- Veintiún corrales individuales de 1.2x1 m. equipados con comederos.
- Báscula con capacidad de 1000 Kg. y 90Kg.
- Báscula con capacidad de 500 gr.
- Mezcladora de balanceado.
- Comederos individuales.
- Bebederos automáticos.
- Equipo e insumo veterinario de uso regular.
- Cámara fotográfica.
- Registro de campo.
- Molino de martillo
- Tanque del gandul para la cocción. Este proceso de cocción tiene una duración aproximada de veinte minutos. Se lo realiza por que el grano de gandul posee sustancias antimetabólicas (antitripsina), que no permiten una normal

digestión del alimento. Este proceso además de inhibir la acción tóxica de la hemaglutina, se incrementa la disponibilidad de los aminoácidos cistina y metionina.⁴⁰

- Leña, carbón y rejillas para el proceso de cocción del gandul. Estos materiales se sitúan justo debajo del tanque. Después del proceso de cocción al grano se lo expone al sol para su secado, y posteriormente se realiza la molienda, para la obtención de la harina.

3.3 Manejo del experimento.

El manejo de las cerdas en gestación fue realizado de acuerdo con lo propuesto por Rodríguez, J. (1978).⁴¹

La duración del periodo experimental fue de siete meses en total. Se seleccionó a las veintiún cerdas primerizas, a continuación se efectuó el sorteo donde fueron separadas las veintiún cerdas, las cuales fueron distribuidas según un diseño completamente al azar de tres tratamientos. Se procedió a tomar el peso de las cerdas antes de pasar a la monta, a continuación se efectuó la monta de la cerdas de manera natural con un verraco de raza Duroc.

El suministro de agua fue a voluntad, y el suministro de alimento durante la gestación fue realizado según lo propuesto por Villena y Ruiz (2002) que sugieren restringir la ingesta de alimento a 2 Kg. diario.⁴²

Se realizó el control y toma de los pesos a los veintiún días para constatar el estado de preñez en las cerdas nulíparas.

A los setenta y seis días de gestación se procedía a tomar los pesos a las cerdas preñadas para con esto evaluar el incremento de peso corporal.

Al día ciento diez de gestación, se procedía a registrar el peso de las cerdas nulíparas.

Se registró el peso a los ciento catorce días de gestación, un día antes se le suspendía la ración alimenticia a la cerda, solo se le suministro agua.

Se registró el peso a las cerdas nulíparas un día después del parto que nos servirá para evaluar la pérdida de peso corporal que experimentó la cerda después del parto.

3.4 Factores en estudio y niveles.

En el presente estudio se evaluó el factor niveles de harina de grano de gandul como alternativa de proteína en la fase de gestación en cerdas nulíparas.

Niveles

a1 = 0 % de harina de grano de gandul

a2 = 20 % de harina de grano de gandul

a3 = 30 % de harina de grano de gandul

La composición, análisis calculado y análisis proximal de las dietas se presentan en los anexos uno, dos y tres.

3.5 Tratamientos.

Los tratamientos para la fase de gestación en cerdas nulíparas son los dos niveles de harina de grano de gandul (20 y 30 % en las dietas), como reemplazo de proteína y un testigo sin reemplazo (0 % de harina de grano de gandul).

Tratamientos

T1 = 0 % de harina de grano de gandul

T2 = 20 % de harina de grano de gandul

T3 = 30 % de harina de grano de gandul

Se utilizaron veintiún cerdas gestantes primerizas, híbridas provenientes de las razas Landrace x Yorkshire. Cada cerda constituyó una unidad experimental.

3.6 Diseño experimental.

En este experimento se aplicó un diseño completamente al azar (DCA). En la tabla siguiente se presenta el esquema del análisis de varianza.

TABLA 5
ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA.

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

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza (ADEVA), en el Diseño Completamente al Azar. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al nivel de 5 % de probabilidad ($P \leq 0.05$). Se utilizó el programa estadístico SAS (SAS Institute 2001).

Además se realizó un análisis de regresión lineal simple por tratamiento para determinar el incremento de cada variable.

3.7 Datos obtenidos.

Durante el manejo del experimento se registraron los siguientes datos a ser evaluados.

3.7.1 Cambio de peso corporal de la cerda desde el primer día de gestación hasta el día setenta y seis.- Al comienzo de la gestación los nutrientes que se suministran por encima de los requerimientos de mantenimiento corporal van directamente al cuerpo de la cerda, por lo que las necesidades de ganancia fetal son bajas en este periodo. Se calcula restando el peso de la cerda registrado el día setenta y seis de gestación con el peso registrado el primer día de gestación.

3.7.2 Cambio de peso corporal de la cerda desde el día setenta y seis hasta el día ciento diez de gestación.-

Este es un periodo crítico para el desarrollo mamario, con un exceso en el consumo de energía en este periodo se aumenta los depósitos de grasas en las glándulas mamarias, estos depósitos de grasa reemplazan a las células secretoras lo que trae como consecuencia una disminución en la producción de leche de las cerdas. Este valor se calcula restando el peso de la cerda registrado el día ciento diez de gestación con el peso registrado el día setenta y seis de gestación.

3.7.3 Cambio de peso corporal de la cerda desde el primer día de gestación hasta el día ciento diez.-

Este valor se calcula restando el peso de las cerdas el día ciento diez de gestación con el peso registrado el primer día de gestación, con este dato conoceremos el incremento que tuvo la cerda durante la etapa de gestación hasta su entrada a parto.

3.7.4 Número de días de gestación.- Es la cantidad de días que se registro desde el primer día de embarazo hasta el momento del parto. En cerdas primerizas según lo expresado por el Nacional

Research Council, el número de días de gestación fluctúa entre ciento doce hasta ciento catorce días.⁴³

3.7.5 Número de lechones al parto.- Es la cantidad de lechones que la cerda a producido, se registran sólo los nacido vivos. Es conocido que el número de lechones nacidos vivos en el primer parto de una cerda es normalmente inferior que el de los partos siguientes. Uno de los efectos causantes de la baja productividad del primer parto es la edad y el peso de las primizas a su primer servicio.⁴⁴

3.7.6 Peso de lechones al parto.- Después del parto se procederá a pesar a los lechones que hayan nacido vivos.

3.7.7 Cambio de peso corporal de la cerda desde el día ciento diez de gestación hasta el primer día post-parto.- Se obtiene al tomar el peso a los ciento diez días de gestación de la cerda y restarlo con el peso que se tomó el día después del parto, con la finalidad de conocer el decremento de peso que experimento la cerda, y la cantidad y peso de materia embrionaria que llevaba en su interior.

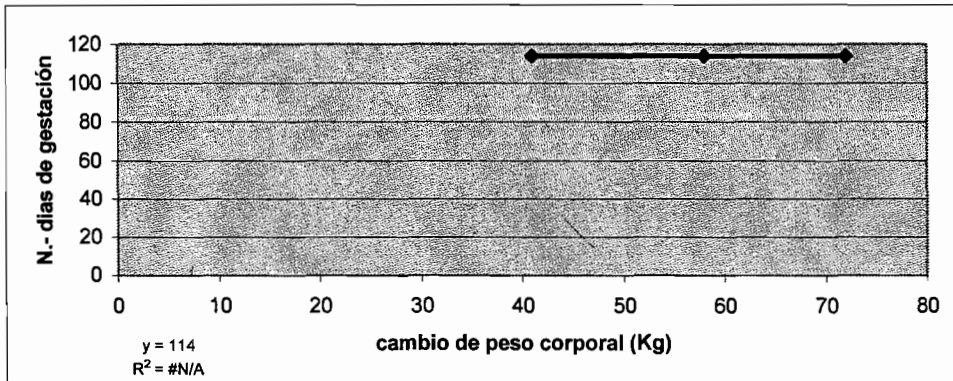
CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS.

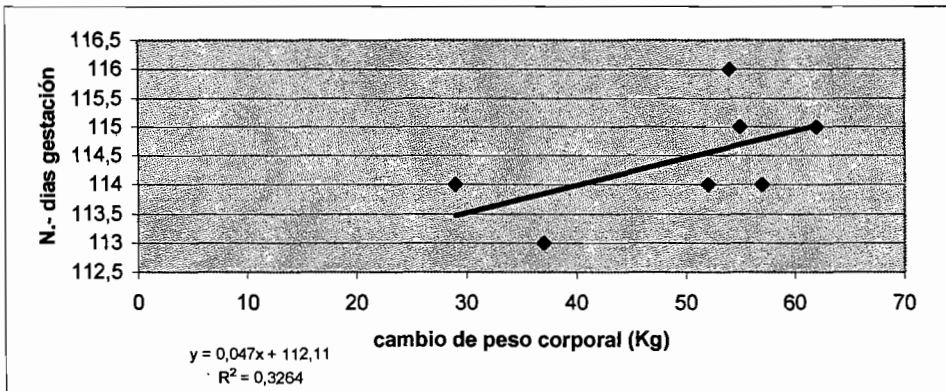
4.1 Número de días de gestación.

El experimento duró aproximadamente siete meses. Las cerdas en promedio parieron a los ciento catorce días según lo previsto. Siendo las del tratamiento uno y dos las que llegaron con más prontitud al parto. En el la tabla seis se observa el análisis de varianza para el número de días de gestación, observándose que no existen diferencias estadísticas significativas en los tres tratamientos

Tratamiento 1 (0%)



Tratamiento 2 (20%)



Tratamiento 3 (30%)

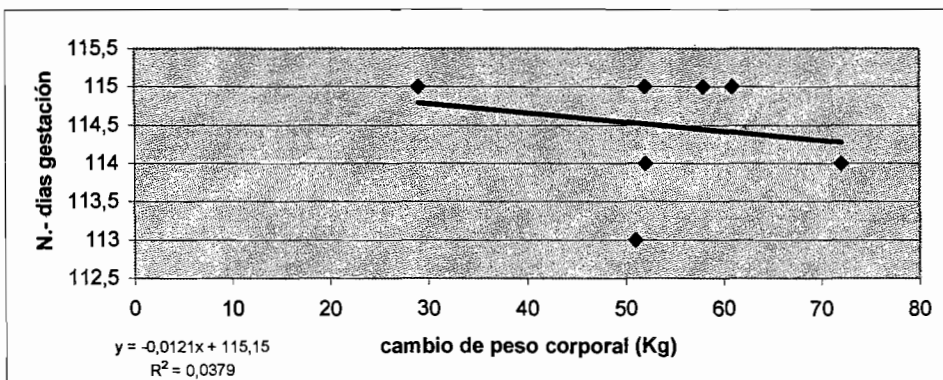


FIGURA 4.1
REGRESIÓN LINEAL SIMPLE DEL NÚMERO DE DÍAS DE GESTACIÓN
COMPARADO CON EL CAMBIO DE PESO CORPORAL DURANTE LA
GESTACIÓN

En los gráficos uno, dos y tres se presentan las rectas de regresión lineal simple de los tres tratamientos con harina de gandul. Se presenta dos variables, en el eje X tenemos el cambio de peso corporal de la cerda durante todo el proceso de gestación y en el eje Y tenemos al número de días de gestación. Analizando las tres figuras notamos que el número de días de gestación no está relacionado de manera lineal con el cambio de peso corporal durante el periodo de gestación, por lo que podemos concluir que no existe interacción entre las dos variables.

4.2 Cambio de peso corporal del primer día de gestación al día

Setenta y seis

En la tabla siete se presenta el análisis de varianza del cambio de peso corporal desde el primer día de gestación al día setenta y seis de gestación, observándose que no existen diferencias estadísticas significativas para los tres tratamientos.

Al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos no aplicamos la prueba de significancia de tukey. El coeficiente de variación encontrado fue de 25.68%.

4.3 Cambio de peso corporal desde el día setenta y seis al día ciento diez de gestación.

En la tabla ocho se presenta el análisis de varianza del cambio de peso corporal desde el día setenta y seis de gestación al día ciento diez de gestación, observándose que no existen diferencias estadísticas significativas para los tres tratamientos.

Al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos no aplicamos la prueba de significancia de tukey. El coeficiente de variación encontrado fue de 26.88%, siendo este valor aceptable para el experimento.

TABLA 8.
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CAMBIO DE PESO CORPORAL DESDE EL DÍA SETENTA Y SEIS AL DÍA CIENTO DIEZ DE GESTACIÓN

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada
Total	20	248.67		
Tratamiento	2	8	4	0.29 NS
Error experimental	18	240.67	13.37	

Coefficiente de variación = 26.88%

** = Significativo al 1 % de probabilidad
 * = Significativo al 5 % de probabilidad

4.4 Cambio de peso corporal desde el primer día de gestación al día ciento diez de gestación.

En la tabla nueve se presenta el análisis de varianza del cambio de peso corporal desde el primer día de gestación al día ciento diez de gestación, observándose que no existen diferencias estadísticas significativas para los tres tratamientos.

Al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos no aplicamos la prueba de significancia de tukey. El coeficiente de variación encontrado fue de 21.89%, siendo este valor aceptable para el experimento.

TABLA 9.
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CAMBIO DE PESO CORPORAL DESDE EL PRIMER DÍA AL DÍA
CIENTO DIEZ DE GESTACIÓN.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada
Total	20	2502.67		
Tratamiento	2	140.45	70.23	0.53 NS
Error experimental	18	2362.22	131.23	

Coefficiente de variación = 21.89%

- ** = Significativo al 1 % de probabilidad
- * = Significativo al 5 % de probabilidad
- N.S = No significativo

4.5 Número de lechones al parto.

En la tabla diez se presenta el análisis de varianza del el número de lechones al parto por cada tratamiento, observándose que no existen diferencias estadísticas significativas para los tres tratamientos. Pero existe una ligera supremacía en cuanto al número de lechones al parto por las cerdas pertenecientes al tratamiento del 30% de harina de gandul con un promedio de 9.77 lechones por cerda.

Al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos no aplicamos la prueba de significancia de Tukey. El coeficiente de variación encontrado fue de 22.50%, siendo este valor aceptable para el experimento.

TABLA 10
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE LECHONES

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada
Total	20	187.24		
Tratamiento	2	16.12	8.06	2.04 NS
Error experimental	18	71.12	3.95	

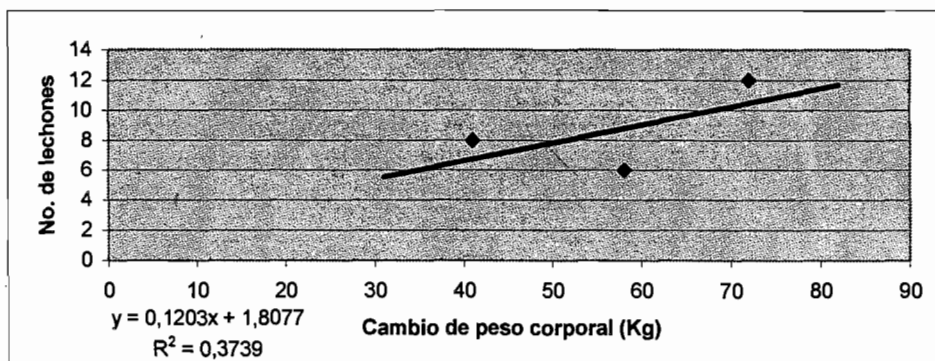
Coefficiente de variación = 22.50%

** = Significativo al 1 % de probabilidad

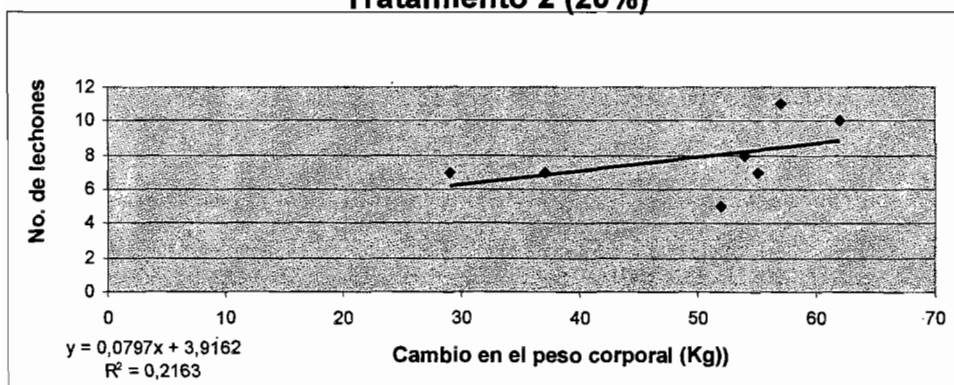
* = Significativo al 5 % de probabilidad

N.S = No significativo

Tratamiento 1 (0%)



Tratamiento 2 (20%)



Tratamiento 3 (30%)

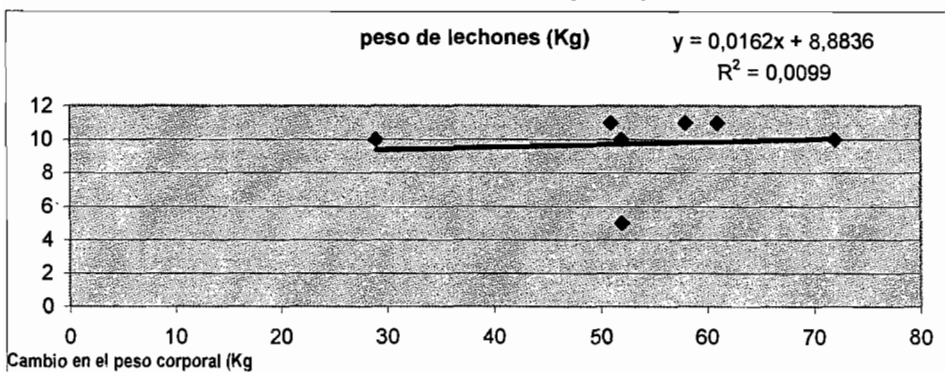


FIGURA 4.2
REGRESIÓN LINEAL SIMPLE DEL NÚMERO DE LECHONES
COMPARADOS CON EL CAMBIO DE PESO CORPORAL EN LA
GESTACIÓN DE LAS CERDAS.

En las figuras uno, dos y tres se presentan las rectas de regresión lineal simple de los tres tratamientos con harina de gandul, en el eje de las Y tenemos la variable de número de lechones al parto, y en la variable X tenemos el cambio de peso corporal de las cerdas durante el periodo de gestación y se puede observar en las figuras que no existe relación de manera lineal entre las dos variables el número de lechones nacidos vivos y el cambio de peso corporal de las cerdas durante el periodo de gestación, es decir que no hay interacción las dos variables son independientes la una de la otra en los tres tratamientos.

4.6 Cambio de peso corporal desde el día ciento diez de gestación al primer día posparto.

En la tabla once se presenta el análisis de varianza del cambio de peso corporal de las cerdas nulíparas desde el día ciento diez de gestación al primer día pos-parto, observándose que no existen diferencias estadísticas significativas para los tres tratamientos. En los tres tratamientos se observó un decremento en el peso de las cerdas después del parto que no fue mayor de los 25 Kg.

Al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos no aplicamos la prueba de significancia de Tukey. El coeficiente de variación encontrado fue de 47%.

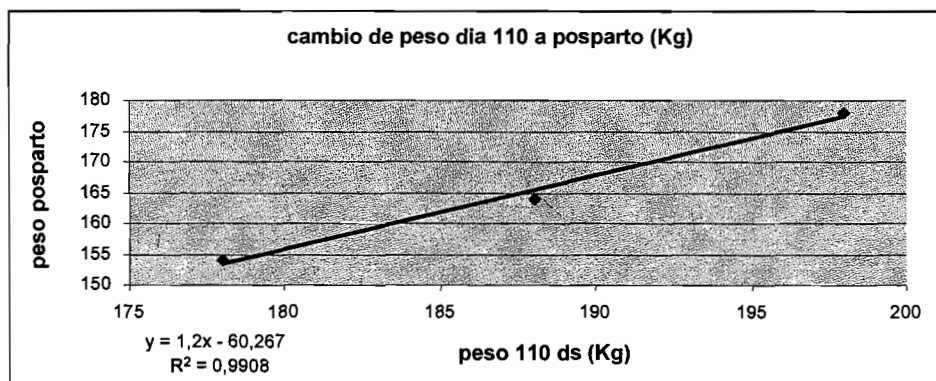
TABLA 11.
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CAMBIO DE PESO CORPORAL DEL DÍA CIENTO DIEZ DE GESTACIÓN AL PRIMER DÍA POSPARTO.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada
Total	20	1726.67		
Tratamiento	2	176	88	1.02 N.S
Error experimental	18	1550.67	86.14	

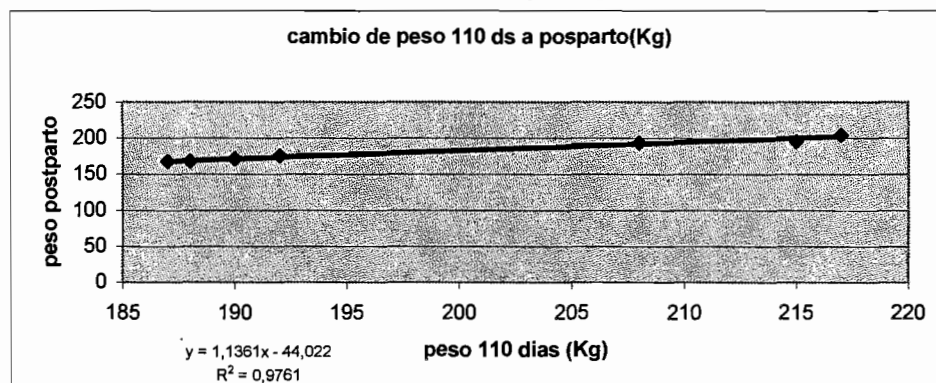
C

coeficiente de variación = 47 %

- ** = Significativo al 1 % de probabilidad
- * = Significativo al 5 % de probabilidad
- N.S = No significativo



Tratamiento 2 (20%)



Tratamiento 3 (30%)

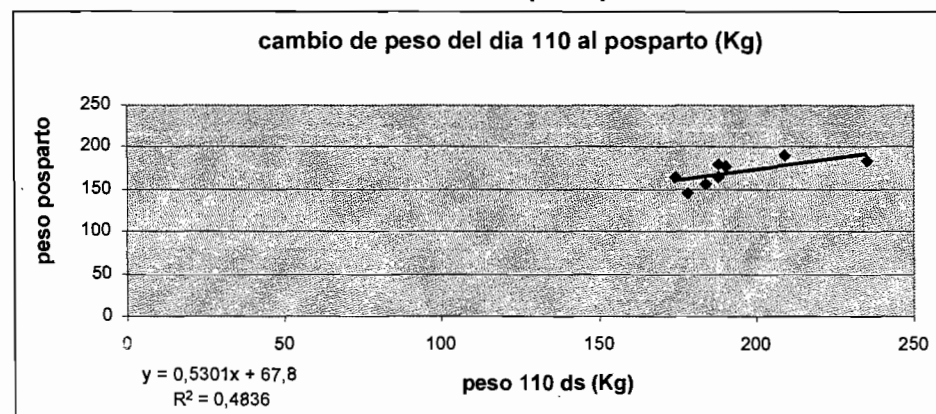


FIGURA 4.3
REGRESIÓN LINEAL SIMPLE DEL CAMBIO DE PESO CORPORAL
DESDE EL DÍA CIENTO DIEZ DE GESTACIÓN AL PRIMER DÍA
POSPARTO.

En las figuras uno, dos y tres se presentan las rectas de regresión lineal simple de los tres tratamientos con harina de gandul, observándose que en el intervalo de tiempo desde el último día de gestación al primer día posparto existe una tendencia de disminución corporal de los tres tratamientos.

Analizando las pendientes en las ecuaciones observamos que el tratamiento tres es el que tiene la mayor disminución en cuanto al cambio de peso corporal mientras que el tratamiento dos presentó la menor disminución en cuanto al cambio de peso corporal. Se observa que en las tres figuras existe relación lineal entre las dos variables presentes.

4.7 Promedio de peso corporal por camada de lechones nacidos vivos.

En la tabla doce se presenta el análisis de varianza del el promedio de peso corporal por camada de lechones nacidos vivos, observándose que no existen diferencias estadísticas significativas para los tres tratamientos. En los tres tratamientos se puede verificar que los lechones nacieron con un buen peso en promedio superior a 1.60 Kg., existiendo una leve supremacía en cuanto a peso de los lechones en el tratamiento tres.

Al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos no aplicamos la prueba de significancia de Tukey. El coeficiente de variación encontrado fue de 14.05% un valor aceptable para el experimento.

TABLA 12.
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PROMEDIO DE PESO CORPORAL DE LECHONES NACIDOS VIVOS.

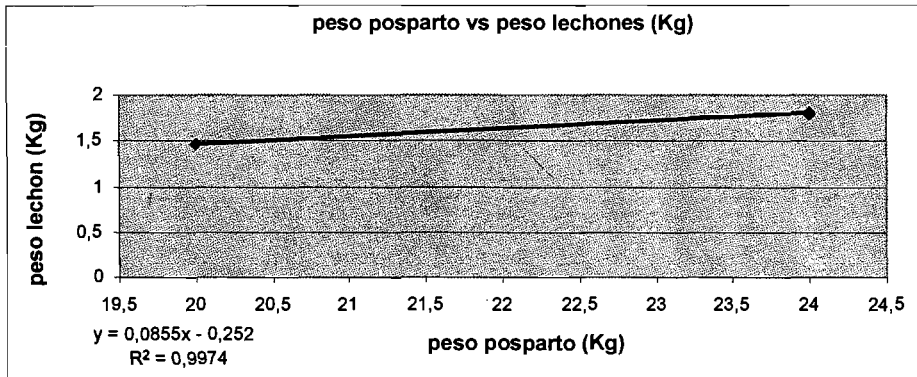
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada
Total	20	1.603		
Tratamiento	2	0.29	0.145	2.01 N.S
Error experimental	18	1.31	0.072	

Coefficiente de variación = 14.05%

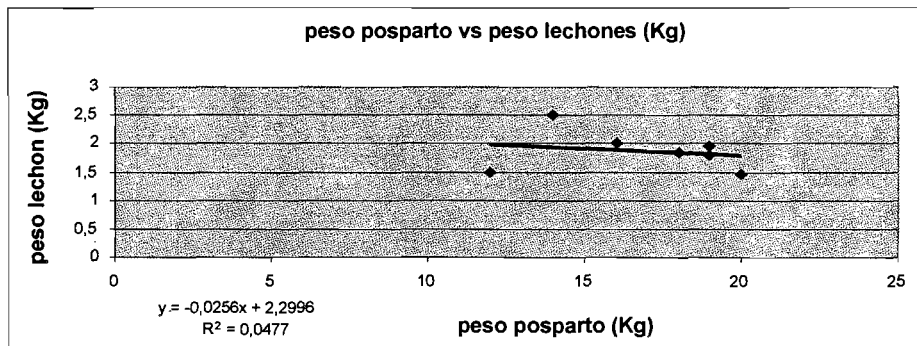
** = Significativo al 1 % de probabilidad

* = Significativo al 5 % de probabilidad

Tratamiento 1 (0%)



Tratamiento 2 (20%)



Tratamiento 3 (30%)

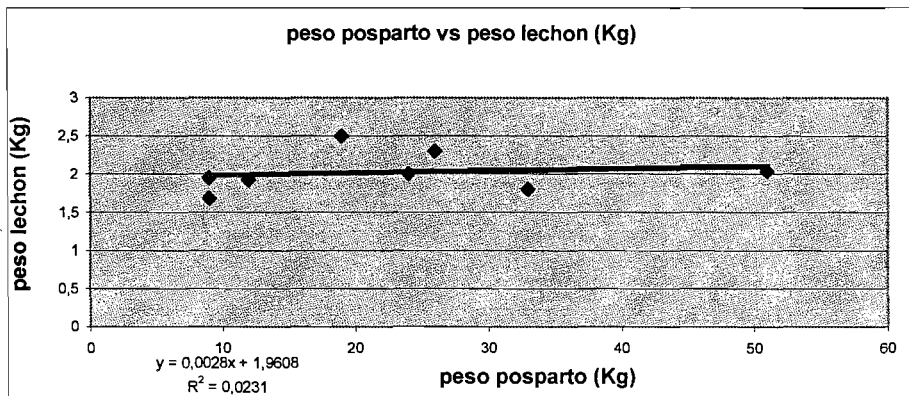
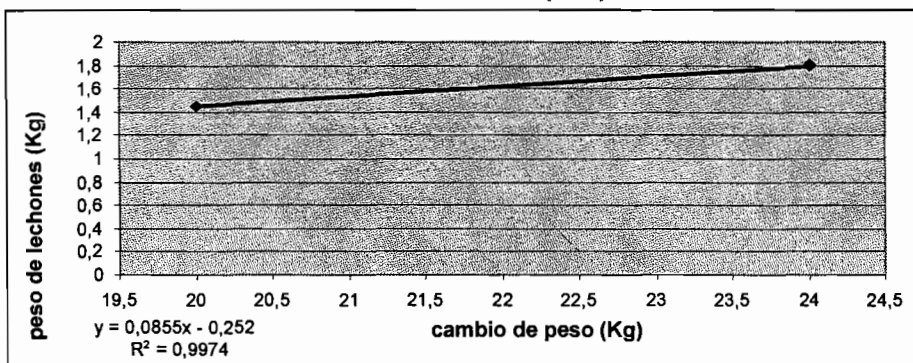


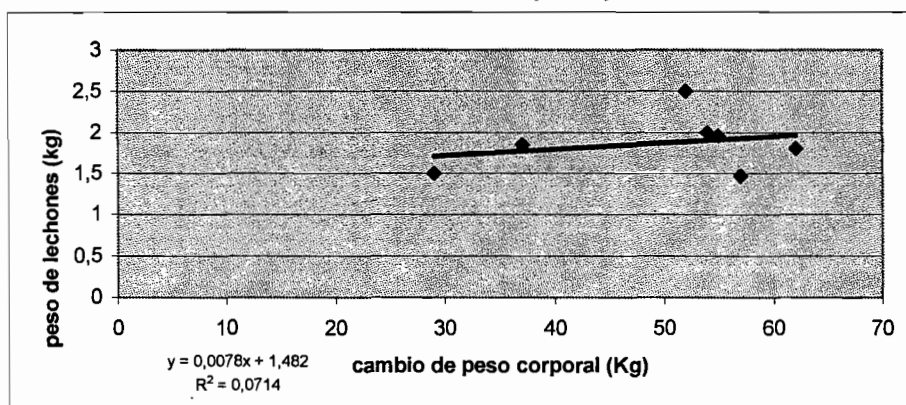
FIGURA 4.4
REGRESIÓN LINEAL SIMPLE DEL PROMEDIO DE PESO DE LOS LECHONES COMPARADOS CON EL PESO POSPARTO DE LAS CERDA

En las figuras uno, dos y tres se presentan las rectas de regresión lineal simple de los tres tratamientos con harina de gandul, en el eje de las Y tenemos la variable de promedio de peso de lechones al parto por camada, y en la variable X tenemos el cambio de peso corporal de las cerdas después del parto y se puede observar en las figuras que no existe relación de manera lineal entre las dos variables, es decir que no hay interacción las dos variables son independientes la una de la otra.

Tratamiento 1 (0%)



Tratamiento 2 (20%)



Tratamiento 3 (30%)

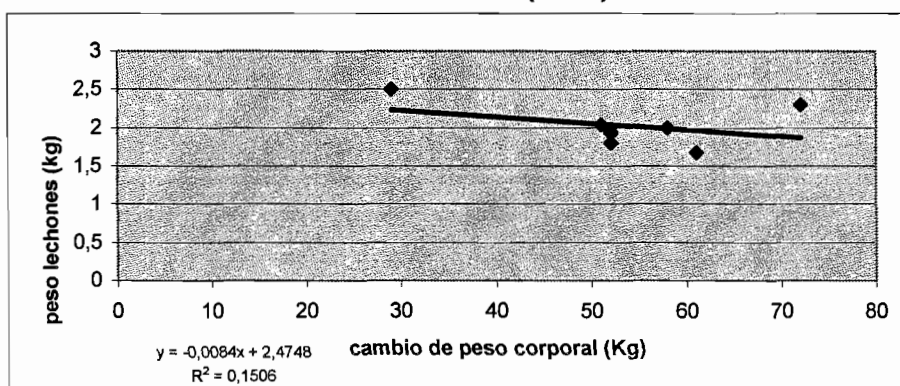


FIGURA 4.5
REGRESIÓN LINEAL SIMPLE DEL PROMEDIO DE PESO DE LOS LECHONES COMPARADOS CON EL CAMBIO DE PESO CORPORAL DURANTE LA GESTACIÓN DE LAS CERDAS

En las figuras uno, dos y tres se presentan las rectas de regresión lineal simple de los tres tratamientos con harina de gandul, en el eje de las Y tenemos la variable de promedio de peso de lechones al parto por camada, y en la variable X tenemos el cambio de peso corporal de las cerdas durante todo el proceso de gestación y se puede observar en las figuras que no existe relación de manera lineal entre las dos variables, es decir que no hay interacción las dos variables son independientes la una de la otra.

4.8 Costos de la investigación.

4.8.1 Costos de las dietas experimentales.

El menor costo en las dietas experimentales lo presentó el tratamiento tres con un valor de \$ 17.81 por cada 100 kilogramos de alimento balanceado, luego siguió el tratamiento dos con un valor de \$ 19.70, y por ultimo el que presento el mayor costo fue el tratamiento uno con un valor de \$ 21.65 (Tabla 13)

4.8.2 Costo diario de alimento.

El menor costo diario de alimento lo presentó el tratamiento uno con un valor de \$ 1.29, pero ese valor se dio porque solo se uso tres cerdas en dicho tratamiento, luego siguió el tratamiento tres con un valor de \$ 3.22, pero ese valor se dio porque se usaron nueve cerdas en ese tratamiento en tercer lugar se ubicó el tratamiento dos con un valor de \$ 3.54 y ese valor se dio porque se usaron nueve cerdas en dicho tratamiento. (Anexo 5).

4.8.3 Costo total de alimento.

El menor costo total de alimento por cerda lo presentó el tratamiento tres (30%) con un valor de \$ 40.81, a continuación siguió el tratamiento dos (20%) con un valor de \$ 45.14, y finalmente el tratamiento uno (0%) con un valor de \$ 49.40. (Anexo 6)

**TABLA 13.
COSTOS DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.**

Ingredientes	TRATAMIENTOS		
	1 (0 %)	2 (20 %)	3 (30 %)
Maíz	9.68	7.92	5.28
Polvillo arroz	2.41	2.10	3.10
Torta de soya	6.30	3.78	2.21
Gandul	0.00	2.64	3.96
Fosfato Di-cálcico	1.25	1.25	1.25
Sal yodada	0.14	0.14	0.14
Premezcla (*)	1.87	1.87	1.87
Costo/100kilos	\$ 21.65	\$ 19.70	\$ 17.81
Costo/kilo	\$ 0.2165	\$ 0.1970	\$ 0.1781

* Premezcla (Vitaminas y minerales).

Ingredientes	Costo (\$)
Maíz molido	0.32
Vitaminerol	0.36
Flavomycin	0.35
Ganaminovit	0.84
Total	1.87

TABLA 14.
RESULTADOS DE LOS COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Tratamientos	Costo por kilo de la dieta (\$)	Costo diario del alimento (\$)	Consumo total de la dieta (Kg.)	Costo total del alimento (\$) por cerda
1 (0 %)	0.2165	1.29	684	49.36
2 (20 %)	0.1970	3.54	2052	44.91
3 (30 %)	0.1781	3.20	2052	40.60

Costo total del alimento = Costo por kilo de la dieta x consumo total
 De la dieta/ numero de cerdas.

4.9 Análisis económico del proyecto.

Para analizar los costos y rubros que se manejaron en el proyecto basado en harina de gandul con cerdas gestantes nulíparas aplicamos la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT).⁴⁵ Que contiene el siguiente procedimiento:

4.9.1 Análisis de presupuesto parcial

El análisis económico del experimento determinó que el tratamiento tres registró el mayor beneficio neto con un total de \$ 188.99, mientras que el tratamiento dos reportó un beneficio neto de \$ 124.88, en cambio el tratamiento uno registró un beneficio neto negativo de \$ 9.77 (Tabla 15).

4.9.2 Análisis de Dominancia.

El análisis de dominancia demuestra que los tratamientos dos y tres no son dominados, mientras que el tratamiento uno es dominado (Tabla 16).

4.9.3 Análisis Marginal.

En el análisis marginal nos damos cuenta que el tratamiento tres es el que nos da un mayor beneficio bruto y una tasa de retorno marginal de 1.65, esto nos indica que por cada dólar que invertimos sacamos \$ 1.65 (Tabla 17)

**TABLA 15.
ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL.**

Parámetros	TRATAMIENTOS		
	1 (0 %)	2 (20 %)	3 (30 %)
1. Peso de lechones al nacer (Kg.).			
Hembras	26.10	76.90	102.75
Machos	23.15	95.60	79
2.Precio por Kg.(\$)			
Hembras	3.00	3.00	3.00
Machos	3.20	3.20	3.20
3.Beneficio bruto(\$)			
Hembra	78.60	230.70	308.25
Macho	74.08	305.92	252.80
Beneficio bruto total (1x2) (\$)	152.7	536.62	561.95
4.Total costos de la dieta(\$)	148.1	404.24	365.46
5. Costo adicional (medicinas) (\$)	2.5	7.5	7.5
6. Total de costos que varían(4+5) (\$)	150.6	411.74	372.96
7.Beneficio Neto (\$) (3-6)	2.1	124.88	188.99

**TABLA 16.
ANÁLISIS DE DOMINANCIA**

Tratamientos	Costo que varian \$	Beneficio neto \$
1 (0 %)	150.60	2.1 Dominado
2 (30 %)	372.96	188.99 N.D
3 (20 %)	411.74	124.88 N.D

N.D No dominado

**TABLA 17.
ANÁLISIS MARGINAL**

Tratamientos	Costo que varian (\$)	Costo que varian marginales (\$)	Beneficio neto (\$)	Beneficio neto marginal (\$)	TMR (%)
1 (20%)	411.74	38.78	124.88	64.11	1.65
2 (30 %)	372.96		188.99		

TABLA 18.
COMPORTAMIENTO DE LAS CERDAS ALIMENTADAS CON
DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE GANDUL EN LA GESTACIÓN

Parámetros	T1 (0 %)	T2 (20 %)	T3 (30 %)
Número de cerdos	3	9	9
Peso promedio inicial de las cerdas	131	150.14	139.87
Peso promedio un día Después del parto (Kg.)	165.34	183.47	171.31
Peso promedio final a los 110 días (Kg.).	188	199.8	193.31
Aumento promedio diario de peso (Kg.)	0.51	0.45	0.49
Promedio de número de lechones nacido vivos	8.66	7.85	9.75
Promedio de peso corporal al nacer de los lechones nacidos vivos (Kg.)	1.68	1.86	2.02

CAPÍTULO 5

5. DISCUSIÓN.

De acuerdo al número de días de gestación las cerdas pertenecientes a los tres tratamientos tuvieron similares resultados ya que los tres tratamientos tuvieron un promedio de ciento catorce días. Estos resultados coinciden con los expresados por Rodríguez, J. (1978).

La ingesta de alimento fue de 2 Kg. diario según lo propuesto por Villena Y Ruiz (2002), para evitar el engrasamiento que pueden ocasionar problemas en el parto y a la vez no ocasionar lesiones en los aplomos.⁴⁶

En el cambio de peso corporal desde el primer día de gestación al día ciento diez, las cerdas pertenecientes al tratamiento uno y tres,

presentaron los valores mas altos con un promedio de 57 Kg. y 53.44 Kg., mientras el tratamiento dos muestra los valores mas bajos con un promedio de 49.66 Kg.

Estos resultados difieren un poco con lo reportado en las investigaciones realizadas por Villena y Ruiz (2002), que afirman que las cerdas continúan creciendo durante la gestación ganando entre 35 a 40 Kg. durante la primera gestación.⁴⁷

En el experimento a pesar de que los pesos superaron los 35 y 40 Kg. recomendados no se presentaron problemas durante ni después del parto con ninguna de las cerdas involucradas.

Los efectos inmediatos y más importantes del consumo de alimento durante la gestación se manifiestan en mucho en el peso de los lechones al nacer, el tamaño de la camada y los cambios de peso de la cerda.⁴⁸

En base al parámetro de número de lechones nacidos vivos las cerdas pertenecientes al tratamiento tres presentaron el mayor número de lechones nacidos vivos al parto con un valor promedio de 9,77 lechones, en comparación a los tratamientos uno y dos que

presentaron un valor promedio de 8.66 y 7.88 lechones respectivamente.

Estos valores no difieren mucho de lo establecido por la National Academy of Sciences para razas híbridas Landrace Yorkshire, que presentan un promedio de lechones nacidos vivos de 8.5 a 9.5.⁴⁹

Con relación al promedio de peso corporal de los lechones nacidos vivos, los lechones pertenecientes a las cerdas del tratamiento tres registró el mayor peso con un promedio de 2.03Kg. en comparación a las cerdas del tratamiento dos con un valor de 1.86 Kg., y a las cerdas del tratamiento uno con un valor de 1.68 Kg.

Estos resultados obtenidos durante el experimento son superiores a los reportados por Whittemore y Elsley (1979), que tuvieron un valor de 1.25 Kg. en los pesos de los lechones al nacer y también siguen siendo superiores a los resultados realizados por Yanning Le Treut que registro un peso promedio de 1.5 Kg.

Con relación al cambio de peso corporal desde el día ciento diez de gestación al primer día posparto, las cerdas pertenecientes al tratamiento dos tuvieron un menor promedio en lo que se refiere a la

disminución de su peso con un valor de 16.33 Kg., en comparación con las cerdas del tratamiento uno y tres que registraron una disminución en su peso de 22.66 y 22 Kg. respectivamente.

Estos resultados no difieren mucho de los presentados en las investigaciones realizadas por Whittemore y Esley (1978) que estipularon que al termino de la gestación en la cerda existe 13 Kg. de peso de mas que representa a los lechones, 2.5 Kg. de membrana, 2 Kg. de líquidos y además el útero materna ha aumentado su peso en 2 kg. lo que hace que exista una disminución de peso de aproximadamente 19.5 Kg. ⁵⁰

En las condiciones en que se efectuó la investigación se observa que los consumos de cantidad de energía digestible diaria 6745.58, 6480, 6390 Kcal./Kg. de los tratamientos uno, dos y tres respectivamente satisficieron las necesidades energéticas del animal, el tratamiento uno y dos fueron superiores a los consumos reportados por la NRC (2003), en tanto el tratamiento tres fue ligeramente inferior al NRC (2003) en la que indica consumos de 6400 Kcal./Kg. diarios de energía digestible para esta etapa

No se debe olvidar que la necesidad de energía de la cerda en la

gestación esta vinculada a la recuperación precoz de las reservas de tejido graso, pero paradójicamente la necesidad energética no esta relacionada ni con el peso ni el tamaño de la camada.

El consumo de proteína digestible diaria fueron iguales en los tres tratamientos con un valor de 0.38 Kg. Estos valores satisficieron las necesidades proteicas del animal y además fueron los mismos reportados por la NRC 2003 en la que indica consumos de 0.38 Kg. de proteína digestible diaria.

Las necesidades de proteínas para el mantenimiento en gestación son bajas, menos de 600 gr. durante todo el periodo de gestación mientras que las necesidades para el crecimiento fetal son cinco veces superiores y son necesarias sobre todo al final de la gestación, cuando la camada tiene un mayor aumento de peso.⁵¹

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 CONCLUSIONES:

- 1) En la fase de gestación no hubo rechazo por parte de las cerdas primerizas al utilizar dietas con harina de grano de gandul.
- 2) En las condiciones que se realizó el experimento, en lo que respecta al aumento de peso desde el primer día al día ciento diez de gestación, notamos que los tratamientos uno y tres registraron el mayor incremento con valores promedios de 57Kg. y 53.44Kg. respectivamente.

- 3) En cuanto a la disminución de peso corporal del día ciento diez de gestación al primer día posparto el que menor disminución registro fue el del tratamiento dos con un promedio de pérdida de 16.33 Kg.
- 4) El cultivo del gandul tiene ventajas económicas al reducir los costos de producción en la crianza de cerdos, y aunque no reemplaza en su totalidad a la proteína de la soya, es una interesante alternativa en la disminución de la dependencia de esta en la dieta.
- 5) El número de lechones nacidos vivos fue mayor en el tratamiento tres con un promedio de 9.77 lechones por cerda, y también fue este tratamiento el que registro los mayores pesos corporales de lechones nacidos vivos con un valor promedio de 2.03 Kg.
- 6) De acuerdo al costo de las dietas experimentales, la que presento un menor costo por kilo fue la del tratamiento tres con un valor de \$. 0.1781

- 7) Según el análisis de presupuesto parcial el tratamiento tres fue el que registro el mayor beneficio neto con un total de \$. 188.89.

6.2 RECOMENDACIONES:

- 1) Con base a los parámetros productivos y económicos estudiados, se recomienda utilizar hasta el 30 % de harina de grano de gandul como fuente de sustitución parcial de proteína de origen vegetal en raciones para cerdos en la fase de gestación.
- 2) Durante la fase de gestación en cerdas nulíparas, resulta económicamente favorable la utilización del tratamiento tres de 30 % de harina de grano de gandul en dietas para cerdos, siempre y cuando el valor de los 45.45 Kg. de gandul este entre los rangos de precio de 6\$ hasta 9\$
- 3) Con base a los estudios efectuados recomiendo también el tratamiento tres de 30% de harina de gandul en cerdas gestantes, ya que en este tratamiento se evidencio que las

cerdas paren mayor numero de lechones y con mayor peso al nacer.

- 4) Se recomienda dirigir nuevas investigaciones donde se evalué con un criterio de eficacia económica los diferentes procedimientos usados para optimizar el uso de harina de granos.

ANEXOS

COMPOSICION DE LAS DIETAS

EXPERIMENTALES

Anexo 1. Composición de las dietas utilizadas en la etapa de gestación.

Ingredientes (Kg.)	Tratamientos		
	1 (0 %)	2 (20 %)	3 (30 %)
Maíz	55.00	45.00	30.00
Polvillo de arroz	22.50	19.50	28.50
Torta de soya	17.50	10.50	6.15
Gandul	0.00	20.00	30.00
Fosfato di-cálcico	2.50	2.50	2.50
Sal yodada	0.50	0.50	0.50
Premezcla (**)	2.00	2.00	2.00
Total (kilos)	100 kilos	100 kilos	100 kilos

** Premezcla (Vitaminas y minerales).

Ingrediente s	Cantidad (gr.)
Maíz molido	1800
Vitaminerol	100
Flavomycin	50
Ganaminovit	50
Total	2000 gr.

ANALISIS CALCULADO DE LAS DIETAS

EXPERIMENTALES

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

Tratamientos

Ingredientes	1 (0 %)	2 (20 %)	3 (30 %)	Requerimientos
ED (kcal/kg)	3372,79	3240,0	3195,0	3200,00
PC (%)	16,00	16,00	16,00	16,00
FB (%)	2,58	4,00	4,80	4,00
P (%)	0,62	0,61	0,63	0,65
Ca (%)	0,39	0,39	0,44	0,35

Fuente (NRC 2003)

Elaborado por A. Moreira

Para formular las dietas, se sustituyo parcialmente los ingredientes tradicionales de origen vegetal como la torta de soya que es una fuente de proteína por el gandul en proporciones del 20 y 30 %.

La premezcla de vitaminas y minerales fue preparada para satisfacer las necesidades y requerimientos de los animales durante la etapa de gestación.

ANÁLISIS PROXIMAL

DE LAS DIETAS

Anexo 3. Análisis proximal y contenido de calcio y fósforo de las dietas experimentales. "Diferentes niveles de harina de gandul en la fase de gestación en cerdas nulíparas". En base seca. E.E. Boliche 2004.

Tratamientos	Humedad	Cenizas	Extracto etéreo	Proteína cruda	Fibra cruda	Ca	P	Energía digestible
Niveles (%)	%	%	%	%	%	%	%	Kcal/Kg.
1 (0%)	11.52	8.95	13.02	15.97	3.11	0.41	0.61	3378
2 (20%)	11.38	7.12	8.1	16.85	4.08	0.43	0.60	3252
3 (30%)	10.73	7.63	8.93	17.13	4.88	0.44	0.61	3231

Análisis realizados en los laboratorios de Agroindustrial Balanfarina, departamento de Control de Calidad.
Durán-Ecuador

ANÁLISIS

DE

VARIANZA

Anexo 4. Cambio de peso corporal (kg) entre el primer día de gestación al día 76 de gestación en cerdas nulíparas. E.E Boliche, 2005

1. Resultados experimentales.

Tratamientos			
	1	2	3
Repeticiones	(0 %)	(20%)	(30%)
1	52	40	41
2	49	41	41
3	32	44	40
4		40	42
5		42	58
6		27	38
7		20	13
8		38	40
9		37	40
Σ	133	329	353
x	44.3	36.5	39.32

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	20	1926				
Tratamiento	2	138.78	69.39	0.69NS	3.68	6.35
Error	18	1787.22	99.29			

El coeficiente de variación es de 25.68%

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.1. Cambio de peso corporal (kg) entre el día 76 y el día 110 en cerdas nulíparas híbridas (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2005.

1. Resultados experimentales.

	Tratamientos		
Repeticiones	1 (0 %)	2 (20%)	3 (30%)
1	20	12	20
2	9	14	11
3	9	18	18
4		17	10
5		12	14
6		10	14
7		9	16
8		14	11
9		14	15
Σ	38	120	129
\bar{x}	12.66	13.33	14.33

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	20	248.67				
Tratamiento	2	8	4	0.29NS	3.68	6.35
Error	18	240.67	13.37			

El coeficiente de variación es de 26.88 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.2. Cambio de peso corporal (kg) entre el primer día de gestación hasta día 110 en cerdas nulíparas híbridas (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2005.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos			
	1	2	3
Repeticiones	(0 %)	(20%)	(30%)
1	72	52	61
2	58	55	52
3	41	62	58
4		57	52
5		54	72
6		37	52
7		29	29
8		51	51
9		50	54
Σ	171	447	481
X	57	49.66	53.44

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	20	2502.67				
Tratamiento	2	140.45	70.23	0.53 NS	3.68	6.35
Error	18	2362.22	131.23			

El coeficiente de variación es de 21.89 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.3. Número de lechones nacidos vivos en el parto de cerdas nulíparas híbridas (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2005.

Tratamientos			
	1	2	3
Repeticiones	(0 %)	(20%)	(30%)
1	12	5	11
2	6	7	5
3	8	10	11
4		11	10
5		8	10
6		7	10
7		7	10
8		8	11
9		8	10
Σ	26	71	88
x	8.66	7.88	9.77

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	20	87.24				
Tratamiento	2	16.12	8.06	2.04 NS	3.68	6.35
Error	18	71.12	3.95			

El coeficiente de variación es de 22.50 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.4 Número de días de gestación de las cerdas nulíparas híbridas (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2005.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos			
	1	2	3
Repeticiones	(0 %)	(20%)	(30%)
1	114	114	115
2	114	115	115
3	114	115	115
4		114	115
5		116	114
6		113	114
7		114	115
8		114	113
9		113	113
Σ	342	1028	1029
x	114	114.22	114.33

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	20	13.81				
Tratamiento	2	0.25	0.125	0.166 NS	3.68	6.35
Error	18	13.56	0.753			

El coeficiente de variación es de 0.76 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.5. Cambio de peso corporal (kg) del día 110 de gestación al primer día postparto de cerdas nulíparas híbridas (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2005.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos			
	1	2	3
Repeticiones	(0 %)	(20%)	(30%)
1	20	14	9
2	24	19	9
3	24	19	24
4		20	33
5		16	26
6		18	12
7		12	19
8		14	51
9		15	15
Σ	68	147	198
X	22.66	16.33	22

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	20	1726.67				
Tratamiento	2	176	88	1.02 NS	3.68	6.35
Error	18	1550.67	86.14			

El coeficiente de variación es de 47 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.6. Promedio de peso corporal (kg) por camada de los lechones nacidos vivos un día después del parto E.E. Boliche, 2005.

1. Resultados experimentales.

Repeticiones	Tratamientos		
	1 (0 %)	2 (20%)	3 (30%)
1	1.458	2.5	1.68
2	1.79	1.96	1.95
3	1.81	1.8	2.0
4		1.47	1.8
5		2.0	2.3
6		1.85	1.93
7		1.5	2.5
8		1.78	2.04
9		1.90	2.08
Σ	5.058	16.76	18.28
x	1.68	1.86	2.03

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	20	1.603				
Tratamiento	2	0.29	0.145	2.013NS	3.68	6.35
Error	18	1.31	0.072			

El coeficiente de variación es de 14.05 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

ANÁLISIS

DE

PRECIO

Anexo 5. Costo diario del alimento.

Tratamientos	Costo por kilo (\$)	Consumo promedio diario (kg)	Nº de animales	Costo diario del alimento Por total de cerdas
1 (0 %)	0.2165	2.00	3	1.299
2 (20 %)	0.1970	2.00	9	3.546
3 (30 %)	0.1781	2.00	9	3.205

Costo diario del alimento = Costo por kilogramo x consumo promedio diario de alimento x número de animales.

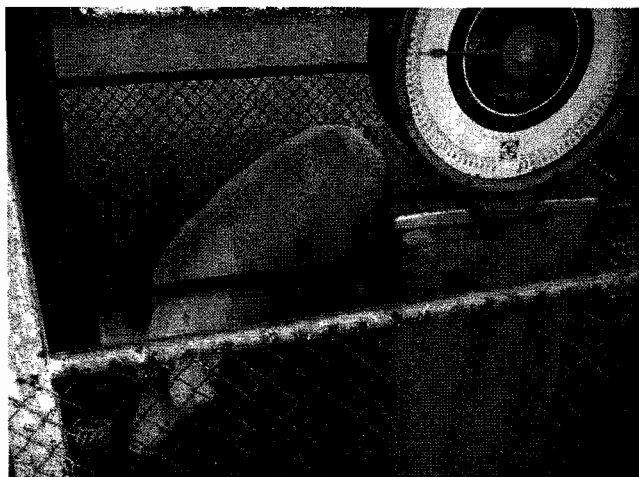
Anexo 6. Costo total del alimento.

Tratamientos	Consumo total dieta (kg)	Precio kilogramos dieta (\$)	Costo total (\$) por total de cerdas	Costo total (\$) por cada cerda
1 (0 %)	684	0.2165	148.08	49.31
2 (20 %)	2052	0.1970	404.24	44.91
3 (30 %)	2052	0.1781	365.46	40.60

Costo total del consumo = Consumo total dieta x precio 100 kilogramos de la dieta.

FOTOS

Fotos 1. Peso corporal de cerdas gestantes nulíparas alimentadas con tres dietas experimentales con diferentes niveles de harina de grano de gandul a los ciento diez días de gestación. E.E. Boliche 2005.

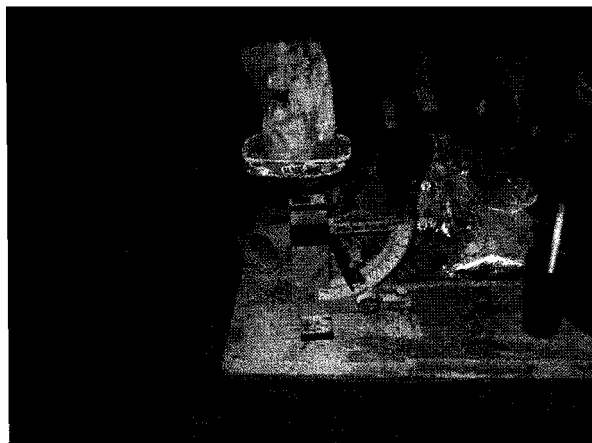


Fotos 2. Elaboración de las dietas experimentales con diferentes niveles de harina de grano de gandul en la fase de gestación de cerdos nuliparas. E.E. Boliche 2004.

MOLIENDA

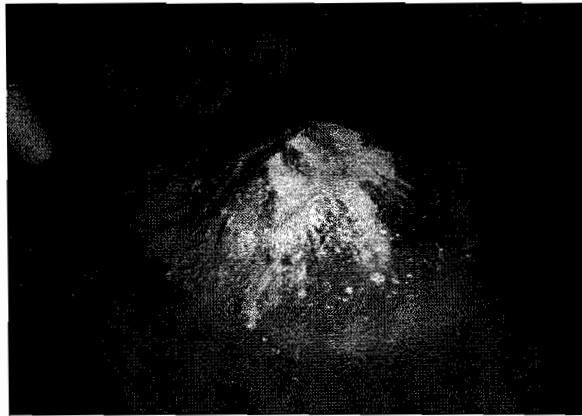


PESAJE

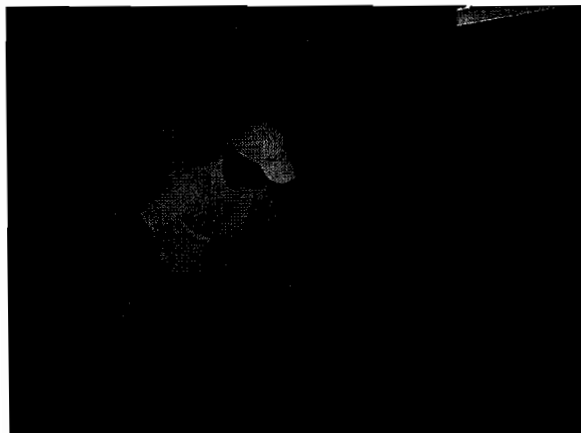




COMPOSICION



MEZCLA



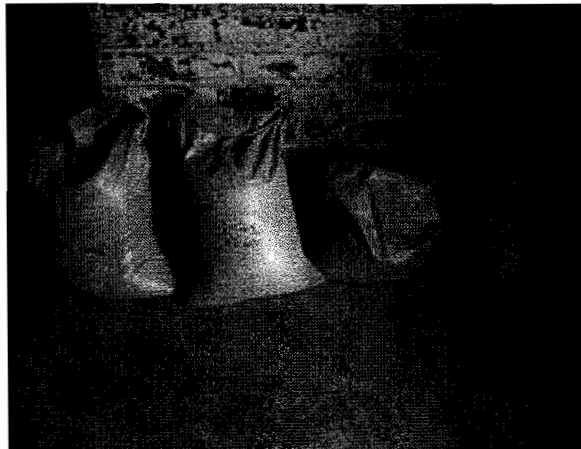
HOMOGENIDAD



MEZCLA DE INGREDIENTES

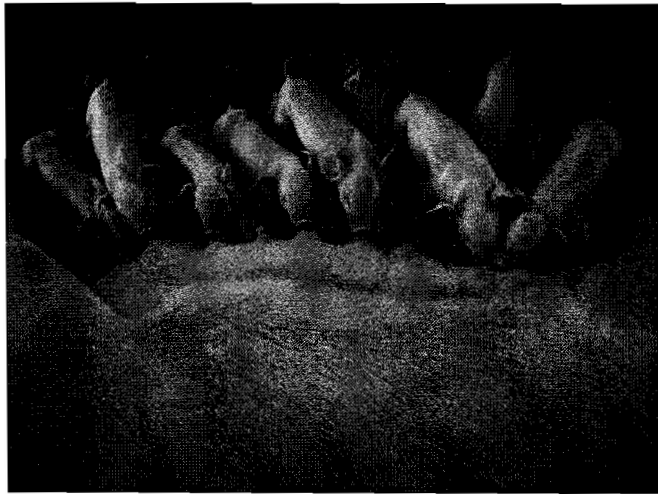
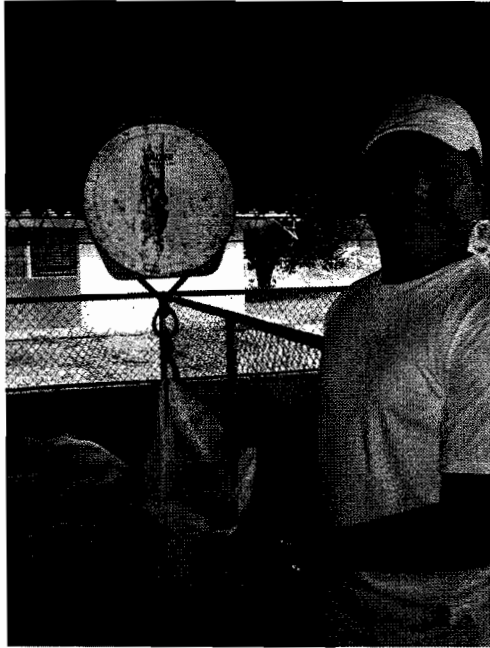


DIETA ELABORADA



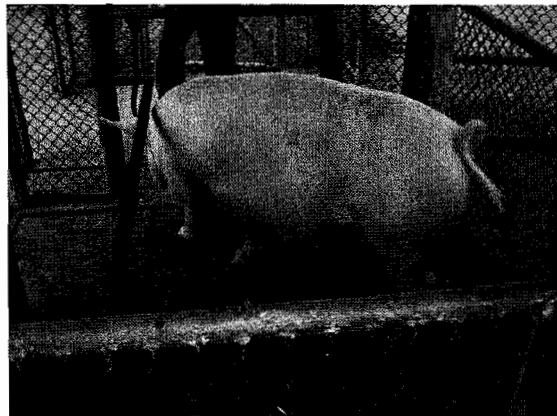
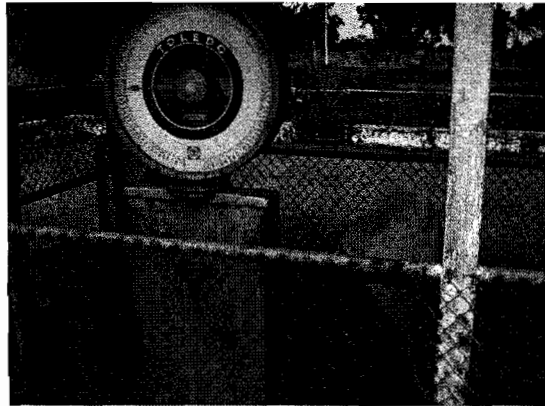
Fotos 3. Numero y peso de lechones al parto en cerdas gestantes nuliparas alimentadas con tres dietas experimentales de harina de grano de gandul E:E Boliche 2005.





Fotos 4. Pesaje de las cerdas gestantes alimentadas con diferentes niveles de harina de grano de gandul antes y después del parto. E.E. Boliche 2004.

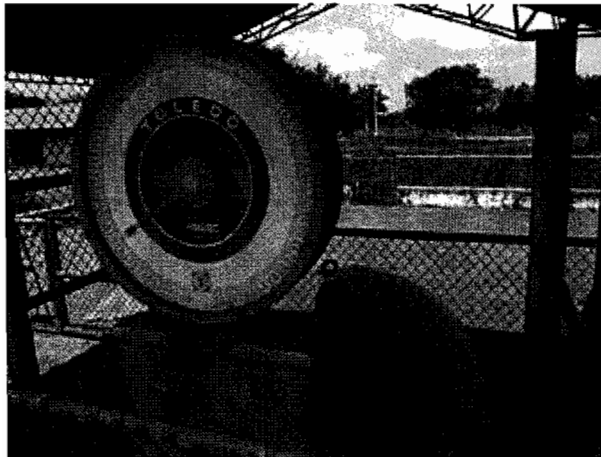
PESAJE BALANZA (24.5 kg)



Traslado del cerdo a la báscula



Pesaje báscula (90 kg)



CONTROL DE

PESO Y

MONTAS

BIBLIOGRAFIA

1. **VALLADOLID, ANGEL.** Producción de Leguminosas de Grano para Exportación. Manual Técnico N° 02/99 Promenestras. Chiclayo, Perú. 1998.
2. **ARCO (1980).; DUKE (1981).; GONZALO (1993).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo de gandul. 1998.
3. **AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (AIP).** Leguminosas de grano Africana. Centro Regional de Ayuda técnica. Buenos Aires, Argentina.1997.
4. **MAZZANI, BRUNO.** Plantas oleaginosas y granos. Salvat Editores. Barcelona. España.1998.
5. **MONEGAT, CLAUDINO.** Planta de cobertura de suelo: Características y manejo en pequeñas propiedades. CIDDICCO. Tegucigalpa. Honduras. 1991

6. **VALLADOLID, ANGEL.** Producción de Leguminosas de Grano para Exportación. Manual Técnico N° 02/99 Promenestras. Chiclayo, Perú. 1998.
7. **BINDER, ULRIKE.** . Manual de Leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, E.A.G.E., Estelí, Nicaragua. 528 páginas. 1997.
8. **SARRIA, P.** Forrajes arbóreos para la alimentación de monogastricos, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. 1999.
9. **MAZZANI, BRUNO.** Plantas oleaginosas y granos. Salvat Editores. Barcelona. España.1998.
10. **RUBIO (1991).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo de gandul. 1998.
11. **IBIDEM**
12. **IBIDEM**
13. **LARA; ESCOBEDO (1991).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo de gandul. 1998.
14. **BINDER.; ULRIKÉ.** Manual de Leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, E.A.G.E., Estelí, Nicaragua. 528 páginas. 1997.

15. **GANDARA, CARLOS.** Cultivos de cobertura. Usos del gandul. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Tegucigalpa, Honduras. 31 páginas. 1989.

16. **ARCO (1980).; DUKE (1981).; GONZALO (1993).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo de gandul. 1998.

17. **AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (AIP).** Leguminosas de grano Africana. Centro Regional de Ayuda técnica. Buenos Aires, Argentina. 1997.

18. **ARCO (1980). DUKE (1981). GONZALO (1993).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo de gandul. 1998.

19. **BINDER.; ULRIKE.** Manual de Leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, E.A.G.E., Estelí, Nicaragua. 528 páginas. 1997.

20. **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. (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral). Guayaquil. Ecuador. 2005.

21. **WHITTEMORE C.T.; ELSLEY F.W.** Alimentación Práctica del cerdo. Editorial AEDOS. Barcelona. España. 210 páginas. 1979.
22. **CHURCH D.C.; POND W.G.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa. México DF. México. 28
23. **WHITTEMORE C.T.; ELSLEY F.W.** Alimentación Práctica del cerdo. Editorial AEDOS. Barcelona. España. 210 páginas. 1979.
24. **VILLENA F.; RUIZ M.** Técnico en Ganadería. Editorial Cultural S.A. Madrid. España. 2002.
25. **AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL.** Libro de necesidades nutritivas de los cerdos. Londres. Inglaterra. 1979.
26. **VILLENA F.; RUIZ M.** Técnico en Ganadería. Editorial Cultural S.A. Madrid. España. 2002.
27. **ABRAMS JOHN T.** Nutrición animal y dietética veterinaria. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 1965.
28. **WHITTEMORE C.T.; ELSLEY F.W.** Alimentación Práctica del cerdo. Editorial AEDOS. Barcelona. España. 210 páginas. 1979.

29. **NRC.** National Research Council. Mineral Tolerances of Domestic Animals. National Academy Press, Washington, DC). 2003.
30. **GÓMEZ et al (2002).; FIGUEROA et al. (2003).** La energía en la nutrición de los cerdos en crecimiento: el animal, la dieta y el medio de producción. 2003.
31. **W.E. CARROLL, KRIDER, ANDREWS.** Explotación del cerdo. Editorial McGraw Hill Book Company. Indiana. EE.UU. 1975.
32. **WHITTEMORE C.T.; ELSLEY F.W.** Alimentación Práctica del cerdo. Editorial AEDOS. Barcelona. España. 210 páginas. 1979.
33. **FUNDACION HOGARES JUVENILES CAMPESINOS.** Manual Agropecuario. Tecnologías Orgánicas de la granja integral Autosuficiente. Bogotá. Colombia. 2002.
34. **WHITTEMORE C.T.; ELSLEY F.W.** Alimentación Práctica del cerdo. Editorial AEDOS. Barcelona. España. 210 páginas. 1979.
35. **CHURCH, D. y POND, W.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 1990.
36. **QUINIOU et al.** Modelling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to low or high ambient

temperatures. British Journal of Nutrition Páges. 85, Pages 97-106.
1995.

37. **WHITTEMORE C.T.; ELSLEY F.W.** Alimentación Práctica del cerdo. Editorial AEDOS. Barcelona. España. 210 páginas. 1979.

38. **FUNDACION HOGARES JUVENILES CAMPESINOS.** Manual Agropecuario. Tecnologías Orgánicas de la granja integral Autosuficiente. Bogotá. Colombia. 2002.

39. **BASE AÉREA TAURA.** Datos meteorológicos. Boliche 1987 - 1999.

40. **BUITRAGO.; JIMÉNEZ (1980).** Concepto y Tecnologías para la Elaboración y Uso de Harinas Compuestas. Organismo de integración centroamericana. (INCAP). Guatemala 2001.

41. **RODRÍGUEZ, J.** Evaluación de la harina de banano verde con cáscara, tipo industrial, en gestación y lactancia de cerdas. Portoviejo. Ecuador. 1978.

42. **VILLENA F.; RUIZ M.** Técnico en Ganadería. Editorial Cultural S.A. Madrid. España. 2002.

43. **NRC.** National Research Council. Mineral Tolerances of Domestic Animals. National Academy Press, Washington, DC). 2003.

44. <http://www.aspe.org.ec>

45. **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.

46. **VILLENA F.; RUIZ M.** Técnico en Ganadería. Editorial Cultural S.A. Madrid. España. 2002.

47. **IBIDEM**

48. **RILEY, J.E.** Manipulating pig production V. A review of outdoor pig production. Australia. 1993. Pág. 267.

49. **NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES.** Necesidades Nutritivas del cerdo. Washington DC. EEUU. 1973. Pág. 11,12

50. **WHITTEMORE C.T.; ELSLEY F.W.** Alimentación Práctica del cerdo. Editorial AEDOS. Barcelona. España. 210 páginas. 1979

51. <http://www.3tres3.com/alimentación-cerda/ficha.phpl.htm>