



636.4084
GAR



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y ciencias de la Producción

"Evaluación de tres Niveles de Harina de Gandul (Cajanus cajan) Como Alternativas de Proteína en Dietas en las Fases de Crecimiento y Acabado de Cerdos Confinados"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO



Presentada por:

Wilman Eduardo García León



GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2005

AGRADECIMIENTO



CIB-ESPOL

A Dios, por darme la vida y encaminarme por el éxito, a mis Padres, que con esfuerzo sacrificio y apoyo supieron guiarme en momentos difíciles de la vida, a mi esposa y hermanos, que siempre estuvieron a mi lado apoyándome, a la Estación Experimental Boliche del INIAP y especialmente al Dr. Johns Rodríguez Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA



CIB-ESPOL

MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

A MI HIJO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Dr. John Rodríguez A.
DIRECTOR DE TESIS



CIB-ESPOL



Dr. Juan Moreira N.
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”



CIB-ESPOL

Wilman García

Wilman García León

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 83 % de humedad relativa, presentando un clima tropical.

Los objetivos de esta investigación fueron:



CIB-ESPOL

- Evaluar la harina del grano de gandul como una fuente de proteína en la alimentación de cerdos.
- Evaluar diferentes niveles de harina de gandul como fuente de proteína para cerdos en la fase de crecimiento y acabado.
- Evaluar en términos económicos estas alternativas tecnológicas frente a la práctica tradicional de alimento en cerdos.

Los equipos y materiales utilizados fueron los siguientes:

- Cuatro dietas experimentales para cerdos en la fase de crecimiento y acabado al 0 %, 10 %, 20 %, 30 % de harina de gandul.
- Veinte cerdos híbridos Landrace x Yorkshire de 24.5 kg de peso promedio por tratamiento.
- Cuatro corrales de 9.6m² equipados con comederos.

El experimento tuvo una duración de trece semanas con cinco días (96 días) para concluir el peso previsto de 90 kg, las dietas utilizadas fueron debidamente balanceadas para satisfacer las necesidades nutricionales del cerdo para la fase de crecimiento y acabado.

El suministro de agua y alimento fue a voluntad de las respectivas dietas experimentales.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza en Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Duncan 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 por cada semana.

Al finalizar el experimento a los 90 Kg de peso promedio, los resultados obtenidos permiten realizar las siguientes observaciones:



CIB-ESPOL

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.



CIB-ESPOL

OBJETIVOS

Evaluar la harina de grano de gandul como fuente de proteína para cerdos en la fase de crecimiento y acabado.

Evaluar diferentes niveles de inclusión de harina de grano de gandul en dietas para cerdos en la fase de crecimiento y acabado.

Evaluar en términos económicos estas alternativas tecnológicas frente a la práctica tradicional de alimentación de cerdos.



CIB-ESPOL

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
OBJETIVOS.....	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
1.1 Origen, descripción y requerimientos ecológicos del cultivo de gandul.....	5
1.1.1 Origen.....	5
1.1.2 Descripción.....	6
1.1.3 Requerimientos ecológicos.....	7
1.2 Características generales del gandul.....	8



CIB-ESPOL

1.3 Cultivo y usos del gandul.....	9
1.3.1 Cultivo.....	9
1.3.1.1 Siembra.....	9
1.3.1.2 Fisiología.....	10
1.3.1.3 Variedades.....	10
1.3.1.4 Ciclo.....	11
1.3.1.5 Producción.....	12
1.3.2 Usos.....	12
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 Harina de grano de gandul.....	16
1.5.1 Método de procesamiento.....	16
1.5.2 Composición bromatológica del grano de gandul.....	17
1.6 Investigaciones de uso de gandul en alimentación animal.....	18
1.7 Requerimientos nutricionales de los cerdos	
en la fase de crecimiento y acabado.....	21
1.7.1 Nutrientes específicos en la formulación	
de dietas para cerdos.....	22
1.7.2 Requerimiento de energía.....	23

1.7.3 Requerimiento de proteína.....	25
1.7.4 Requerimiento de vitaminas y minerales.....	27

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
2.1 Localización del experimento.....	32
2.2 Equipos y materiales.....	33
2.3 Factores en estudio y niveles.....	34
2.4 Tratamientos.....	35
2.5 Unidad experimental.....	35
2.6 Diseño experimental.....	36
2.7 Análisis estadístico y nivel de significancia.....	36
2.8 Datos obtenidos.....	37
2.8.1 Peso corporal.....	37
2.8.2 Aumento promedio diario de peso.....	38
2.8.3 Consumo promedio diario de alimento.....	38
2.8.4 Conversión alimenticia.....	38
2.8.5 Costo de las dietas.....	38
2.8.6 Costo diario de alimento.....	38
2.8.7 Costo total del alimento.....	38
2.8.8 Costo por kilo de peso vivo producido.....	38
2.9 Análisis económico.....	39
2.9.1 Análisis de presupuesto parcial.....	39



2.9.2 Análisis de dominancia.....	40
2.9.3 Análisis marginal.....	40
2.10 Procedimiento experimental.....	41
2.10.1 Manejo de los animales.....	41

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS.....	43
3.1 Duración del experimento.....	43
3.2 Cambio de peso corporal.....	43
3.3 Aumento promedio diario de peso.....	51
3.4 Consumo promedio diario de alimento.....	58
3.5 Conversión alimenticia.....	65
3.6 Análisis de correlación.....	72
3.7 Costos de la investigación.....	73
3.7.1 Costos de las dietas experimentales.....	73
3.7.2 Costo diario de alimento.....	73
3.7.3 Costo total de alimento.....	74
3.7.4 Costo por kilo de peso vivo producido.....	74
3.8 Análisis económico del proyecto.....	77
3.8.1 Análisis del presupuesto parcial.....	77
3.8.2 Análisis de dominancia.....	77
3.8.3 Análisis marginal.....	77



CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN.....	83
--------------------------	-----------

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
---	-----------

5.1 Conclusiones.....	89
-----------------------	----

5.2 Recomendaciones.....	91
--------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA :

ANEXOS

ABREVIATURAS

AA	Aminoácido
C.V	Coefficiente de variación
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
cm	Centímetros
DBCA	Diseño de bloques completamente al azar
E.D. (Kcal/Kg)	Energía digestible. Kilocalorías por kilogramos
FB	Fibra bruta
gr	Gramos
gr/día	Gramo por día
Kcal. EM/Kg	Kilocalorías de energía metabolizable por kilogramo
Kg	Kilogramo
mg	Miligramos
mm/año	Milímetros por año
m snm	Metro sobre el nivel del mar
NRC	Nacional Research Council
°C	Grado centígrado
opt.	Optimo
P	Fósforo
Pág.	Página
PC	Proteína cruda
pH	Potencial de hidrogeno
pts/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	Variiedad

SIMBOLOGÍA

∇
%
∇

Mayor que
Porcentaje
Menor o igual



CIB-ESPOL

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Regresión del cambio de peso corporal desde la semana uno hasta la semana trece.....	49
2. Tendencia del cambio de peso corporal desde la semana uno hasta la semana catorce.....	49
3. Regresión del aumento promedio diario de peso desde la semana tres hasta la semana trece.....	56
4. Tendencia del aumento promedio diario de peso desde la semana tres hasta la semana catorce.....	56
5. Regresión del consumo promedio diario de alimento desde la semana tres hasta la semana trece.....	63
6. Tendencia del consumo promedio diario de alimento desde la semana tres hasta la semana catorce.....	63
7. Regresión de la conversión alimenticia desde la semana tres hasta la semana trece.....	70
8. Tendencia de la conversión alimenticia desde la semana tres hasta la semana catorce.....	70



CIB-ESPOL

ÍNDICE DE TABLAS



CIB-ESPOL

Pág.

1. Características agronómicas donde se desarrolla el gandul.....	7
2. Composición proximal del gandul (%).....	17
3. Promedio de la composición de aminoácidos esenciales de la semilla seca de gandul.....	18
4. Necesidades nutricionales de cerdos en la fase de crecimiento y acabado a los que se alimenta a voluntad (90% de materia seca).....	30
5. Necesidades de vitaminas y minerales de cerdos en la fase de crecimiento y acabado a los que se alimenta a voluntad (90% de materia seca).....	31
6. Esquema del análisis de varianza.....	36
7. Cuadrados medios de los análisis de varianza del cambio de peso corporal desde la semana dos hasta la semana siete en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E Boliche. 2004.....	45
8. Cuadrados medios de los análisis de varianza del cambio de peso corporal desde la semana ocho hasta la semana trece en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E Boliche. 2004.....	46
9. Promedios del cambio de peso corporal desde la semana uno hasta la semana siete en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche. 2004.....	47
10. Promedios del cambio de peso corporal desde la semana ocho hasta la semana trece en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul E.E. Boliche. 2004.....	48
11. Análisis de varianza del aumento promedio diario de peso en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E Boliche2004.....	53

12. Promedios del aumento promedio diario de peso desde la semana tres hasta la semana ocho en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandum. E.E. Boliche. 2004.....	54
13. Promedios del aumento promedio diario de peso desde la semana nueve hasta la semana trece en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandum. E.E. Boliche. 2004.....	55
14. Análisis de varianza del consumo promedio diario de alimento en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandum. E.E Boliche2004.....	60
15. Promedios del consumo promedio diario de alimento desde la semana tres hasta la semana ocho de cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandum. E.E. Boliche. 2004.....	61
16. Promedios del consumo promedio diario de peso desde la semana nueve hasta la semana trece de cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandum. E.E. Boliche. 2004.....	62
17. Análisis de varianza de la conversión alimenticia en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandum. E.E Boliche2004.....	67
18. Promedios de la conversión alimenticia desde la semana tres hasta la semana ocho en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandum. E.E. Boliche. 2004.....	68
19. Promedios de la conversión alimenticia desde la semana nueve hasta la semana trece en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandum. E.E. Boliche. 2004.....	69
20. Costos de las dietas experimentales.....	75
21. Resultados de los costos de la investigación de cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandum. E.E Boliche 2004.....	76
22. Análisis de presupuesto parcial. Evaluación de cuatro niveles de harina de gandum en cerdos en la fase de crecimiento y acabado. E.E. Boliche, 2004.....	79
23. Análisis de dominancia de costo de alimentación con harina de grano de gandum en cerdos en la fase de crecimiento y acabado. E.E. Boliche, 2004.....	80
24. Análisis marginal de tratamientos alternativos no dominados, en comparación al tratamiento con mayor costo. E.E. Boliche, 2004.....	81



25. Comportamiento de los cerdos alimentados con diferentes niveles de harina de grano de gandul en la fase de crecimiento y acabado. E.E Boliche. 2004.....	82
---	-----------

INTRODUCCIÓN



CIB-ESPOL

A medida que los avances tecnológicos de la industria porcina evolucionan, la formulación de raciones alimenticias tiende a ser cada vez más complejas con exigencias mayores para cubrir los requerimientos nutricionales. Alimentos no tradicionales y subproductos agrícolas, se incluyen en las mismas, exigiéndose un conocimiento más preciso de niveles de alimentación y su efecto sobre el comportamiento productivo.

El Censo Nacional Agropecuario indica que en las provincias del Guayas, Los Ríos y Manabí se siembran ingredientes alimenticios no tradicionales para la alimentación de monogástricos como es el gandul (Cajanus cajan) de fácil adquisición, disponible, de bajo costo y con oscilaciones de precio no muy marcado durante el año y con excelentes valores nutricionales, especialmente proteico que podrían aprovecharse en la alimentación animal. En las provincias antes mencionadas se siembran 19.438 has de gandul, con un rendimiento promedio de 2.5 a 3 ton/ha. ¹

La empresa Ecuavegetal con su división de Ecuagandul Babahoyo y Ecuagandul Sabanilla, están dedicadas al procesamiento del gandul,

procesando aproximadamente el 25 % de la producción nacional (12.150 ton), existiendo excedentes de producción que muy bien se puede utilizar en otras actividades como en alimentación animal como es el caso de cerdos y aves. ²

Según estadísticas del SICA, la población porcina alcanza 1'527.000 cabezas distribuidas en todo el país lo que viene a constituir la base para la producción de carne. Sin embargo, es una actividad que se ve amenazada debiéndose esta situación, entre otras, a los siguientes factores: altos costos de producción, competencia por las materias primas con la industria avícola y escasa innovación tecnológica, además esta industria esta afectada por la introducción de productos similares de los países vecinos, especialmente Perú, donde existen preferencias arancelarias a la importación de materias primas, situación que le resta competitividad a los productos ecuatorianos. ³

Por estos antecedentes planteamos incorporar nuevas alternativas de alimentación animal con ingredientes no tradicionales, como es el caso del gandul, establecer los niveles más adecuados en dietas para cerdos y observar los rendimientos que promuevan una producción sostenible en el tiempo.

HIPÓTESIS



CIB-ESPOL

- La harina de grano de gandul puede sustituir parcialmente ingredientes proteicos de origen vegetal en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y acabado.
- Con la sustitución parcial de niveles de harina de grano de gandul no se afectaran los parámetros de producción como aumento promedio de peso, consumo promedio de alimento, conversión alimenticia entre otros, de cerdos en las etapas de crecimiento y acabado.
- Con la utilización de las dietas con diferentes niveles de harina de grano de gandul se reducirán los costos de alimentación en cerdos durante la fase de crecimiento y acabado.

- Con la utilización de las dietas con diferentes niveles de harina de grano de gandul se mejoraran los rendimientos en los parámetros productivos estudiados



CIB-ESPOL

CAPÍTULO 1

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Origen, descripción y requerimientos ecológicos del cultivo de gandul.

1.1.1 Origen.



CIB-ESPOL

Una gran mayoría de investigadores coinciden en que el gandul (Cajanus cajan (L) Millsp), se originó en las provincias del norte de China y de la India oriental, región en que el gandul era cultivado y apreciado para la alimentación humana y animal. Entre los años de 1880 y 1890, el gandul fue introducido al continente americano. ⁴

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. ⁵

1.1.2 Descripción.

Es un arbusto anual o perenne que puede llegar a alcanzar de tres a cinco metros de altura. Posee hojas trifoliadas, con folíolos 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 cinco a siete granos, de color verde en los primeros estadios y amarillento o crema en la maduración. ⁶

1.1.3 Requerimientos ecológicos.

El gandul sobrevive desde el nivel del mar hasta 2000 msnm con una precipitación pluvial anual de 530 a 2800 mm/año; prospera en diversos tipos de suelo y con poco contenido de fósforo, tolera la acidez, no soporta la humedad alta del suelo en las etapas iniciales de su desarrollo, después de los primeros dos meses soporta bien los períodos largos de sequía. El pH que tolera varía desde 4.5 a 8.4. ⁷



CIB-ESPOL

Cuadro 1. Características agronómicas donde se desarrolla el gandul.

Temperatura ° C	Precipitación mm/año	Altura msnm	Suelo
(16 – 35)	(530 – 3000)	(0 - 2000)	Arenoso-franco

Elaborado por W. García

1.2 Características generales del gandul.

Monegat (1991), indica que el gandul es una especie muy rustica que es menos eficiente que las gramíneas debido al sistema radicular pivotante pero es gran productora de fitomasa y excelente banco de proteínas, sus trabajos indican que sesenta toneladas de forraje verde contienen quince toneladas de materia seca con promedios de 16 % de proteína bruta.

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.⁸

1.3 Cultivo y usos del gandul.

1.3.1 Cultivo

1.3.1.1 Siembra.



CIB-ESPOL

La densidad de siembra está muy relacionada con la variedad a utilizar, la altura sobre el nivel del mar y sobre todo con la época de siembra.

La siembra se realiza en suelo húmedo, la semilla no requiere de escarificación ni inoculación, la densidad de siembra es de 0.50 m entre surcos y 0.20 m entre planta, depositando dos semillas por sitio, que equivalen a 200.000 plts/ha.

La siembra más común es el manual con empleo de espeque. Si desea sembrar a máquina, use la misma distancia entre surcos, y deje doce semillas por metro lineal; que equivale a 200.000 plts/ha.

Las semillas pierden su viabilidad rápidamente. El peso de mil semillas esta en el rango de 55 a 100 gr.⁹

1.3.1.2 Fisiología.

Planta de día corto, también existen variedades de día largo, la floración es semideterminada. Una mata de gandul forma hasta cinco mil flores en un mes. El sistema radical tiene gran capacidad para el reciclaje de nutrientes.¹⁰

1.3.1.3 Variedades.

En el Ecuador se conocen dos variedades: variedad flavus (amarillo) y variedad bicolor (amarillo y rojo). Difieren entre sí por su ciclo, resistencia a plagas, enfermedades y sequía. Todas las variedades de gandul responden al fotoperíodo.

Las variedades de grano blanco y crema son las que tienen demanda para la exportación y las utilizadas comercialmente. Los cultivares se clasifican en dos grupos

según los días a la maduración: anuales con flores amarillas (variedad flavus) y semiperennes e intermedias con flores bicolors (variedad bicolor). Los cultivares recomendados son: 64-2 B y 64-8 AB-10, los cuales producen rendimientos entre 2.5 a 3 ton/ha de grano verde, si se realizan al menos tres cosechas.¹¹

1.3.1.4 Ciclo.

De fotoperiodismo muy marcado, florece de octubre a enero. (Depende también de la época de siembra). Una vez en floración no se desarrolla más. Las variedades semiperennes que tienen un ciclo (>270 días) florecen una vez al año y sobreviven de tres a cuatro años; las variedades intermedias tienen un ciclo de 150 a 270 días; y las variedades anuales tienen un ciclo de 90 a 120 días.

Las variedades anuales son altamente susceptibles a plagas como *Heliothis* (*Heliotis* spp.) que ataca a flores y vainas.¹²

1.3.1.5 Producción.

El gandul se cosecha a los cuatro meses después de la siembra, debido a que la maduración es muy desuniforme, deben realizarse varias cosechas por un período aproximado de tres meses. Una poda de la planta a una altura de 0.8 a 1 m, aumenta el número de vainas y la producción de semilla. ¹³

1.3.2 Usos



CIB-ESPOL

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.



CIB-ESPOL

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. ¹⁴

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. ¹⁵

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.¹⁶

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.¹⁷

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.¹⁸

1.4 Importancia Nacional del gandul.

Zentenaro (2004), menciona que las leguminosas, de la cual forma parte el gandul, 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; 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 ofrece el litoral.¹⁹

1.5 Harina de grano de gandul.

1.5.1 Método de procesamiento.

Buitrago y Jiménez (1980), mencionan que el grano crudo de gandul contiene sustancias antimetabólicas (antitripsina), que inhiben los procesos, proteolíticos normales durante la digestión del alimento. Un tratamiento térmico adecuado destruye estas antienzimas, además de inhibir la acción toxica de la hemaglutinina e incrementar la disponibilidad de los aminoácidos cistina y metionina.

Los mismos autores afirman que existen diversos métodos para procesar el grano de gandul, que incluyen tratamientos con calor húmedo o calor seco. Entre los sistemas más utilizados se pueden mencionar la simple cocción en agua, por vapor caliente y calentamiento con rayos infrarrojos que es la combinación de calor con presión. Finalmente señalan que al cocinar el grano de gandul en agua (100 °C) se requiere un tiempo de cocción generalmente entre diez y veinte minutos. ²⁰



1.5.2 Composición bromatológica del grano de gandul.

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

Cuadro 2. Composición proximal del gandul (%).

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

Fuente: Sarria (1999)
Elaborado por: W.García.

Cuadro 3. Promedio de la composición de aminoácidos esenciales de la semilla seca 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
Tirosina	0.42
Cystina	0.20
Triptofano	0.12
Metionina	0.11

Fuente: Allen (1984)
Elaborado por: W.García.

1.6 Investigaciones de uso de gandul en alimentación animal.

Abad y Rodríguez (1999), determinaron índices de digestibilidad ideal y total en trece cerdos intactos y trece cerdos ileorectostomizados de 35 kg, alimentados con dietas que incluían

harina de grano de gandul como fuente de proteína en niveles de 0, 20, 30 y 40 %. La inclusión del gandul en la dieta hizo disminuir la digestibilidad ideal de materia seca aparentemente, altos niveles de harina de grano de gandul en el alimento hacen decrecer la participación del intestino grueso de los cerdos en la digestión de nutrientes. Por lo que concluyeron que la harina de grano de gandul se puede utilizar en dietas para cerdos en niveles menores al 30 % de sustitución parcial del alimento balanceado como alternativa en la alimentación de cerdos sin ocasionar detrimento de los cortes de la canal porcina. ²¹

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 (83 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 (88 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.²²

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 (84 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 ultimo 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.²³

1.7 Requerimientos nutricionales de los cerdos en la fase de crecimiento y acabado.



CIB-ESPOL

Las necesidades nutricionales de los animales pueden definirse como la cantidad de nutrientes que un animal necesita para optimizar un factor de producción. Los factores de producción que podemos considerar son: la ganancia de peso, el consumo de alimento, el índice de conversión, etc. Por simplicidad y para facilitar su cálculo, las necesidades nutricionales de los animales se asocian a un animal medio y se consideran independientes de los alimentos, de las condiciones de manejo, etc.

La etapa de crecimiento y acabado se ubica de manera arbitraria como el periodo a partir del destete desde un peso de veinte kilogramos a un peso de noventa kilogramos. Durante este periodo, el contenido de nutrientes de la dieta es menos decisivo que en etapas anteriores.²⁴

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

Las cantidades de las necesidades nutricionales del cerdo durante la etapa de crecimiento y acabado, se resumen en el cuadro cuatro y cinco.

1.7.1. Nutrientes específicos en la formulación de dietas para cerdos.

En tanto que todos los nutrientes individuales que requieren los cerdos para la fase de crecimiento y acabado son necesarios durante una o más etapas vitales, muchos se proporcionan en cantidades suficientes en la mayoría de los ingredientes alimentarios.

Las concentraciones de nutrientes específicos en la dieta se expresan generalmente en unidades por kilogramo de ración seca total ingerida a voluntad.

Todos los nutrientes son importantes en la formulación de dietas. Los cerdos se alimentan para satisfacer sus necesidades de energía de mantenimiento; en el caso del cerdo de engorde, el componente energético de la dieta es el elemento constituyente en mayor proporción y por tanto uno de los de mayor interés en la formulación de la dieta, además es importante considerar el apetito y el potencial de depósito de grasa que es un factor importante en la caracterización de las necesidades de proteína.

El tema importante de la nutrición se aplaza para la sección siguiente para incluir aquí una breve descripción de las necesidades de nutrientes específicos.²⁵

1.7.2. Requerimientos de energía.



CIB-ESPOL

Del 70 al 90 % del peso de una dieta para cerdos, es de alimentos ricos en energía como el maíz, granos de cereales, tubérculos y otros vegetales ricos en carbohidratos. Por lo tanto, una consideración de las necesidades energéticas abarca una atención especial al grado de digestibilidad de la energía en ese componente rico en carbohidratos.

Según el Nacional Research Council (NRC 2003), los requerimientos energéticos en cerdos para la fase de crecimiento y acabado son de 3267.5 kcal/kg de energía digestible, cumpliendo estos requerimientos da como resultado un índice de ganancia y una eficiencia de utilización de los alimentos máximos.²⁶

Noblet (1994), indica que cuando se comparó la dieta con energía digestible estándar con las de energía digestible baja, se observó un menor consumo de alimento, pero no se afectaron otras variables productivas o de la canal. Estos resultados son importantes para las características de la canal, porque no hay un efecto negativo de la reducción de la energía digestible en la calidad de la canal.²⁷

Quiniou (1998), indica que las dietas con baja energía digestible pueden afectar la ganancia diaria de peso por el menor consumo de alimento que se produce al ingerir este tipo de dietas. Estos resultados sugieren que las hembras en finalización podrían tener un requerimiento de energía digestible más alto que los machos castrados para mejorar la ganancia de peso.²⁸

1.7.3 Requerimientos de proteína.

La proteína alimentaria es quizá el tipo de nutriente cuya deficiencia es más frecuente, sobre todo porque la mayoría de los alimentos disponibles como fuentes de energía tienen poca proteína y los complementos proteínicos son caros. Las necesidades de proteína del cerdo se satisfacen mediante una selección apropiada de aminoácidos esenciales más un suministro adecuado de fuentes de nitrógeno no específicas para uso en la síntesis de aminoácidos de los cerdos. ²⁹

Según el NRC los requerimientos de proteína en cerdos para la fase de crecimiento y acabado son del 16 %, cumpliendo estos requerimientos dan como resultado un crecimiento y ganancia de peso óptimos. ³⁰

Brudevold y Southern (1994), expresan que la reducción de proteína del 16.5 al 12.5 % en dietas de cerdos en la fase de crecimiento y acabado, ocasiona una menor concentración de algunos aminoácidos esenciales (histidina, isoleucina, valina) en relación con los requerimientos. El



crecimiento del cerdo depende, entre otros factores, del consumo de esos AA.³¹

Quiniou y Kerr (1995), encontraron que al reducir la proteína en las dietas de cerdos, reduce el índice de crecimiento y produce un incremento de grasa en la parte dorsal.³²

Gómez (2002) y Figueroa (2003), sugieren que las dietas bajas en proteína, tienen mayor contenido de energía neta, la cual es retenida para la síntesis de tejido adiposo.³³

Hansen (1993), encontró que la reducción de proteína en dietas de cerdos redujo la respuesta productiva e incrementa el nivel de grasa corporal.³⁴

Baker (1996), encontró que un nivel inferior al óptimo de proteína total reduce el índice de crecimiento y la eficiencia de utilización del alimento. La deficiencia aguda produce una falta total de crecimiento y se reduce notablemente la albúmina del suero sanguíneo, aumenta la grasa en el hígado

y se produce edema (acumulación de líquido) en la papada y en el área umbilical.³⁵

1.7.4 Requerimientos de vitaminas y minerales.



CIB-ESPOL

La formación de vitaminas en el aparato digestivo de los cerdos es muy reducida, mientras que los minerales no pueden serlo, por lo que ambos deben proporcionarse a partir de fuentes exógenas, principalmente con la ración, independientemente del régimen alimenticio al que estén sometidos los animales.³⁶

Ahora bien, en vista de que las cantidades requeridas de estos ingredientes son tan minúsculas debemos proceder a incorporarlos en forma de premezclas a los alimentos concentrados, para garantizar una mejor homogeneidad de los mismos. Es por ello que es necesaria la suplementación minero-vitamínica como una práctica rutinaria si queremos garantizar un buen desempeño productivo. La formulación de estas premezclas dependen del conocimiento de las propiedades químicas y físicas de los micro ingredientes activos, así como de los excipientes. La selección de un

**CIB-ESPOL**

mineral u oligoelemento a incorporar en ellas resulta del compromiso entre su poca agresividad físico-química respecto a los otros componentes y su buena biodisponibilidad para el animal, ya que de ella depende el grado de utilización de cada uno de los elementos que contiene la mezcla.³⁷

Estas premezclas representan el 0.02% del peso del alimento y un muy bajo porcentaje de su costo, pero sin embargo, son esenciales para la salud y el correcto metabolismo del animal.

Los requerimientos de minerales y vitaminas en cerdos para la fase de crecimiento y acabado se expresan en el cuadro cinco.^{38 39}

López (2000), indica que 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 más bien deficiencias marginales que provocan síntomas inespecíficos

como pérdida del apetito, mal aspecto general, retraso del crecimiento y peor utilización de los alimentos.⁴⁰

De la misma manera, las deficiencias minerales solamente se hacen evidentes cuando otros factores limitantes se han eliminado y el animal tiene el potencial de crecer y producir.



CIB-ESPOL

Cuadro 4. Necesidades nutricionales de cerdos en la fase de crecimiento y acabado a los que se alimenta a voluntad (90 % de materia seca).

Niveles de ingestión y rendimiento

Aumento promedio diario de peso esperado (Kg/día)	0.76
Consumo promedio diario esperado (Kg/día)	2.51
Conversión alimenticia esperada (consumo/aumento)	3.25
Ingestión de energía digestible (Kcal/día)	8192.5
Ingestión de proteína (kg/día)	0.38

Requerimiento (% o cantidad de la dieta)

Nutriente

Energía (Kcal. EM/Kg. de dieta)	3267.5
Proteína	16

Aminoácidos indispensables (%)

Arginina	0.18
Histidina	0.20
Isoleucina	0.42
Leucina	0.55
Lisina	0.68
Metionina + cistina	0.38
Fenilalanina + tirosina	0.61
Treonina	0.44
Triptofano	0.11
Valina	0.44
Acido linoleico	0.10

Fuente (NRC 2003)

Cuadro 5. Necesidades de vitaminas y minerales de cerdos en la fase de crecimiento y acabado a los que se alimenta a voluntad (90 % de materia seca).

Requerimiento (% o cantidad de la dieta)

Elementos minerales	
Zn (mg)	55
Cu (mg)	3.5
Ca (%)	0.50
P, total (%)	0.45
P, disponible (%)	0.19
Na (%)	0.10
Cl (%)	0.08
Mg (%)	0.04
K (%)	0.20
Vitaminas	
Vitamina A (UI)	1300
Vitamina D (UI)	150
Vitamina E (UI)	11
Vitamina B12 (μ g)	7.5
Riboflavina (mg)	2.3
Tiamina (mg)	1.0
Vitamina B6 (mg)	1.0
Vitamina K (menadiona) (mg)	0.5
Biotina (mg)	0.05
Colina (gr)	0.3
Folacina (mg)	0.3



CIB-ESPOL

Fuente (NRC 2003)

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Localización del experimento.

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 83 % de humedad relativa.⁴¹



CIB-ESPOL

2.2 Equipos y materiales.

Se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Cuatro dietas experimentales para cerdos en la fase de crecimiento y acabado al 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de harina de grano de gandul.
- Veinte cerdos híbridos Landrace x Yorkshire.
- Cuatro corrales de 9.6 m² equipados con comederos.
- Báscula con capacidad de 1000 Kg. y 90Kg.
- Báscula con capacidad de 500 gr.
- Mezcladora de balanceado.
- Comederos.
- Bebederos automáticos.
- Equipo e insumo veterinario de uso regular.
- Bomba de mochila.
- Registro de campo.



CIB-ESPOL

2.3 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 las fases de crecimiento y acabado en cerdos confinados.

Niveles

- a1 = 0 % de harina de grano de gandul
- a2 = 10 % de harina de grano de gandul
- a3 = 20 % de harina de grano de gandul
- a4 = 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.

2.4 Tratamientos.

Los tratamientos tanto para la fase de crecimiento y acabado son los tres niveles de harina de grano de gandul (10, 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 = 10 % de harina de grano de gandul

T3 = 20 % de harina de grano de gandul

T4 = 30 % de harina de grano de gandul



CIB-ESPOL

2.5 Unidad experimental.

Se utilizaron veinte cerdos híbridos provenientes de las razas Landrace x Yorkshire. Cada cerdo constituyó una unidad experimental.

2.6 Diseño experimental.

En este experimento se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA). En el cuadro seis se presenta el esquema del análisis de varianza.

Cuadro 6. Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	$(r \times t) - 1$
Repeticiones	$r - 1$
Tratamientos	$t - 1$
Error experimental	$(t - 1) \times (r - 1)$

2.7 Análisis estadístico y nivel de significancia.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza en Diseño de Bloques Completos al Azar. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Duncan 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 por cada semana y un análisis de correlación.

2.8 Datos obtenidos.



CIB-ESPOL

En el periodo experimental se registraron los siguientes datos para evaluar el comportamiento de los cerdos.

2.8.1 Peso corporal.- Se trasladó a cada cerdo hasta la báscula y se le tomó el peso, además se tomó el peso por grupo, que es la sumatoria de peso de los cerdos de cada tratamiento al inicio del experimento. Luego se toma el peso individual y total por grupo cada siete días y al final del experimento (90 Kg).

Mediante cálculo se obtuvieron los siguientes datos:

- 2.8.2 Aumento promedio diario de peso.-** Se obtiene al dividir el aumento total de peso, para el número de días animal.
- 2.8.3 Consumo promedio diario de alimento.-** Se toma el consumo total de alimento y se divide para el número de días del animal en el experimento.
- 2.8.4 Conversión alimenticia.-** Se obtiene al dividir el consumo promedio diario, para el aumento promedio diario.
- 2.8.5 Costo de las dietas.-** Es el resultado de sumar todos los costos de los ingredientes que componen una dieta.
- 2.8.6 Costo diario de alimento.-** Se obtiene al multiplicar la media del consumo promedio diario de alimento, por el valor del kilo de dieta y por el número de animales de cada tratamiento.
- 2.8.7 Costo total de alimento.-** Es el resultado de multiplicar el costo de la dieta, por el consumo promedio diario de alimento.
- 2.8.8 Costo por kilo de peso vivo producido.-** Se lo obtiene

multiplicando el valor del kilo de dieta, por el promedio de la conversión alimenticia.

La tabla de control de peso y consumo de alimento se presenta en el anexo doce.

2.9 Análisis económico.



CIB-ESPOL

El análisis económico del experimento se realizó siguiendo la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT).⁴² Que contiene el siguiente procedimiento:

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

2.9.1 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.

2.9.2 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.

2.9.3 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).

2.10 Procedimiento experimental.



CIB-ESPOL

2.10.1 Manejo de los animales.

Según la propuesta de Rodríguez (1985), los animales se sometieron al manejo que el Programa de Porcinos de la Estación Experimental "Boliche" realiza en la fase de crecimiento y acabado.⁴³

Previo a sorteo fueron separados los veinte cerdos, los cuales fueron distribuidos según un diseño de bloques completos al azar de cuatro tratamientos con cinco repeticiones cada uno.

Los tratamientos considerados en el suministro ad-libitum de raciones elaboradas de acuerdo a los requerimientos nutricionales, con niveles crecientes de sustitución de la soya por gandul quedaron de la siguiente forma: T1= 0 %; T2= 10 %; T3= 20 % y T4= 30 %.

El suministro de agua y alimento fue a voluntad de las respectivas dietas experimentales.

El registro de peso corporal y consumo de alimento se lo realizó semanalmente, los días lunes, antes de la primera comida de los cerdos.

A los treinta y un días de ensayo los cerdos pertenecientes al tratamiento cuatro, presentaron una leve paraqueratosis, que es una ligera irritación en la piel posiblemente producida al alto nivel de polvillo de arroz que incluía la dieta, para contrarrestar este problema se aplicó un Kilo de óxido de zinc en la dieta suministrada ese día.

A los cuarenta y dos días de ensayo se realizó una desparasitación general, se aplicó vermoplex, la dosis suministrada fue de dos gramos por kilo de peso vivo.



CIB-ESPOL

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS.

3.1 Duración del experimento.

Los animales pertenecientes a los tratamientos dos y tres alcanzaron el peso promedio previsto, en trece semanas (91 días), seguidos de los tratamientos uno y cuatro que lo hicieron en un periodo de trece semanas y cinco días (96 días), respectivamente.

3.2 Cambio de peso corporal.



CIB-ESPOL

En los cuadros siete y ocho se presentan los análisis de varianza para el cambio de peso corporal desde la semana dos a la semana trece, observándose que existen diferencias estadísticas significativas para tratamientos, únicamente en la semana siete. En

todas las otras semanas no se detectaron diferencias estadísticas significativas para tratamientos.

En cuanto a las repeticiones en todas las semanas se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para esta fuente de variación. Los coeficientes de variación encontrados variaron desde 7.29 a 9.58 %.

Al realizar la prueba de significancia de Duncan al 5% de probabilidad para los tratamientos en la semana siete (Cuadro 9), se observan los rangos de significancia, en el primer rango se ubicaron los tratamiento uno, dos y tres que son similares estadísticamente y en el segundo rango se ubicaron los tratamientos uno y cuatro que son similares estadísticamente.

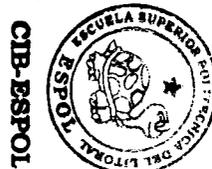
El peso corporal de los cerdos de los cuatro tratamientos en trece semanas de ejecución de la investigación de campo, determinó que los tratamientos dos y tres alcanzaron el peso requerido en la investigación, 92 Kg y 91.60 Kg, respectivamente. Mientras que, los tratamientos cuatro y uno alcanzaron un peso de 89.2 Kg y 88.2 Kg respectivamente. (Cuadros 9 y 10).

Cuadro 7. Cuadrados medios de los análisis de varianza del cambio de peso corporal desde la semana dos hasta la semana siete en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E Boliche. 2004

CUADRADOS MEDIOS

Fuente de variación	Grados de libertad	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7
Total	19						
Tratamiento	3	0.11 N.S	2.03 N.S	3.11 N.S	6.59 N.S	45.15 N.S	79.68 *
Repetición	4	65.41 **	85.89 **	101.16 **	109.33 **	123.48 **	156.54 **
Error experimental	12	6.17	7.50	10.11	8.83	17.39	22.15
Coefficiente de variación (%)		9.07	8.51	8.79	7.29	9.40	9.58

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

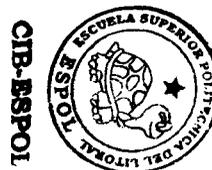


Cuadro 8. Cuadrados medios de los análisis de varianza del cambio de peso corporal desde la semana ocho hasta la trece en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E Boliche. 2004

CUADRADOS MEDIOS

Fuente de variación	Grados de libertad	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13
Total	19						
Tratamiento	3	38.07 N.S	42.98 N.S	28.93 N.S	76.32 N.S	78.11 N.S	16.98 N.S
Repetición	4	187.02 **	208.80 **	221.18**	246.05 **	286.58 **	337.34 **
Error experimental	12	24.49	28.23	28.31	40.82	40.87	48.99
Coefficiente de variación (%)		8.73	8.43	7.85	8.13	7.73	7.76

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



Cuadro 9. Promedios del cambio de peso corporal desde la semana uno hasta la semana siete en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche. 2004

REPETICIONES

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
1 (0 %)	24.5	27.5	32.7	36.6	40.9	44.1	48.2 AB
2 (10 %)	24.5	27.2	32.2	35.95	41.4	46.2	52 A
3 (20 %)	24.5	27.5	32.6	37	41.65	46.7	52.5 A
4 (30 %)	24.5	27.3	31.3	35.2	39.1	40.2	43.9 B

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($P \leq 0.05\%$).

Cuadro 10. Promedios del cambio de peso corporal desde la semana ocho hasta la semana trece en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche. 2004

REPETICIONES

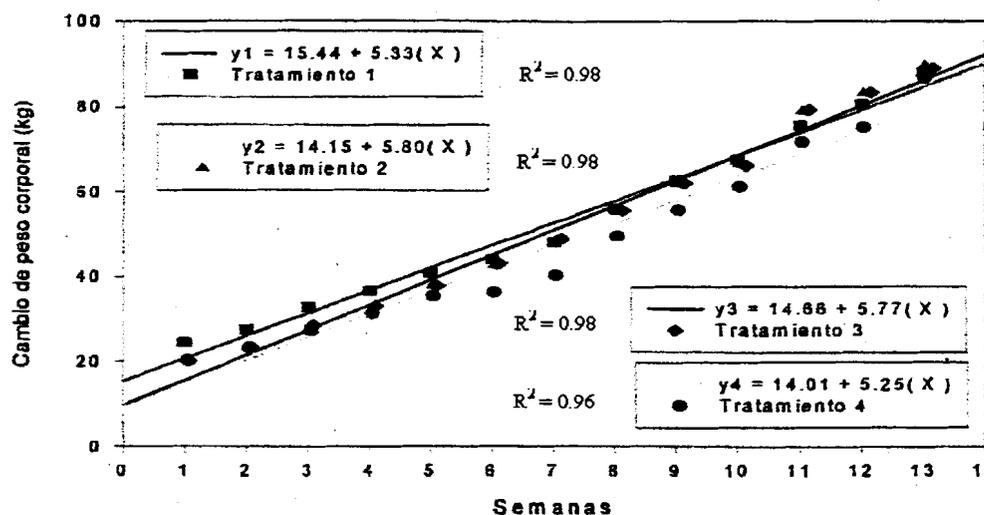
Tratamientos	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13
1 (0 %)	56.2	62.8	67.8	75.8	80.8	88.2
2 (10 %)	58.6	65	69.6	81.6	85.8	92
3 (20 %)	59	65.4	69.4	82.2	86.1	91.60
4 (30 %)	53	59	64.4	74.6	78	89.2

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($P \leq 0.05$)



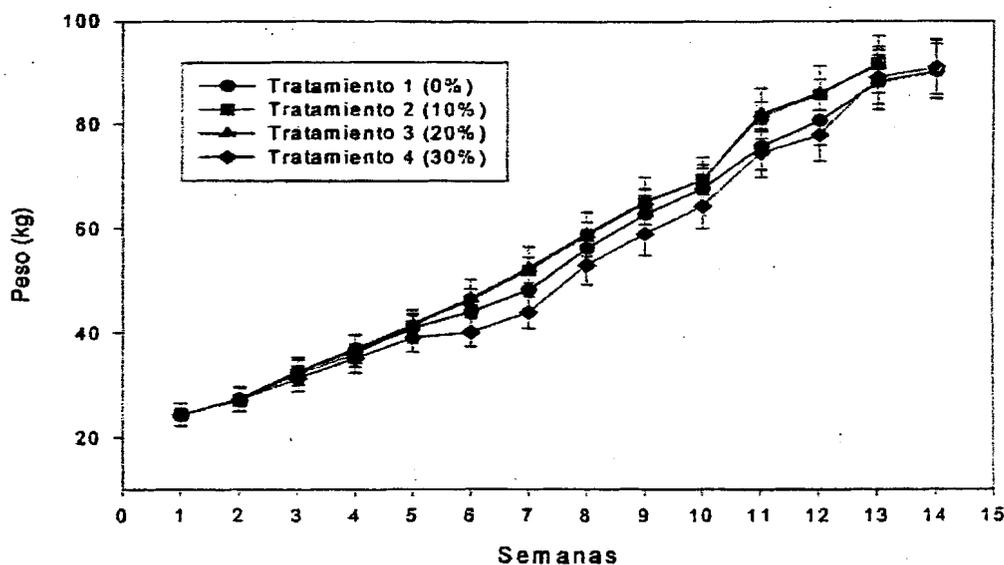
CIB-ESPOL

Gráfico 1. Regresión lineal simple para los cuatro tratamientos del cambio de peso corporal desde la semana uno hasta la semana trece.



CIB-ESPOL

Gráfico 2. Tendencia del cambio de peso corporal desde la semana uno hasta la semana catorce.



En el gráfico uno se presentan las rectas de regresión lineal simple de los cuatro tratamientos, observándose que la tendencia del cambio de peso corporal incrementa su valor durante el periodo de estudio. Analizando las pendientes en las ecuaciones observamos que el tratamiento dos tiene el mayor incremento en el cambio de peso corporal con un valor de 5.80 y mientras que el tratamiento cuatro presentó el menor incremento con un valor de 5.25.

En el gráfico dos se observa que los tratamiento dos y tres tuvieron mayor aumento en el cambio de peso corporal y mantuvieron su incremento similar a partir de la semana tres hasta que concluyo la investigación, además se observa que los tratamientos uno y cuatro tuvieron menor aumento en el cambio de peso corporal, también podemos observar que la curva de incremento de peso de los tratamientos a partir de la semana trece tiende a estandarizarse, tendencia que se ajusta al comportamiento de la curva de crecimiento de tejido muscular. (Church; Pond).⁴⁴

3.3 Aumento promedio diario de peso.



CIB-ESPOL

En el cuadro once se presenta el análisis de varianza para el aumento promedio diario de peso, observándose que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos.

En cuanto a las repeticiones se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para esta fuente de variación. El coeficiente de variación encontrado fue 4.32 %.

Al realizar la prueba de significancia de Duncan al 5% de probabilidad para tratamientos (Cuadro 13), se observan dos rangos de significancia, en el primer rango se ubicaron los tratamientos dos y tres que son similares estadísticamente y en el segundo rango se ubicaron los tratamientos uno y cuatro que son similares estadísticamente.

El aumento promedio diario de peso de los cerdos de los cuatro tratamientos en trece semanas de ejecución de la investigación de campo determinó que los tratamientos tres y dos presentaron el mejor aumento promedio diario de peso con un

valor promedio de 0.70 Kg y 0.68 Kg, respectivamente, mientras que los tratamientos uno y cuatro obtuvieron un aumento promedio diario de peso con un valor promedio de 0.65 Kg y 0.59 Kg, respectivamente. (Cuadro 13)

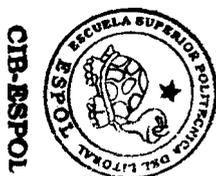


CIB-ESPOL

Cuadro 11. Análisis de varianza del aumento promedio diario de peso en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E Boliche2004.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada
Total	43			
Tratamiento	3	0.08	0.027	34.05 **
Repetición	10	0.33	0.033	41.83 **
Error experimental	30	0.02	0.001	

Coefficiente de variación = 4.32 %



CIB-ESPOL

Cuadro 12. Promedios del aumento promedio diario de peso desde la semana tres hasta la semana ocho en cerdos alimentados con 4 dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche. 2004

REPETICIONES

Tratamientos	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
1 (0 %)	0.59	0.58	0.59	0.56	0.56	0.65
2 (10 %)	0.55	0.54	0.60	0.62	0.65	0.69
3 (20 %)	0.58	0.59	0.61	0.63	0.67	0.70
4 (30 %)	0.49	0.51	0.52	0.45	0.46	0.58

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($P \leq 0.05\%$).



Cuadro 13. Promedios del aumento promedio diario de peso desde la semana nueve hasta la semana trece en cerdos alimentados con 4 dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche. 2004

REPETICIONES

Tratamientos	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Σ	X
1 (0 %)	0.68	0.69	0.73	0.73	0.76	7.12	0.65 B
2 (10 %)	0.72	0.72	0.82	0.80	0.82	7.53	0.68 A
3 (20 %)	0.73	0.71	0.82	0.80	0.81	7.65	0.70 A
4 (30 %)	0.62	0.63	0.72	0.69	0.77	6.44	0.59 C

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan $P \leq 0.05\%$.

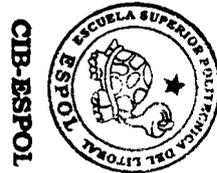


Gráfico 3. Regresión lineal simple de los cuatro tratamientos del aumento promedio diario de peso desde semana tres hasta la semana trece.

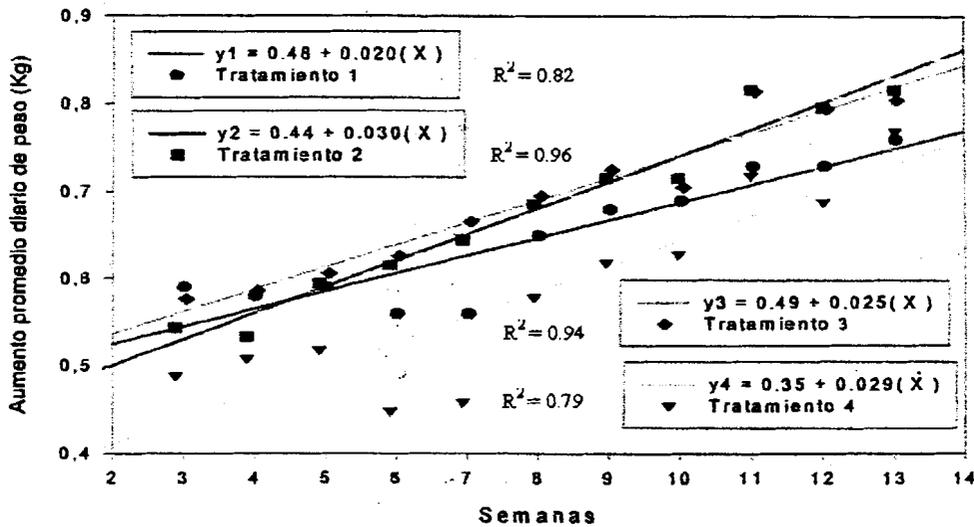
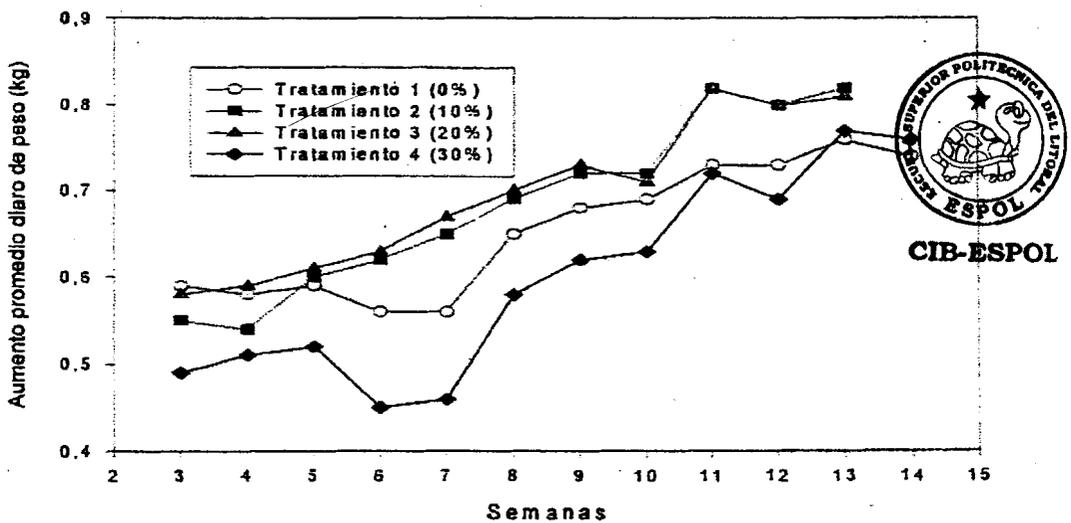


Gráfico 4. Tendencia del aumento promedio diario de peso desde la semana tres hasta la semana catorce.



**CIB-ESPOL**

En el gráfico tres se presentan las rectas de regresión lineal simple de los cuatro tratamientos, observándose que la tendencia del aumento promedio diario de peso incrementa su valor durante el periodo de estudio. Analizando las pendientes en las ecuaciones observamos que el tratamiento dos tiene el mayor incremento en el aumento promedio diario de peso con un valor de 0.030 y mientras que el tratamiento uno presentó el menor incremento con un valor de 0.020.

En el gráfico cuatro se observa que los tratamientos dos y tres tuvieron mayor aumento promedio diario de peso y mantiene su incremento similar a partir de la semana cinco hasta que concluyó la investigación, además se observa que los tratamientos uno y cuatro tuvieron menor aumento promedio diario de peso, sin embargo la tendencia del tratamiento cuatro se comportó muy diferente a los otros tratamientos observando un descenso en el aumento promedio de peso diario entre la semana cinco, seis y siete, esto se le atribuye a un problema de paraqueratosis que sufrieron los cerdos de este tratamiento, posteriormente la curva tuvo una tendencia similar a la del tratamiento uno, el tratamiento tres presentó el mayor aumento promedio diario de peso en la semana once y trece con un valor de 0.82 Kg.

3.4 Consumo promedio diario de alimento.

En el cuadro catorce se presenta el análisis de varianza para el consumo promedio diario de alimento, observándose que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos.

En cuanto a las repeticiones se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para esta fuente de variación. El coeficiente de variación encontrado fue 2.64 %.

Al realizar la prueba de significancia de Duncan al 5% de probabilidad para tratamientos (Cuadro 16), se observan tres rangos de significancia, en primer lugar se ubicó el tratamiento dos, en el segundo rango se ubicó el tratamiento tres y en tercer rango se ubicaron los tratamientos uno y cuatro que son similares estadísticamente.

El consumo promedio diario de alimento de los cerdos de los cuatro tratamientos en trece semanas de ejecución de la investigación de campo determino que el tratamiento cuatro y uno presentaron el menor consumo promedio diario de alimento con un valor promedio de 1.44 Kg y 1.48 Kg respectivamente. Mientras que, los tratamientos que presentaron mayor consumo promedio

diario de alimento fueron el tratamiento dos y tres con un valor promedio de 1.65 Kg y 1.60 Kg respectivamente, (Cuadro 15 y 16).



CIB-ESPOL

Cuadro 14. Análisis de varianza del consumo promedio diario de alimento en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E Boliche2004

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada
Total	43			
Tratamiento	3	0.33	0.406	66.25 **
Repetición	10	4.06	0.110	244.75 **
Error experimental	30	0.02	0.002	

Coefficiente de variación = 2.64 %



CIB-ESPOL

Cuadro 15. Promedios del consumo promedio diario de alimento desde la semana tres hasta la semana ocho de cerdos alimentados con 4 dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche. 2004

REPETICIONES

Tratamientos	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
1 (0 %)	1.01	1.17	1.26	1.31	1.36	1.44
2 (10 %)	1.05	1.24	1.40	1.50	1.61	1.68
3 (20 %)	1.08	1.19	1.33	1.45	1.54	1.61
4 (30 %)	0.96	1.08	1.20	1.26	1.28	1.39

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan P<0.05%.



Cuadro 16. Promedios del consumo promedio diario de peso desde la semana nueve hasta la semana trece de cerdos alimentados con 4 dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche. 2004

REPETICIONES

Tratamientos	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Σ	X
1 (0 %)	1.52	1.62	1.72	1.85	1.98	16.24	1.48 C
2 (10 %)	1.76	1.83	1.94	2.05	2.10	18.16	1.65 A
3 (20 %)	1.70	1.79	1.89	2	2.06	17.64	1.60 B
4 (30 %)	1.49	1.60	1.73	1.86	2.01	15.86	1.44 C

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan $P \leq 0.05\%$.

Gráfico 5. Regresión lineal simple de los cuatro tratamientos del consumo promedio diario de alimento desde la semana tres hasta semana trece.

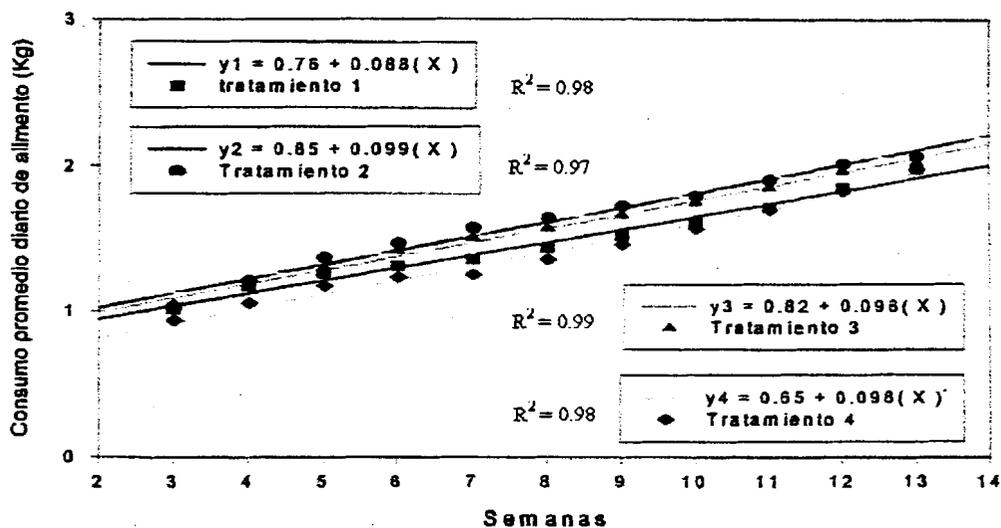
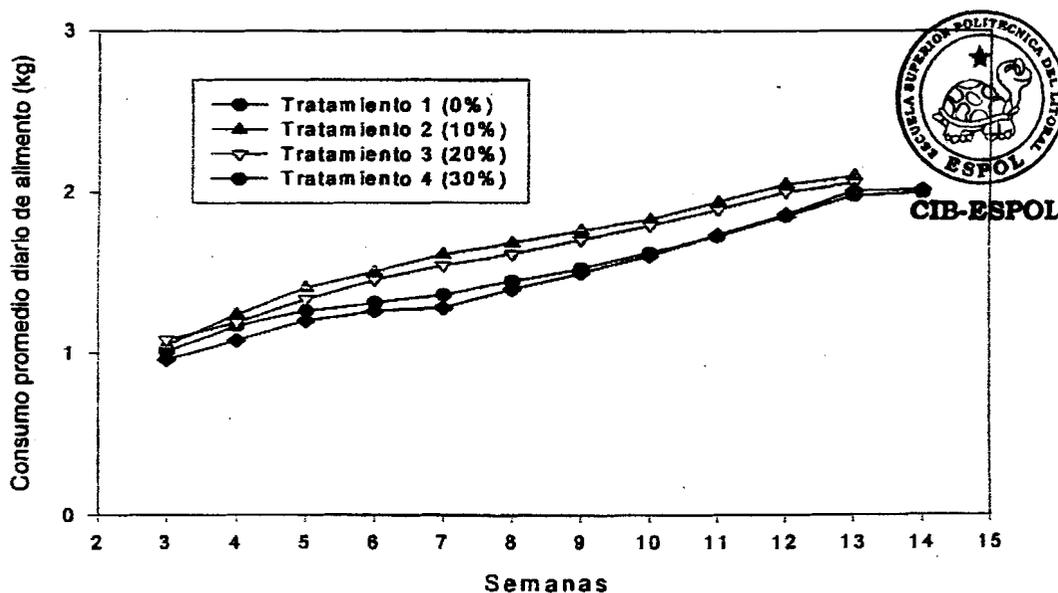


Gráfico 6. Tendencia del consumo promedio diario de alimento desde la semana tres hasta la semana catorce.



En el gráfico cinco se presentan las rectas de regresión lineal simple de los cuatro tratamientos, observándose que la tendencia del consumo promedio diario de alimento incrementa su valor durante el periodo de estudio. Analizando las pendientes en las ecuaciones observamos que el tratamiento dos tiene el mayor incremento en el consumo promedio diario de alimento con un valor de 0.099 mientras que el tratamiento uno presentó el menor incremento con un valor de 0.088.

En el gráfico seis se observa que los tratamientos uno y cuatro consumieron menos alimento y mantienen una tendencia similar desde la semana tres hasta que concluyo la investigación, además se observa que los tratamientos dos y tres consumieron más alimento y mantienen una tendencia similar de desde la semana tres hasta que concluyo la investigación, el tratamiento dos presentó el mayor consumo promedio diario de alimento a la semana trece de investigación con un valor de 2.10 kg, posteriormente apreciamos que a partir de la semana trece esta tendencia empieza a estandarizarse, la cual se ajusta al comportamiento de la curva de consumo promedio diario de alimento. (Church; Pond).⁴⁵



3.5 Conversión alimenticia.



CIB-ESPOL

En el cuadro diecisiete se presenta el análisis de varianza para la conversión alimenticia, observándose que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos.

En cuanto a las repeticiones se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para esta fuente de variación. El coeficiente de variación encontrado fue 3.81 %.

Al realizar la prueba de significancia de Duncan al 5 % de probabilidad para tratamientos (Cuadro 19), se observan dos rangos de significancia, en primer lugar se ubicaron los tratamientos dos y cuatro que son similares estadísticamente y en el segundo rango se ubicaron los tratamientos uno y tres que son similares estadísticamente.

La conversión alimenticia de los cerdos de los cuatro tratamientos en trece semanas de ejecución de la investigación de campo determinó que el tratamiento uno y tres presentaron la menor conversión alimenticia con un valor promedio de 2.27 y 2.29 respectivamente, mientras que los tratamientos que presentaron

mayor conversión alimenticia fueron el tratamiento cuatro y dos con un valor promedio de 2.45 y 2.40, respectivamente.

(Cuadro 18 y 19).

Cuadro 17. Análisis de varianza de la conversión alimenticia en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E Boliche2004

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada
Total	43			
Tratamiento	3	0.26	0.087	10.91 **
Repetición	10	1.79	0.179	22.39 **
Error experimental	30	0.24	0.008	

Coefficiente de variación = 3.81 %



CIB-ESPOL

Cuadro 18. Promedios de la conversión alimenticia desde la semana tres hasta la semana ocho en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche. 2004

REPETICIONES						
Tratamientos	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
1 (0 %)	1.72	2.03	2.13	2.33	2.42	2.22
2 (10 %)	1.92	2.31	2.32	2.42	2.48	2.44
3 (20 %)	1.86	2.01	2.17	2.30	2.30	2.30
4 (30 %)	1.99	2.12	2.28	2.79	2.77	2.39

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan $P \leq 0.05\%$.

Cuadro 19. Promedios de la conversión alimenticia desde la semana nueve hasta la semana trece en cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche. 2004

REPETICIONES

Tratamientos	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Σ	X
1 (0 %)	2.24	2.34	2.36	2.53	2.61	24.93	2.27 B
2 (10 %)	2.45	2.54	2.36	2.56	2.56	26.36	2.40 A
3 (20 %)	2.33	2.52	2.30	2.50	2.54	25.13	2.29 B
4 (30 %)	2.41	2.52	2.41	2.68	2.61	26.97	2.45 A

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan $P \leq 0.05\%$.



CIB-ESPOL

Gráfico 7. Regresión lineal simple de los cuatro tratamientos de la conversión alimenticia desde la semana tres hasta la semana trece.

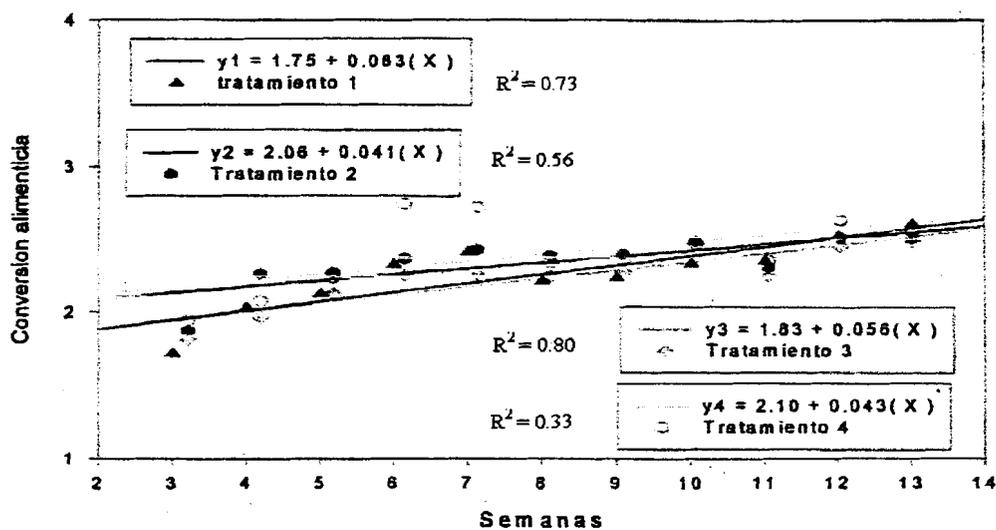
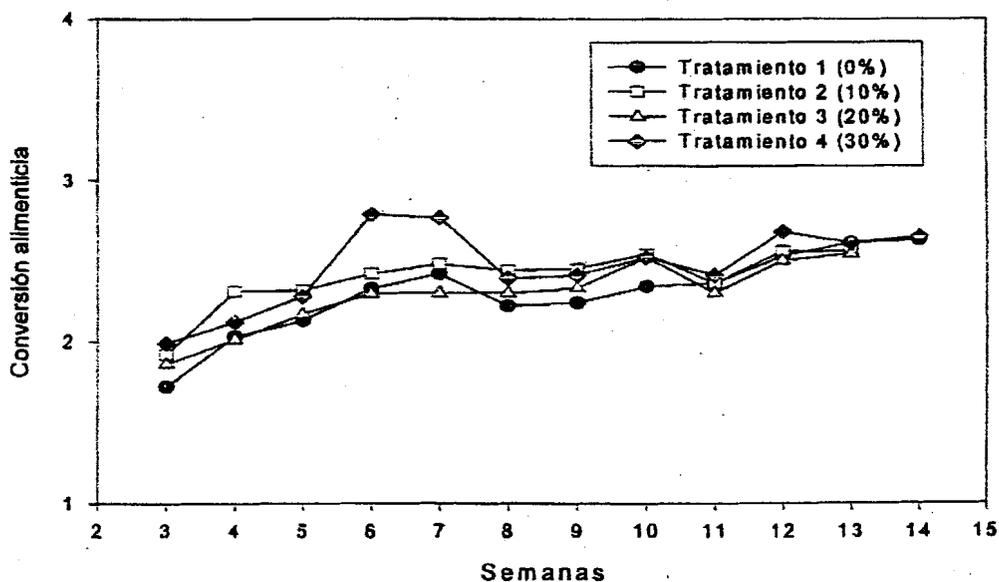


Gráfico 8. Tendencia de la conversión alimenticia desde la semana tres hasta la semana catorce.



**CIB-ESPOL**

En el gráfico siete se presentan las rectas de regresión lineal simple de los cuatro tratamientos, observándose que la tendencia de la conversión alimenticia de los cuatro tratamientos incrementa su valor durante el periodo de estudio. Analizando las pendientes en las ecuaciones observamos que el tratamiento uno tiene el mayor incremento en la conversión alimenticia con un valor 0.063 y mientras que el tratamiento dos presentó el menor incremento con un valor de 0.041.

En gráfico ocho se observa que los tratamientos uno y tres tuvieron la menor conversión alimenticia, mientras que los tratamientos dos y cuatro presentaron la mayor conversión alimenticia, la tendencia fue similar para los tratamientos con excepción del tratamiento cuatro que en la semana seis presentaron un problema de paraqueratosis que produjo una disminución en el aumento promedio diario de peso e hizo incrementar la conversión alimenticia, el tratamiento uno presento la menor conversión alimenticia a la tercer semana de investigación con un valor de 1.72.

3.6 Análisis de correlación.

Al realizar el análisis de correlación, se observó que existen diferencias altamente significativas entre el peso corporal, con el aumento promedio diario de peso, consumo promedio diario de alimento y la conversión alimenticia. (Anexo 8)

El coeficiente de correlación del peso fue:

- El 77 % del efecto del aumento de peso, se puede atribuir al aumento promedio diario de peso.
- El 93 % del efecto del aumento de peso, se puede atribuir al consumo promedio diario de alimento.
- El 47 % del efecto del aumento de peso, se puede atribuir a la conversión alimenticia.

3.7 Costos de la investigación.



3.7.1 Costos de las dietas experimentales.

CIB-ESPOL

El menor costo en las dietas experimentales lo presentó el tratamiento cuatro con un valor de \$ 19.07 por cada 100 kilogramos de alimento balanceado, luego siguió el tratamiento dos con un valor de \$ 19.71, en tercer lugar se ubicó el tratamiento tres con un valor de \$ 19.82 y por último el que presentó el mayor costo, fue el tratamiento uno con un valor de \$ 20.85. (Cuadro 20).

3.7.2 Costo diario de alimento.

El menor costo diario de alimento lo presentó el tratamiento cuatro con un valor de \$ 1.38, luego siguió el tratamiento uno con un valor de \$ 1.55, en tercer lugar se ubicó el tratamiento tres con un valor de \$ 1.55 y por último el que presentó el mayor costo fue el tratamiento dos con un valor de \$ 1.63. (Anexo 9).

3.7.3 Costo total de alimento.

El menor costo total de alimento lo presentó el tratamiento tres con un valor de \$ 190.48, luego siguió el tratamiento cuatro con un valor de \$ 191.38, en tercer lugar se ubicó el tratamiento dos con un valor de \$ 192.86 y por último el que presentó el mayor costo, fue el tratamiento uno con un valor de \$ 207.66. (Anexo 10)

3.7.4 Costo por kilo de peso vivo producido.

El menor costo por kilo de peso vivo producido fue el tratamiento tres con un valor de \$ 0.453, luego siguió el tratamiento cuatro con un valor de \$ 0.468, en tercer lugar se ubicó el tratamiento dos con un valor de \$ 0.473 y por último el que presentó el mayor costo, fue el tratamiento uno con un valor de \$ 0.474. (Anexo 11)

Cuadro 20. Costos de las dietas experimentales.

Ingredientes	TRATAMIENTOS			
	1 (0 %)	2 (10 %)	3 (20 %)	4 (30 %)
Maíz	7.61	7.61	7.61	5.71
Polvillo de arroz	4.97	3.96	3.19	3.58
Grano de soya	0.00	2.18	1.30	0.30
Torta de soya	2.42	0.00	0.00	0.00
Gandul	0.00	1.76	3.52	5.28
Harina de Sangre	3.30	1.65	1.65	1.65
Fosfato Di-cálcico	1.00	1.00	1.00	1.00
Sal yodada	0.05	0.05	0.05	0.05
Premezcla (*)	1.50	1.50	1.50	1.50
Costo/100kilos	\$ 20.85	\$ 19.71	\$ 19.82	\$ 19.07
Costo/kilo	\$ 0.209	\$ 0.197	\$ 0.198	\$ 0.191

**CIB-ESPOL**

Cuadro 21. Resultados de los costos de la investigación de cerdos alimentados con cuatro dietas al 0, 10, 20 y 30 % de harina de grano de gandul. E.E. Boliche 2004.

Tratamientos	Costo por kilo de la dieta (\$)	Costo diario del alimento (\$)	Costo total del alimento (\$)	Costo por kilo de peso vivo producido (\$)
1 (0 %)	0.209	1.550	207.66	0.474
2 (10 %)	0.197	1.630	192.86	0.473
3 (20 %)	0.198	1.580	190.48	0.453
4 (30 %)	0.191	1.380	191.38	0.468

3.7 Análisis económico del proyecto.

3.7.1 Análisis de presupuesto parcial.

El análisis económico del experimento determinó que el tratamiento dos registró el mayor beneficio neto, mientras que el tratamiento uno reportó el mayor costo que varía y menor beneficio neto. (Cuadro 22).

3.7.2 Análisis de dominancia.

No se reportó dominancia entre los tratamientos dos, tres y cuatro. El tratamiento uno y dos 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 dos. (Cuadro 23).

3.7.3 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 tres implica una tasa de retorno del 4.77 % en comparación con el tratamiento cuatro. (Cuadro 24).

Cuadro 22. Análisis de presupuesto parcial. Evaluación de cuatro niveles de harina de gandul en cerdos en la fase de crecimiento y acabado. E.E. Boliche, 2004.



CIB-ESPOL

TRATAMIENTOS

Parámetros	1 (0 %)	2 (10 %)	3 (20 %)	4 (30 %)
Rendimiento				
1. Peso total, kg	451.5	460	458	455.5
2. Precio/kg/\$	1.36	1.36	1.36	1.36
3. Beneficio bruto, \$ (1*2)	614.04	625.6	622.88	619.48
Costos que varían				
4. Costo total del alimento, \$	207.66	192.86	190.48	191.38
5. Costo adicional (medicinas), \$	5	5	5	5
6. Total costos que varían, \$ (4+5)	212.66	197.86	195.48	196.38
7. Beneficio neto \$ (3-6)	401.38	427.74	427.40	423.10



CIB-ESPOL

Cuadro 23. Análisis de dominancia de costo de alimentación con harina de grano de gandul en cerdos en la fase de crecimiento y acabado. E.E. Boliche, 2004.

Tratamientos	Costos que varían (\$)	Beneficio neto (\$)	Dominancia
3 (30 %)	196.38	423.10	No dominado
4 (20 %)	195.48	427.40	No dominado
2 (10 %)	197.86	427.74	Dominado
1 (0 %)	212.66	401.38	Dominado

Cuadro 24. Análisis marginal de tratamientos alternativos no dominados, en comparación al tratamiento con mayor costo. E.E. Boliche, 2004.

Tratamientos	Beneficio neto	*Beneficio neto marginal	Costos que varían	*Costos marginales	Tasa marginal de retorno (%)
4 (30 %)	423.10	4.30	196.38	0.90	4.77
3 (20 %)	427.40		195.48		

Tratamiento 3 (20%) Vs. Tratamientos 4 (30%)



Cuadro 25. Comportamiento de los cerdos alimentados con diferentes niveles de harina de grano de gandul en la fase de crecimiento y acabado. E.E Boliche. 2004

Parámetros	TRATAMIENTOS			
	1 (0 %)	2 (10 %)	3 (20 %)	4 (30 %)
Número de cerdos	5	5	5	5
Duración del Experimento (días)	96	91	91	96
Peso promedio inicial (kg)	24.5	24.5	24.5	24.5
Peso promedio final (kg)	90.3	92	91.60	91.10
Aumento promedio diario de peso (kg)	0.65	0.68	0.70	0.59
Consumo promedio diario de alimento (kg)	1.48	1.65	1.60	1.44
Conversión alimenticia	2.27	2.40	2.29	2.45
Ingestión de energía metabolizable (kcal/día)	7507.5	8022.3	7675.5	7602.8
Ingestión de proteína (kg/día)	0.36	0.41	0.40	0.42

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN.



CIB-ESPOL

En el número de semanas para alcanzar el peso promedio previsto en el experimento, los cerdos pertenecientes al tratamiento dos y tres, en trece semanas obtuvieron un peso de 92 Kg y 91.60 Kg, respectivamente. Mientras que, los animales pertenecientes al tratamiento uno y cuatro, en trece semanas con cinco días obtuvieron un peso de 90.3 Kg y 91.10 Kg, respectivamente.

El tiempo para finalizar el experimento esta de acuerdo con el aumento promedio diario de peso que es inversamente proporcional al número de días de terminación.

En el aumento promedio diario de peso, los cerdos pertenecientes al tratamiento tres y dos, presentaron los valores más altos con 0.70 Kg y 0.68 Kg, mientras que los tratamientos uno y cuatro muestran los valores más bajos 0.65 kg y 0.59 kg.

Estos resultados son similares a los reportados en las investigaciones realizadas por Huerta (1992) y Quintero (1997), que presentaron el menor aumento promedio diario de peso en el tratamiento con el del 24 % de inclusión de harina de grano de gandul con un valor de 0.62 kg.

A pesar de que aparentemente al cálculo se cubren los requerimientos de los cerdos para la fase de crecimiento y acabado, los animales pertenecientes al tratamiento cuatro presentaron un menor aumento promedio diario de peso, esto se debe posiblemente al problema del nivel de proteína de la dieta 18.14 % (Análisis proximal), los animales alimentados con un mayor nivel de proteína pierden peso en relación aquellos alimentados con niveles de proteína adecuados (Roppa, 2001).⁴⁶

En base al parámetro consumo promedio diario de alimento, los cerdos pertenecientes al tratamiento cuatro, presentaron el menor consumo de alimento con un valor promedio de 1.44 Kg/día en comparación de los tratamientos uno, dos y tres que consumieron 1.48, 1.65 y 1.60 kg/día respectivamente.

**CIB-ESPOL**

Estos resultados son similares a los reportados por Huerta (1992) y Quintero (1997), que presentaron el menor consumo promedio diario de alimento en el tratamiento con el 24 % de harina de grano de gandul con un valor de 1.65 kg/día.

Numéricamente se puede observar entre los tratamientos que, mientras aumenta la sustitución del gandul y se disminuye el consumo de grano de soya, los animales aumentan el consumo de la dieta a excepción del tratamiento cuatro, que puede estar determinada por alto nivel de gandul en la dieta (30 %), el cual puede producir rancidez en las grasas, que afectaría la palatabilidad. (Bellégo, 2001).⁴⁷

Con relación a la conversión alimenticia, los cerdos pertenecientes al tratamiento uno, registraron numéricamente la menor conversión alimenticia con un valor promedio de 2.27, en comparación a los tratamientos dos, tres y cuatro que presentaron una conversión alimenticia promedio de 2.40, 2.29 y 2.45 respectivamente.

Numéricamente se puede observar que el tratamiento cuatro presenta la mayor conversión alimenticia, este resultado se debe a

que registro menor aumento promedio diario de peso y menor consumo promedio diario, consecuentemente hubo limitación de nutrientes a los cerdos que afecto a la conversión alimenticia de los mismos.

En las condiciones que se realizó la investigación, se observa que los consumos de cantidad de energía digestible diaria 7507.5, 8022.3, 7675.5 y 7602.8 kcal/kg de los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente satisficieron las necesidades energéticas del animal, y fueron inferiores a los consumos reportados por la NRC (2003), en la que indica consumos de 8182.5 kcal/kg diarias de energía digestible.

Al consumir una cantidad menor de energía digestible los cerdos, tienen un menor consumo de alimento y por consecuencia van a tener una menor ganancia de peso. Esta respuesta se podría deber a los períodos de calor que estuvieron sometidos los cerdos; eliminar este calor representa un esfuerzo adicional que implica pérdida de productividad.

Para liberar el exceso de calor, él cerdo usa una mayor porción de la energía originada de los alimentos, que dejará de



usarse para la ganancia de peso o la producción de leche. (Milgen, 2001).⁴⁸

El consumo de cantidad de proteína diaria 0.36, 0.41, 0.40 y 0.42 kg de los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente, satisficieron las necesidades energéticas del animal, además fueron superiores a los consumos reportados por la NRC en la que indica consumos de 0.38 kg, el tratamiento cuatro presenta un consumo excesivo de proteína diaria 0.42 kg, debido a una falla en el balance de aminoácidos, que hizo que no se llegue al balance de proteína ideal.

Las proteínas generan más calor metabólico que las grasas (26 % contra 9 %), debido a las reacciones complejas para el metabolismo de los aminoácidos que las componen (Roppa, 2001).⁴⁹ Por esta razón, raciones con proteína mayor de lo necesario generan una cantidad adicional de calor que podría evitarse, debido al exceso de aminoácidos que tendrán que ser catabolizados, lo que produce menor ganancia de peso.

De acuerdo al análisis económico efectuado en el experimento el tratamiento tres en comparación al tratamiento cuatro obtuvo un retorno marginal de 4.77 %.



CIB-ESPOL

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES



CIB-ESPOL

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

- 1) En la fase de crecimiento y acabado no hubo rechazo por parte de los cerdos al utilizar dietas con harina de grano de gandul.
- 2) En las condiciones que se realizó el experimento, los tratamientos dos (10 % harina de grano de gandul) y tres (20 % de harina de grano de gandul), utilizados en dietas para cerdos en la fase de crecimiento y acabado, presentaron los mejores resultados en los parámetros productivos estudiados.

- 3) El mayor peso corporal lo presentó el tratamiento dos con un valor de 92 kg.
- 4) El aumento promedio diario de peso fue mayor para el tratamiento tres con un valor de 0.70 kg.
- 5) El consumo promedio diario de alimento fue mayor para el tratamiento dos con un valor de 1.65 kg.
- 6) La menor conversión alimenticia fue para los tratamientos uno con un valor de 2.27.
- 7) De acuerdo al análisis de presupuestos parciales, el mayor beneficio neto correspondió al tratamiento dos con un valor de \$ 427.74 y fue similar al del tratamiento tres con un valor de \$ 427.40.
- 8) Según el análisis marginal, el tratamiento tres en comparación al tratamiento cuatro, alcanzó una tasa de retorno marginal de 4.77 %.



CIB-ESPOL

5.2 RECOMENDACIONES.

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

- 1) Con base a los parámetros productivos estudiados, se recomienda utilizar hasta el 20 % de harina de grano de gandul como fuente de sustitución parcial de proteína de origen vegetal en raciones para cerdos en la fase de crecimiento y acabado.
- 2) Durante la fase de crecimiento y acabado en cerdos confinados, resulta económicamente favorable la utilización del nivel del 20 % de harina de grano de gandul en dietas para cerdos.
- 3) Investigar el empleo de harina de grano de gandul en diferentes condiciones ecológicas y en todas las fases de vida del cerdo, con el objeto de determinar los niveles adecuados y económicos de utilización en alimentación porcina.

LITERATURA CITADA

1. **III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO.** Resultados Nacionales y Provinciales. 2003.
2. **ZENTENARO, FIORELO.** Gerente de Ecuagandul. 2004.
3. **SICA.** Porcicultura un Cambio Productivo en el Tiempo
www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing.Rizzo/ganaderia/porcos/cambio_cualitativo.htm. (Actualizado 2003)
4. **ARCO (1980).; DUKE (1981).; GONZALO (1993).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo de gandul. 1998.
5. **IBIDEM**
6. **LARA; ESCOBEDO (1991).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo de gandul. 1998

7. **BINDER.; ULRIKE.** Manual de Leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, E.A.G.E., Estelí, Nicaragua. 528 páginas. 1997.
8. **MONEGAT, CLAUDINO.** Plantas de Cobertura del Suelo. Características y manejo en pequeñas propiedades. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Tegucigalpa, Honduras. 336 páginas. 1991.
9. **VALLADOLID, ANGEL.** Producción de Leguminosas de Grano para Exportación. Manual Técnico N° 02/99 Promenestras. Chiclayo, Perú. 1998.

10. **IBIDEM**



11. **IBIDEM**

CIB-ESPOL

12. **IBIDEM**

13. **IBIDEM**

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

15. **CARBALLO, DOMINGO.** Universidad Nacional Agraria. Economía: el campo y el agro. México. Págs. 1 – 27. 2000.
16. **BOTERO, RAÚL.** Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda EARTH. El Componente Arbóreo como Recurso Forrajero en los Sistemas Silvopastoriles. Costa Rica. 30 páginas. 2002.
17. **CIDICCO.** Coberturas para la agricultura. <http://www.cidicco.hn/gandul.htm> (Actualizado 2004).
18. **RUBIO (1991).** Plantas de Cobertura del Suelo. Centro internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Cultivo de gandul. 1998.
19. **ZENTENARO, FIORELO.** Gerente de Ecuagandul. 2004.
20. **BUITRAGO.; JIMÉNEZ (1980).** Concepto y Tecnologías para la Elaboración y Uso de Harinas Compuestas. Organismo de integración centroamericana. (INCAP). Guatemala 2001.
21. **ABAD, R.G.; RODRÍGUEZ, J.** Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América Latina. 1999.

22. **HIGUERAS, A.; CASTILLO, A.** Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje de diferentes variedades del quinchoncho (*Cajanus cajan* (L) Miils) Rev. FAC. Agron. 15(2): Págs. 188 -198. 1998.

23. **HUERTA, A (1992).; QUINTERO, A. (1997).** Efecto de los implantes, Olaquinox y sexo sobre las características de la canal de cerdos. Rev. Científica Facultad Ciencias Veterinarias. L.U.Z. 2(1): Págs. 27-38. 1997.



CIB-ESPO

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

25. **CHURCH, D. y POND, W.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 1990.

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

27. **NOBLET et al.** Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. Journal of Animal Science 72, Pages. 344-354.

28. **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 Páginas. 85, Pages 97-106. 1995.

29. **CHURCH, D. y POND, W.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 1990.



CIB-ESPOL

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

31. **BRUDEVOLD.; SOUTHERN.** Institut National de la Recherche Agronomique. Saint-Gilles, France. 2002.

32. **QUINIOU et al.; KERR et al.** Modelling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to low or high ambient temperatures. British Journal of Nutrition 85, Pages 97-106. 1995.

33. **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.

34. **HANSEN et al. (1993)** Modelling the relation between energy intake and protein and lipid deposition in growing pigs. *Animal Science* 71, Pages.119-130. 2000.

35. **BAKER et al.** Digestive and metabolic utilization of dietary energy in pig feeds: comparison of energy systems. In *Recent Advances in Animal Nutrition*, [P. C. Garnsworthy, J. Wiseman, and W. Haresign, editors]. Nottingham: Nottingham University Press. Pages. 207-231. 1996

36. **CHURCH, D. y POND, W.** *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales.* 1990.

37. **IBIDEM**

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

39. **IBIDEM**

40. **LÓPEZ et al, (2000).** Merrick Foods, Inc., Middleton, WI.

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

42. **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.

43. **RODRÍGUEZ, J.** Manejo de cerdos confinados para la fase de crecimiento y acabado. INIAP, Boliche. 1985.

44. **CHURCH, D. y POND, W.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 1990.

45. **IBIDEM**



CIB-ESPOL

46. **ROPPIA, LUCIANO.** Manejo alimentario de cerdas y cerdos en el crecimiento en climas calientes. 2001.

<http://www.portalveterinaria.com/sections.php?op=viewarticle&articleid=289>. (Actualizado 2003)

47. **Le Bellégo.** Energy utilization of low protein diets in growing pigs. J. Anim. Sci. 79: Pages. 1259-1271. 2001.

48. **MILGEN, VAN et al.** Energetic efficiency of starch, protein and lipid utilization in growing pigs. J. Nutr. 131: Pages. 1309-1318. 2001.

49. **ROPPA, LUCIANO.** Manejo alimentario de cerdas y cerdos en el crecimiento en climas calientes. 2001.
<http://www.portalveterinaria.com/sections.php?op=viewarticle&artid=289>. (Actualizado 2003)



CIB-ESPOL

ALIGXO

Composición de las dietas experimentales

Anexo 1. Composición de las dietas utilizadas en las fases de crecimiento y acabado. E.E. Boliche, 2004.

Ingredientes (kg)	Tratamientos			
	1 (0 %)	2 (10 %)	3 (20 %)	4 (30 %)
Maíz	40.00	40.00	40.00	30.00
Polvillo de arroz	45.25	36.00	29.00	32.50
Grano de soya	0.00	7.50	4.50	1.00
Torta de soya	6.25	0.00	0.00	0.00
Gandul	0.00	10.00	20.00	30.00
Harina de Sangre	4.00	2.00	2.00	2.00
Fosfato di-cálcico	2.00	2.00	2.00	2.00
Sal yodada	0.50	0.50	0.50	0.50
Premezcla (**)	2.00	2.00	2.00	2.00
Total (kilos)	100 kilos	100 kilos	100 kilos	100 kilos

** Premezcla (Vitaminas y minerales).

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



CIB-ESPOL

ANÁLISIS calculado de las dietas existentes



CIB-ESPOL

Anexo 2. Análisis calculado de las dietas utilizadas para cerdos en la fase de crecimiento y acabado. E.E. Boliche, 2004.

Ingredientes	Tratamientos				Requerimientos
	1 (0 %)	2 (10 %)	3 (20 %)	4 (30 %)	
ED (kcal/kg)	3223,9	3334,5	3253,5	3294,0	3267,50
PC (%)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
FB (%)	1,40	2,41	3,21	3,81	7,00
P (%)	0,60	0,62	0,60	0,59	0,60
Ca (%)	0,49	0,47	0,46	0,44	0,50

Fuente (NRC 2003)
Elaborado por W.García

Para formular las dietas, se sustituyo parcialmente los ingredientes tradicionales de origen vegetal como soya y torta de soya que son fuente de proteína por gandul en proporciones del 10, 20 y 30 %.

La premezcla de vitaminas y minerales fue preparada para satisfacer las necesidades y requerimientos de los animales durante la fase de crecimiento y acabado.



CIB-ESPOL

Análisis proximal de las dietas exotéricas

Anexo 3. Análisis proximal y contenido de calcio y fósforo de las dietas experimentales. "Diferentes niveles de harina de gandul en la fase de crecimiento y acabado de cerdos confinados". 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%)	11.49	9.55	12.23	15.90	4.27	0.49	0.60	3250
2 (10%)	11.33	7.22	12	17.2	5.01	0.47	0.62	3315
3 (20%)	11.68	6.45	7.4	17	4.05	0.46	0.60	3225
4 (30%)	10.45	7.45	8.5	18.14	9.07	0.44	0.59	3263

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

Durán – Ecuador



CIB-ESPOL

ANÁLISIS DE VAINA



CIB-ESPOL

Anexo 4. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 1)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	24.5	28	31	28
2	32.5	26.5	27.5	30.5
3	23.5	24	24.5	24
4	21	22	20.5	22
5	21	22	19	18
Σ	122.5	122.5	122.5	122.5
\bar{x}	24.5	24.5	24.5	24.5

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	0.00	0.000	0.00	3.49	5.95
Repetición	4	256.88	64.219	13.73**	3.26	5.41
Error	12	56.13	4.677			

El coeficiente de variación es de 8.83 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad



CIB-ESPOL

Anexo 4.1. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 2)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	28	31	35	31.5
2	36	28.5	30	32.5
3	26.5	26	27	27
4	24	25	22.5	25
5	23	25.5	23	20.5
Σ	137.5	136	137.5	136.5
X	27.5	27.2	27.5	27.3



CIB-ESPOL

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	0.34	0.113	0.02 NS	3.49	5.95
Repetición	4	261.63	65.406	10.61 **	3.26	5.41
Error	12	73.97	6.165			

El coeficiente de variación es de 9.07 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.2. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 3)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	33.5	37	41	36.5
2	42.5	34.5	34	37.5
3	31.5	31	31.5	30.5
4	28	28.5	27.5	28
5	28	30	29	24
Σ	163.5	161	163	156.5
x	32.7	32.2	32.6	31.3



CIB-ESPOL

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	6.10	2.033	0.27 NS	3.49	5.95
Repeticón	4	343.58	85.894	11.45 **	3.26	5.41
Error	12	90.02	7.502			

El coeficiente de variación es de 8.51 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.3. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 4)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	37.5	41	47	40.5
2	47.5	38.5	38	42
3	34.5	34.25	36	34.5
4	31.5	32	31.5	31.5
5	32	34	32.5	27.5
Σ	183	179.75	185	176
x	36.6	35.95	37	35.2



CIB-ESPOL

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	9.33	3.111	0.31 NS	3.49	5.95
Repeticion	4	404.64	101.159	10.00 **	3.26	5.41
Error	12	121.33	10.111			

El coeficiente de variación es de 8.79 %

NS = No Significativo

• = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.4. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 5)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	42	47	52	45
2	51	45	43	45
3	40	39	40	39
4	35.5	37	36.5	35.5
5	36	39	36.75	31
Σ	204.5	207	208.25	195.5
x	40.9	41.4	41.65	39.1



CIB-ESPOL

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	19.80	6.599	0.75 NS	3.49	5.95
Repetición	4	437.33	109.333	12.38 **	3.26	5.41
Error	12	105.96	8.830			

El coeficiente de variación es de 7.29 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.5. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 6)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	44	52	60.5	49.5
2	56	51	46	42
3	44	43	44	39.5
4	38.5	41	41	36
5	38	44	42	34
Σ	220.5	231	233.5	201
x	44.1	46.2	46.7	40.2

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	135.45	45.150	2.60 NS	3.49	5.95
Repetición	4	493.93	123.481	7.10**	3.26	5.41
Error	12	208.67	17.390			

El coeficiente de variación es de 9.40 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.6. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 7)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	49	58	68.5	54
2	61	58	51.5	45
3	47.5	48	49.5	45
4	42	47	46	39
5	41.5	49	47	36.5
Σ	241	260	262.5	219.5
x	48.2	52	52.5	43.9

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	239.05	79.683	3.60*	3.49	5.95
Repetición	4	626.18	156.544	7.07	3.26	5.41
Error	12	265.82	22.152			

El coeficiente de variación es de 9.58 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad



CIB-ESPOL

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

	Tratamientos			
	1	2	3	4
	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
x	48.20	52	52.50	43.90
Rango de significancia	AB	A	A	B

Letras iguales significa que no difieren estadísticamente

Anexo 4.7. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 8)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	57	67	75	66
2	69.5	63	59	52
3	55	54	57	55
4	49	53.5	51	46
5	50.5	55.5	53	46
Σ	281	293	295	265
x	56.2	58.6	59	53



CIB-ESPOL

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	114.20	38.067	1.55 NS	3.49	5.95
Repetición	4	748.07	187.019	7.64**	3.26	5.41
Error	12	293.93	24.494			

El coeficiente de variación es de 8.73 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.8. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 9)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	65	75	83	73
2	75	66	64	58
3	63	60	63	62
4	53	60	59	52
5	58	64	58	50
Σ	314	325	327	295
x	62.8	65	65.4	59



CIB-ESPOL

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	128.95	42.983	1.52 NS	3.49	5.95
Repetición	4	835.20	208.800	7.40**	3.26	5.41
Error	12	338.80	28.233			

El coeficiente de variación es de 8.43 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.9. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 10)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	69	80	86	79
2	81	71	69	64
3	69	65	68	67
4	58	64	61	57
5	62	68	63	55
Σ	339	348	347	322
x	67.8	69.6	69.4	64.4

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	86.80	28.933	1.02 NS	3.49	5.95
Repetición	4	884.70	221.175	7.81**	3.26	5.41
Error	12	339.70	28.308			

El coeficiente de variación es de 7.85 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.10. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 11)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	77	91	101	90
2	91	84	81	74
3	76	75	80	79
4	64	77	74	65
5	71	81	75	65
Σ	379	408	411	373
x	75.8	81.6	82.2	74.6



CIB-ESPOL

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	228.95	76.317	1.87 NS	3.49	5.95
Repetición	4	984.20	246.050	6.03**	3.26	5.41
Error	12	489.80	40.817			

El coeficiente de variación es de 8.13 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.11. Cambio de peso corporal (kg.) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales. (Semana 12)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	84	96	106	94
2	95	88	85.5	77
3	82	79.5	83	82.5
4	66	80.5	77	70
5	77	85	79	66.5
Σ	404	429	430.5	390
x	80.8	85.8	86.1	78

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	234.34	78.113	1.91 NS	3.49	5.95
Repetición	4	1146.33	286.581	7.01**	3.26	5.41
Error	12	490.47	40.873			

El coeficiente de variación es de 7.73 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 4.12. Cambio de peso corporal (kg) entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales (Semana 13)

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Repeticiones	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
1	92	102	113	107
2	104	95.5	90	88.5
3	90	85	88	93
4	72	86	80.5	81
5	83	91.5	86.5	76.5
Σ	441	460	458	446
x	88.20	92	91.60	89.20

2. Análisis de varianza.



CIB-ESPOL

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19					
Tratamiento	3	50.95	16.983	0.35 NS	3.49	5.95
Repetición	4	1349.38	337.344	6.89 **	3.26	5.41
Error	12	587.93	48.994			

El coeficiente de variación es de 7.76%

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

Anexo 5. Promedio por semanas del Aumento promedio diario de peso, entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones											Σ	X
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1 (0 %)	0.59	0.58	0.59	0.56	0.56	0.65	0.68	0.69	0.73	0.73	0.76	7.12	0.65
2 (10 %)	0.55	0.54	0.60	0.62	0.65	0.69	0.72	0.72	0.82	0.80	0.82	7.53	0.68
3 (20 %)	0.58	0.59	0.61	0.63	0.67	0.70	0.73	0.71	0.82	0.80	0.81	7.65	0.70
4 (30 %)	0.49	0.51	0.52	0.45	0.46	0.58	0.62	0.63	0.72	0.69	0.77	6.44	0.59
Σ	2.21	2.22	2.32	2.26	2.34	2.62	2.75	2.75	3.09	3.02	3.16	28.74	
X	0.55	0.56	0.58	0.57	0.59	0.66	0.69	0.69	0.77	0.76	0.79		

2. Análisis de varianza.

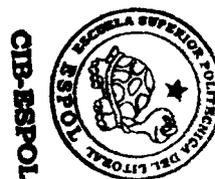
F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	43					
Tratamiento	3	0.08	0.027	34.05 *	2.96	4.60
Repetición	10	0.33	0.033	41.83 **	2.25	3.15
Error	30	0.09	0.003			

El coeficiente de variación es de 4.32 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad



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

	Tratamientos			
	1	2	3	4
	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
X	0.6473	0.6845	0.6955	0.5855
Rango de significancia	B	A	A	C

Letras iguales significa que no difieren estadísticamente

Anexo 6. Promedio por semanas del Consumo promedio diario de alimento, entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Bolliche, 2004.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones													Σ	X
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
1 (0 %)	1.01	1.17	1.26	1.31	1.36	1.44	1.52	1.62	1.72	1.85	1.98	1.98	16.24	1.48	
2 (10 %)	1.05	1.24	1.40	1.50	1.61	1.68	1.76	1.83	1.94	2.05	2.10	2.10	18.16	1.65	
3 (20 %)	1.08	1.19	1.33	1.45	1.54	1.61	1.70	1.79	1.89	2	2.06	2.06	17.64	1.60	
4 (30 %)	0.96	1.08	1.20	1.26	1.28	1.39	1.49	1.60	1.73	1.86	2.01	2.01	15.86	1.44	
Σ	4.1	4.68	5.19	5.52	5.79	6.12	6.47	6.84	7.28	7.76	8.15	8.15	67.9		
X	1.03	1.17	1.30	1.38	1.45	1.53	1.62	1.71	1.82	1.94	2.04	2.04			



CIB-ESPOL

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	43					
Tratamiento	3	0.33	0.110	244.75 **	2.96	4.60
Repetición	10	4.06	0.406	7.84 **	2.25	3.15
Error	30	0.88	0.033			

El coeficiente de variación es de 2.64 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad



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

	Tratamientos			
	1	2	3	4
	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
X	1.340	1.606	1.558	1.471
Rango de significancia	B	A	A	AB

Letras iguales significa que no difieren estadísticamente

Anexo 7. Promedio por semanas de la Conversión alimenticia, entre la fase de crecimiento y acabado de cerdos híbridos (Landrace x Yorkshire). E.E. Boliche, 2004.

1. Resultados experimentales.

Tratamientos	Repeticiones											Σ	X
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1 (0 %)	1.72	2.03	2.13	2.33	2.42	2.22	2.24	2.34	2.36	2.53	2.61	24.93	2.27
2 (10 %)	1.92	2.31	2.32	2.42	2.48	2.44	2.45	2.54	2.36	2.56	2.56	26.36	2.40
3 (20 %)	1.86	2.01	2.17	2.30	2.30	2.30	2.33	2.52	2.30	2.50	2.54	25.13	2.29
4 (30 %)	1.99	2.12	2.28	2.79	2.77	2.39	2.41	2.52	2.41	2.68	2.61	26.97	2.45
Σ	7.49	8.47	8.9	9.84	9.97	9.35	9.43	9.92	9.43	10.27	10.32	103.42	
X	1.87	2.12	2.23	2.46	2.49	2.34	2.36	2.48	2.36	2.57	2.58		

2. Análisis de varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	43					
Tratamiento	3	0.26	0.087	10.91 **	2.96	4.60
Repetición	10	1.79	0.179	22.39 **	2.25	3.15
Error	30	0.24	0.008			

El coeficiente de variación es de 3.81 %

NS = No Significativo

* = Significativo al 1 % de probabilidad

** = Significativo al 5 % de probabilidad

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



X	Tratamiento			
	1	2	3	4
	(0 %)	(10 %)	(20 %)	(30 %)
	2.27	2.40	2.29	2.45
Rango de significancia	B	A	B	A

Letras iguales significa que no difieren estadísticamente.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Anexo 8. Análisis de correlación.

	Y1	Y2	Y3
X	0.689 **	0.877 **	0.965 **

El peso corporal de los cerdos es altamente dependiente de las variables tomadas.

$$\underline{R^2 = r \times 100}$$

- **Aumento promedio diario de peso.**

$$R^2 = 0.877 \times 100 = 77 \%$$

- **Consumo promedio diario de alimento.**

$$R^2 = 0.965 \times 100 = 93 \%$$

- **Conversión alimenticia.**

$$R^2 = 0.689 \times 100 = 47 \%$$



CIB-ESPOL

X = PESO

Y1= CONVERSION ALIMENTICIA

Y2= AUMENTO PROMEDIO DIARIO DE PESO

Y3= CONSUMO PROMEDIO DIARIO DE ALIMENTO

R² = CORRELACIÓN

r = COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

** = SIGNIFICATIVO AL 1 % DE PROBABILIDAD.

Anexo 9. Costo diario del alimento.

Tratamientos	Costo por kilo (\$)	Consumo promedio diario (kg)	Nº de animales	Costo diario del alimento
1 (0 %)	0.209	1.48	5	1.55
2 (10 %)	0.197	1.65	5	1.63
3 (20 %)	0.198	1.60	5	1.58
4 (30 %)	0.191	1.44	5	1.38

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

Anexo 10. Costo total del alimento.

Tratamientos	Consumo total dieta (kg)	Precio 100 kilogramos dieta (\$)	Costo total (\$)
1 (0 %)	993.6	20.85	207.66
2 (10 %)	979	19.71	192.86
3 (20 %)	962	19.82	190.48
4 (30 %)	1002	19.07	191.38

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

Anexo 11. Costo por kilogramo de peso producido.

Tratamientos	Promedio conversión alimenticia	Costo kilogramo de la dieta (\$)	Costo por kilogramo de peso producido (\$)
1 (0 %)	2.27	0.209	0.474
2 (10 %)	2.40	0.197	0.473
3 (20 %)	2.29	0.198	0.453
4 (30 %)	2.45	0.191	0.468

Costo por kilogramo de peso producido = Promedio conversión alimenticia x costo kilogramo de la dieta.



CIB-ESPOL

GRATIS



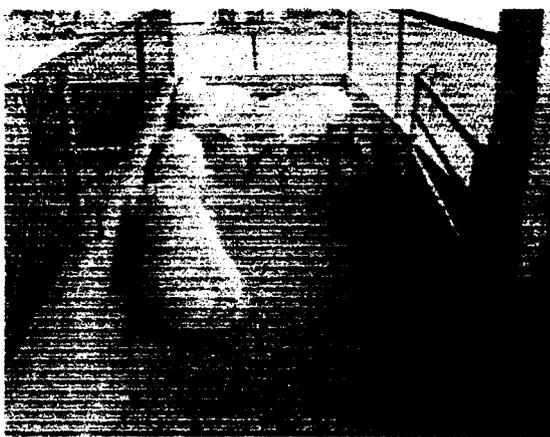
CIB-ESPOL

Gráfico 1. Peso corporal de cerdos alimentados con cuatro dietas experimentales con diferentes niveles de harina de grano de gandul en la fase de crecimiento y acabado de cerdos confinados. E.E. Boliche 2004.

Inicio experimento (24.5 kg)



Final experimento (90 kg)



CIB-ESPOL

Gráfico 2. Elaboración de las dietas experimentales con diferentes niveles de harina de grano de gandul en la fase de crecimiento y acabado de cerdos confinados. E.E. Boliche 2004.

Molienda

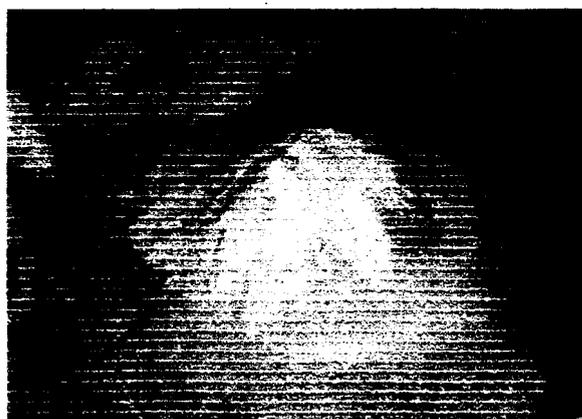


Pesaje



CIB-ESPOL

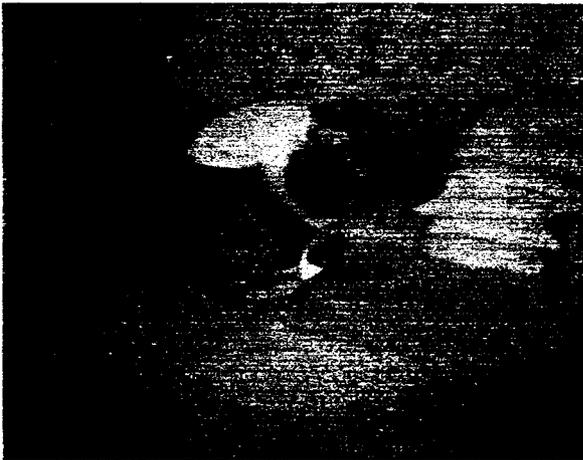
Composición



Mezcla



Homogeneidad



CIB-ESPOL

Dieta elaborada



Gráfico 3. Consumo de las dietas experimentales con diferentes niveles de harina de grano de gandul en la fase de crecimiento y acabado de cerdos confinados. E.E. Boliche 2004.

Consumo de alimento AB-LIBITUM



Consumo de agua AB-LIBITUM



Gráfico 4. Pesaje de los cerdos alimentados con diferentes niveles de harina de grano de gandul en la fase de crecimiento y acabado de cerdos confinados. E.E. Boliche 2004.

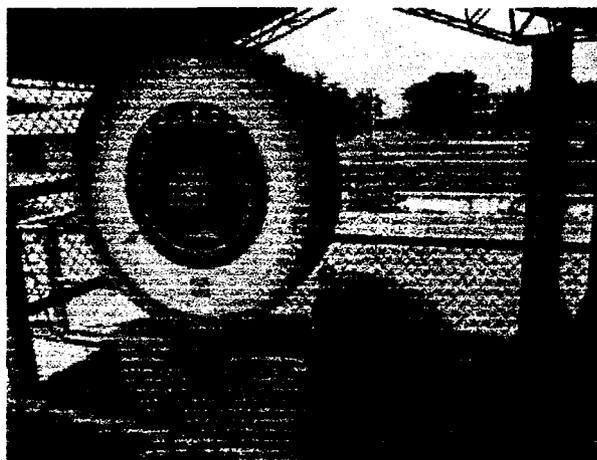
Pesaje balanza (24.5 kg)



Traslado del cerdo a la báscula



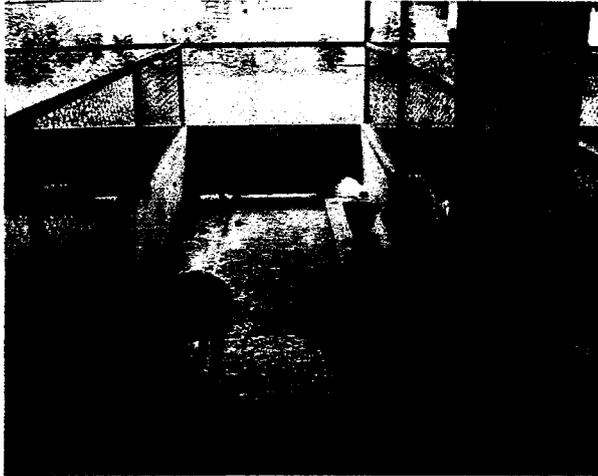
Pesaje báscula (90 kg)



CIB-ESPOL

Gráfico 5. Síntomas de paraqueratosis presentado en el tratamiento cuatro, en el experimento evaluación de cuatro dietas experimentales con diferentes niveles de harina de grano de gandul en la fase de crecimiento y acabado de cerdos confinados. E.E. Boliche 2004.

Síntoma de paraqueratosis



Control de peso y altura



CIB-ESPOL

Anexo 12

CONTROL DE PESO Y ALIMENTO

Tratamiento 1

FECHA	PESO CORPORAL KILOGRAMOS													
	Jul-12	Jul-19	Jul-26	Ago-02	Ago-09	Ago-16	Ago-23	Ago-30	Sep-06	Sep-13	Sep-20	Sep-27	Oct-04	Oct-06
		35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	420	435
# DE ANIMAL														
H 3763	24,5	28	33,5	37,5	42	44	49	57	65	69	77	84	92	95
H 3766	32,5	36	42,5	47,5	51	56	61	69,5	75	81	91	95	104	106
H 3781	23,5	26,5	31,5	34,5	40	44	47,5	55	63	69	76	82	90	92
H 3762	21	24	28	31,5	35,5	38,5	42	49	53	58	64	66	72	75
M 3769	21	23	28	32	36	38	41,5	50,5	58	62	71	77	83	83,5

RESUMEN

DESCRIPCIÓN	Jul-12	Jul-19	Jul-26	Ago-02	Ago-09	Ago-16	Ago-23	Ago-30	Sep-06	Sep-13	Sep-20	Sep-27	Oct-04	Oct-06
PESO TOTAL	122,5	137,5	163,5	183	204,5	220,5	241	281	314	339	379	404	441	451,5
No. DE ANIMALES	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PESO PROMEDIO	24,5	27,5	32,7	36,6	40,9	44,1	48,2	56,2	62,8	67,8	75,8	80,8	88,2	90,3
AUMENTO TOTAL		15	26	19,5	21,5	16	20,5	40	33	25	40	25	37	10,5
AUMENTO PROMEDIO		3	5,2	3,9	4,3	3,2	4,1	8	6,6	5	8	5	7,4	2,1
No. DE DÍAS		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	2
PROMEDIO AUMENTO DIARIO		0,428571429	0,74286	0,557143	0,614286	0,45714	0,58571	1,14286	0,94286	0,71429	1,14286	0,714286	1,85	1,05
CONSUMO TOTAL		28,16	43,12	51,92	54,56	51,04	56,32	67,76	74,8	81,84	93,28	108,24	121,44	36,96
CONSUMO PROMEDIO		5,632	8,624	10,384	10,912	10,208	11,264	13,552	14,96	16,368	18,656	21,648	24,288	7,39
CONSUMO PROMEDIO DIARIO		0,804571429	1,232	1,483429	1,558857	1,45829	1,60914	1,936	2,13714	2,33829	2,66514	3,092571	6,072	3,69
EFICACIA ALIMENTICIA		1,877333333	1,65846	2,662564	2,537674	3,19	2,74732	1,694	2,26667	3,2736	2,332	4,3296	3,28216	3,52
AUMENTO TOTAL HASTA LA FECHA			41	60,5	82	98	118,5	158,5	191,5	216,5	256,5	281,5	318,5	329
AUMENTO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA			0,58571	0,57619	0,585714	0,56	0,56429	0,64694	0,68393	0,6873	0,73286	0,731169	0,75833	0,756
CONSUMO TOTAL HASTA LA FECHA			73,92	131,12	196,24	263,12	319,44	352,88	427,68	509,52	602,8	711,04	832,48	869,44
CONSUMO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA			1,01	1,17	1,26	1,31	1,36	1,44033	1,52743	1,61752	1,72229	1,846857	1,9821	2
EFICACIA ALIMENTICIA HASTA LA FECHA			1,72439	2,030579	2,15122	2,33929	2,41013	2,22637	2,23332	2,35344	2,3501	2,525897	2,61375	2,36

CONTROL DE PESO Y ALIMENTO

Tratamiento 2

FECHA	PESO CORPORAL KILOGRAMOS												
	Jul-12	Jul-19	Jul-26	Ago-02	Ago-09	Ago-16	Ago-23	Ago-30	Sep-06	Sep-13	Sep-20	Sep-27	Oct-01
# DE ANIMAL		35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	410
M 3761	28	31	37	41	47	52	58	67	75	80	91	96	102
M 3775	26,5	28,5	34,5	38,5	45	51	58	63	66	71	84	88	95,5
H 3783	24	26	31	34,25	39	43	48	54	60	65	75	79,5	85
M 3778	22	25	28,5	32	37	41	47	53,5	60	64	77	80,5	86
M 3777	22	25,5	30	34	39	44	49	55,5	64	68	81	85	91,5

RESUMEN

DESCRIPCIÓN													
PESO TOTAL	122,5	136	161	179,75	207	231	260	293	325	348	408	429	460
PESO PROMEDIO	24,5	27,2	32,2	35,95	41,4	46,2	52	58,6	65	69,6	81,6	85,8	92
No. DE ANIMALES	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
AUMENTO TOTAL		13,5	25	18,75	27,5	24	29	33	32	23	60	21	31
AUMENTO PROMEDIO		2,7	5	3,75	5,5	4,8	5,8	6,6	6,4	4,6	12	4,2	6,2
No. DE DÍAS		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4
PROMEDIO AUMENTO DIARIO		0,385	0,71	0,536	0,785	0,69	0,83	0,94	0,91	0,66	1,71	0,61	1,55
CONSUMO TOTAL		28,16	45,76	57,2	65,12	66,88	75,68	73,04	81,84	83,6	101,2	110,88	72,16
CONSUMO PROMEDIO		5,63	9,15	11,44	13,02	13,38	15,14	14,61	16,37	16,72	20,24	22,18	14,43
CONSUMO PROMEDIO DIARIO		0,8	1,3	1,63	1,86	1,91	2,16	2,08	2,34	2,39	2,89	3,17	3,61
EFICACIA ALIMENTICIA		2,08	1,83	3,01	2,35	2,77	2,6	2,22	2,57	3,62	1,69	5,28	2,32
AUMENTO TOTAL HASTA LA FECHA			38,5	57,25	84,5	108,5	137,5	170,5	202,5	225,5	285,5	306,5	337,5
AUMENTO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA			0,55	0,54	0,603	0,62	0,65	0,69	0,72	0,72	0,82	0,8	0,82
CONSUMO TOTAL HASTA LA FECHA			73,92	131,12	196,24	263,12	338,8	411,84	493,68	577,28	678,48	789,36	861,52
CONSUMO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA			1,05	1,24	1,4	1,5	1,61	1,68	1,76	1,83	1,94	2,05	2,1
EFICACIA ALIMENTICIA HASTA LA FECHA			1,92	2,31	2,32	2,42	2,48	2,44	2,45	2,54	2,36	2,56	2,56

CIB-ESPUL



CONTROL DE PESO Y ALIMENTO

Tratamiento 3

FECHA	PESO CORPORAL KILOGRAMOS												
	Jul-12	Jul-19	Jul-26	Ago-02	Ago-09	Ago-16	Ago-23	Ago-30	Sep-06	Sep-13	Sep-20	Sep-27	Oct-04
		35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	410
# DE ANIMAL													
V 3770X	31	35	41	47	52	60,5	68,5	75	83	86	101	106	113
-I 3764	27,5	30	34	38	43	46	51,5	59	64	69	81	85,5	90
-I 3760	24,5	27	31,5	36	40	44	49,5	57	63	68	80	83	88
-I 3773	20,5	22,5	27,5	31,5	36,5	41	46	51	59	61	74	77	80,5
V 3774	19	23	29	32,5	36,75	42	47	53	58	63	75	79	86,5

RESUMEN

DESCRIPCIÓN													
PESO TOTAL	122,5	137,5	163	185	208,25	233,5	262,5	295	327	347	411	430,5	458
No. DE ANIMALES	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PESO PROMEDIO	24,5	27,5	32,6	37	41,65	46,7	52,5	59	65,4	69,4	82,2	86,1	91,6
AUMENTO TOTAL		15	25,5	22	23,25	25,25	29	32,5	32	20	64	19,5	27,5
AUMENTO PROMEDIO		3	5,1	4,4	4,65	5,05	5,8	6,5	6,4	4	12,8	3,9	5,5
No. DE DÍAS		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4
PROMEDIO AUMENTO DIARIO		0,428571429	0,7285714	0,6285714	0,6642857	0,721429	0,828571	0,928571	0,914286	0,57143	1,82857	0,557143	1,375
CONSUMO TOTAL		29,92	45,76	50,16	60,72	66,88	70,4	71,28	81,84	85,36	99,44	110,88	72,16
CONSUMO PROMEDIO		5,984	9,152	10,032	12,144	13,376		14,256	16,368	17,072	19,888	22,176	14,432
CONSUMO PROMEDIO DIARIO		0,854857143	1,3074286	1,4331429	1,7348571	1,910857	2,011429	2,036571	2,338286	2,43886	2,84114	3,168	3,608
EFICACIA ALIMENTICIA		1,994666667	1,7945098	2,28	2,8116129	2,848713	2,427586	2,193231	2,5575	4,268	1,55375	5,686154	2,624
AUMENTO TOTAL HASTA LA FECHA			40,5	62,5	85,75	111	140	172,5	204,5	224,5	288,5	307,5	335,5
AUMENTO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA			0,5785714	0,5952381	0,6125	0,634286	0,666667	0,704082	0,730357	0,7127	0,82429	0,798701	0,81829
CONSUMO TOTAL HASTA LA FECHA			75,68	125,84	196,24	263,12	333,52	352,88	427,68	509,52	602,8	711,04	832,48
CONSUMO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA			1,08	1,19	1,33	1,45	1,54	1,61	1,7	1,79	1,89	2	2,06
EFICACIA ALIMENTICIA HASTA LA FECHA			1,8666667	1,9992	2,1714286	2,286036	2,31	2,286667	2,327628	2,51158	2,29289	2,504066	2,51744

CONTROL DE PESO Y ALIMENTO

Tratamiento 4

FECHA	PESO CORPORAL KILOGRAMOS													
	Jul-12	Jul-19	Jul-26	Ago-02	Ago-09	Ago-16	Ago-23	Ago-30	Sep-06	Sep-13	Sep-20	Sep-27	Oct-04	Oct-06
		35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	420	435
# DE ANIMAL														
H 3784	24,5	28	33,5	37,5	42	44	49	57	65	69	77	84	92	95
H 3765	32,5	36	42,5	47,5	51	56	61	69,5	75		91	95	104	106
M 3767	23,5	26,5	31,5	34,5	40	44	47,5	55	63	69	76	82	90	92
M 3772	21	24	28	31,5	35,5	38,5	42	49	53	58	64	66	72	75
H 3770	21	23	28	32	36	38	41,5	50,5	58	62	71	77	83	83,5

RESUMEN

DESCRIPCIÓN														
PESO TOTAL	122,5	137,5	163,5	183	204,5	220,5	241	281	314	339	379	404	441	451,5
No. DE ANIMALES	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PESO PROMEDIO	24,5	27,5	32,7	36,6	40,9	44,1	48,2	56,2	62,8	67,8	75,8	80,8	88,2	90,3
AUMENTO TOTAL		15	28	19,5	21,5	16	20,5	40	33	25	40	25	37	10,5
AUMENTO PROMEDIO		3	5,2	3,9	4,3	3,2	4,1	8	6,6	5	8	5	7,4	2,1
No. DE DÍAS		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	2
PROMEDIO AUMENTO DIARIO		0,428571429	0,7428571	0,557143	0,61429	0,45714	0,585714	1,1429	0,9429	0,71429	1,1429	0,71429	1,85	1,05
CONSUMO TOTAL		29,92	37,84	46,64	53,68	51,04	48,4	71,28	78,32	85,36	99,44	110,88	127,6	36,96
CONSUMO PROMEDIO		5,984	7,568	9,328	10,736	10,208	9,68	14,256	15,664	17,072	19,888	22,176	25,52	7,39
CONSUMO PROMEDIO DIARIO		0,854857143	1,0811429	1,332571	1,53371	1,45829	1,382857	2,0366	2,2377	2,43886	2,8411	3,168	6,38	3,69
EFICACIA ALIMENTICIA		1,994666667	1,4553846	2,391795	2,49674	3,19	2,360976	1,782	2,3733	3,4144	2,486	4,4352	3,4486	3,52
AUMENTO TOTAL HASTA LA FECHA			34	53,5	73	78,5	97	142,5	172,5	199,5	250,5	267,5	323,5	333
AUMENTO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA			0,4857143	0,509524	0,52143	0,44867	0,461905	0,5816	0,6161	0,63333	0,7157	0,69481	0,7702	0,756
CONSUMO TOTAL HASTA LA FECHA			87,76	114,4	168,08	221,76	270,16	341,44	419,76	505,12	606,32	717,2	844,8	881,76
CONSUMO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA			0,96	1,08	1,2	1,26	1,28	1,3936	1,4991	1,60356	1,7323	1,86286	2,0114	2,02
EFICACIA ALIMENTICIA HASTA LA FECHA			1,9764706	2,119626	2,30137	2,80892	2,771134	2,3961	2,4334	2,53193	2,4204	2,68112	2,6114	2,65