

MV
0449

**ANALISIS COMPARATIVO DE LA CEBADA DE CERDOS EN UN SISTEMA DE
CAMA PROFUNDA Y PISO DE CONCRETO EN UNA GRANJA COMERCIAL
DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO**

FABER EDISON ARANGO CARDONA

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

2004

023-168

**ANALISIS COMPARATIVO DE LA CEBA DE CERDOS EN UN SISTEMA DE
CAMA PROFUNDA Y PISO DE CONCRETO EN UNA GRANJA COMERCIAL
DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO**

FABER EDISON ARANGO CARDONA

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos
Naturales como requisito parcial para la obtención del título de
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Director Científico

ERNESTO ALVAREZ HERNANDEZ

Director Metodológico

VICTOR LIBARDO HURTADO NERY

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

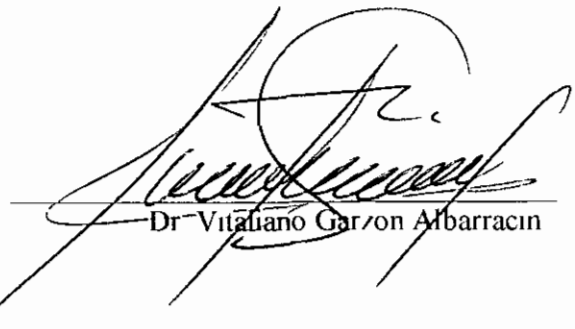
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

2004

NOTA DE ACEPTACION

Dr. Álvaro Ocampo Duran



Dr. Vitaliano Garzon Albarracin

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico

A mis padres Sigifredo Arango Sanchez y Amparo Cardona Grajales y a mi hermana Yulian Patricia Arango Cardona quienes han sido son y seran los pilares de mi fuerza

A mis abuelos Luzmila Grajales de Cardona, Maria Dolores Sanchez (q e p d) Rafael Arango Londoño (q e p d) y Pastor Cardona (q e p d) por el legado de superacion y enjundia tipico de nuestra raza antioqueña

FABER EDISON ARANGO CARDONA

AGRADECIMIENTOS

A la vida y a Dios

A mis padres y mi hermana por días y noches de acompañamiento paciencia tolerancia comprensión y colaboración

A los doctores Ernesto Alvarez por su aporte económico Victor L. Hurtado por su colaboración a pesar de la distancia Vitaliano Garzon Albarracin por sus observaciones y sugerencias y especialmente al Dr. Alvaro Ocampo Duran por sus valiosos aportes académicos y personales indispensables para el desarrollo de este trabajo

A la señora Florinda Ramirez y a sus hijas Sandra Patricia Calderon R. y Maria Nidia Calderon R. propietarias de la granja La Florida. por su incondicional hospitalidad e invaluable colaboración

A la Universidad de los Llanos

A la señora Ximena Colmenares por su solidaridad y colaboración

A mis amigos compañeros y a todos los que han tenido que ver conmigo por que todos han hecho su aporte

INTRODUCCION

Dentro del desarrollo de la industria Porcina a nivel mundial se estan diseñando sistemas de produccion que van de acuerdo con las nuevas exigencias del mercado la situacion economica y la normatividad ambiental

El sistema *Cama Profunda* se ha desarrollado en otros paises como Canada Chile y Brasil con muy buenos resultados productivos y con un menor impacto ambiental por lo tanto su adaptacion a nuestro medio podria traer grandes beneficios para la industria porcina y un menor impacto para el ambiente

Teniendo en cuenta que la industria porcina en Colombia, como la mayoria de las industrias agropecuarias esta pasando por una crisis desde hace 10 años se deben implementar nuevas estrategias de produccion en la busqueda de alternativas para el mejoramiento de la explotacion porcina a nivel regional y nacional

La produccion de cerdos en el pais se ha convertido en la actividad de algunos pocos debido a la gran inversion de capital que debe hacerse para sostener una explotacion porcina tradicional con un buen manejo de desechos y que pueda comercializar sus productos dentro de un buen mercado por lo tanto se deben implementarse estrategias

que permitan involucrar los recursos propios de cada region dentro de la produccion animal para hacerla mas rentable y eficiente

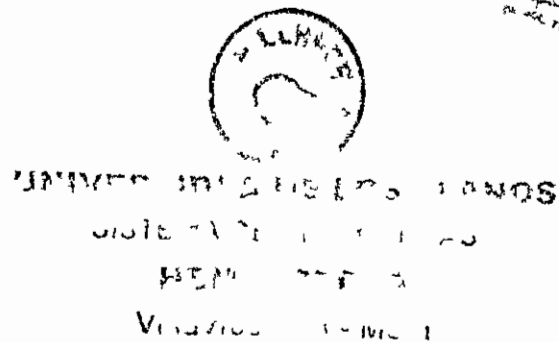
El sistema de produccion *Cama Profunda* es una alternativa para la integracion de los sectores pecuario y agricola disminuyendo las fugas de energia entre ambos caracteristica indispensable dentro de la busqueda de la autosuficiencia energetica como alternativa productiva de la region

Por las razones anteriormente expuestas se realizo este trabajo como aporte a la evaluacion del sistema de produccion en *Cama Profunda* bajo las condiciones del pie de monte llanero perteneciente al municipio de Villavicencio Meta

HIPOTESIS

Ho Los parametros de cerdos cebados en el sistema de *Cama Profunda* son similares ($P > 0.05$) a los parametros de cerdos cebados bajo sistema de piso en concreto

Ha Los parametros de cerdos cebados en el sistema de *Cama Profunda* tienen diferencias ($P < 0.05$) con respecto a los parametros de cerdos cebados en sistema de piso en concreto



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar comparativamente los parametros productivos de cerdos cebados en sistema de *Cama Profunda* y cerdos cebados en sistema de piso en concreto en una granja comercial bajo las condiciones ambientales de Villavicencio Meia

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer la ganancia diaria de peso
- Establecer el porcentaje de mortalidad
- Establecer el consumo promedio de alimento
- Establecer la conversion alimenticia.
- Establecer las ventajas y desventajas desde el punto de vista productivo del sistema de produccion *Cama Profunda* frente al sistema de piso en concreto tomando como base los parametros enunciados anteriormente

- Realizar observaciones del comportamiento de los animales y el impacto ambiental con respecto a los dos sistemas de producción

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	6
HIPOTESIS	8
OBJETIVOS	5
LISTA DE TABLAS	14
LISTA DE GRAFICAS	16
LISTA DE FIGURAS	17
LISTA DE ANEXOS	18
RESUMEN	19
ABSTRACT	20
MARCO TEORICO	21
1.1 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE PRODUCCION CAMA PROFUNDA	21

1 1 1 Antecedentes	21
1 1 2 Consideraciones generales	22
1 1 3 Principio Técnico del sistema de producción	23
1 2 INSTALACIONES	24
1 2 1 Tipos de Instalaciones	24
1 2 1 1 Instalaciones reutilizables	25
1 3 CAMA	26
1 3 1 Requerimientos de cama	28
1 4 COMPOST	29
1 4 1 Factores que intervienen en el proceso de compostaje	31
1 4 2 Manejo del compost	33
1 5 PARAMETROS PRODUCTIVOS DE CERDOS EN FASE DE CEBA	35
1 6 MANEJO ANIMAL	38
1 6 1 Densidad Animal	39
1 6 2 Disposición de Equipos	39
1 6 3 Zona de Neutralidad Térmica	40
1 6 4 Bienestar Animal	41
1 7 SANIDAD ANIMAL	43
1 7 1 Trastornos Locomotores	43
1 7 2 Parasitismo	44
1 8 IMPACTO AMBIENTAL	44

1 8 1 Características físicoquímicas de las aguas residuales porcinas	45
1 8 2 Producción de excretas porcinas	47
1 8 3 Clasificación de los desechos porcinos	48
1 8 4 Desechos Porcinos Como Contaminante	49
1 8 6 Degradación y mineralización del N contenido en los desechos porcinos	51
1 8 7 Impacto de la disposición de las excretas porcinas sobre la salud humana	54
 2 MATERIALES Y METODOS	 56
2 1 UBICACION	56
2 2 MATERIALES	56
2 2 1 INSTALACIONES	56
2 2 2 EQUIPOS	57
2 2 3 ANIMALES	58
2 2 4 CAMA	59
2 3 METODOLOGIA	59
2 4 ANALISIS ESTADISTICO	65
 3 RESULTADOS	 66
COMPONENTE	68
 4 DISCUSION	 72
4 1 PARAMETROS PRODUCTIVOS	72

4 2 SANIDAD	75
4 2 1 Afecciones respiratorias	76
4 2 2 Claudicaciones y trastornos digestivos	78
4 2 3 Conjuntivitis	79
4 2 5 Parasitología	80
4 3 ETOLOGIA	81
4 3 1 Delimitación de zonas	81
4 3 2 Organización social de los cerdos	83
4 4 IMPACTO AMBIENTAL	86
4 4 1 Efectos de las excretas porcinas frescas sobre el agua	87
4 4 2 Utilización del compost	88
4 5 ANALISIS ECONOMICO	89
5 CONCLUSIONES	91
6 RECOMENDACIONES	93
7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	95
8 ANEXOS	111



UNIVERSIDAD DE CHILE LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características del sistema de producción de cerdos en cama profunda	24
Tabla 2 Cantidad estimada de cama en un sistema de cama profunda, según la metría prima y la época del año	29
Tabla 3 Temperaturas a las cuales mueren algunos microorganismos patógenos comunes y algunos parásitos	32
Tabla 4 Cantidad de cama en los corrales de ceba	61
Tabla 5 Parámetros ponderados de los lotes de ceba en estudio tanto en <i>cama profunda</i> como en sistema de piso en concreto	66
Tabla 6 Monitoreo de la ganancia de peso de cerdos cebados en <i>cama profunda</i> y en sistema de piso en concreto	67
Tabla 7 Contenido de N P Ca y Materia Orgánica, en cascarilla, cama y porquinaza	68
Tabla 8 Incidencia de tos en lotes de ceba	69
Tabla 9 Incidencia de estornudo en lotes de ceba	69
Tabla 10 Incidencia de parásitos gastrointestinales en cerdos cebados en sistema de piso en concreto y <i>cama profunda</i>	69
Tabla 11 Análisis de costos en los dos sistemas de producción	89

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1 Curva de ganancia de peso parcial en cerdos cebados en <i>cama profunda</i> \ en sistema de piso en concreto	70
Grafica 2 Incidencia de tos en cerdos cebados en <i>cama profunda</i> \ en sistema de piso en concreto	70
Grafica 3 Incidencia de estornudo en cerdos cebados en sistema de <i>cama profunda</i> \ en sistema de piso en cemento	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Distribucion de las instalaciones utilizadas en la prueba	58
Figura 2	Acumulacion de polvo	73
Figura 3	Diferenciacion entre zona limpia \ sucia dentro de corrales de <i>cama profunda</i>	82
Figura 4	Demarcacion de zonas limpia \ sucia en cerdos de sistema piso en concreto	83
Figura 5	Presencia de heces \ orina en comederos \ bebederos	84
Figura 6	Disposicion dentro del corral de <i>cama profunda</i>	85
Figura 7	Disposicion de cerdos en el corral de piso en cemento	86

LISTA DE ANEXOS

Anevo 1	Anava ganancia de peso	111
Anevo 2	Anava consumo diario de alimento	111
Anevo 3	Anava conversion	111
Anevo 4	Parametros de todos los lotes de ceba sin ajustar	111
Anevo 5	Registro de consumo de alimento para cerdos en finalizacion	112

RESUMEN

En una granja comercial de Villavicencio Meta se cebaron 140 cerdos 40 en sistema de Piso en concreto y 100 en sistema de Cama Profunda. Los parametros productivos de los dos sistemas fueron promediados entre si y ajustados a 105 dias de permanencia para posteriormente analizarlos comparativamente. No se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en conversion alimenticia ni tampoco en ganancia diaria de peso entre los dos sistemas evaluados. Se hallaron diferencias ($P > 0.05$) en consumo diario de alimento y se presento una mortalidad de 4% y 0% para Cama Profunda y Piso en concreto respectivamente. Sin embargo Cama profunda fue 6% mas rentable que Piso en concreto por produccion y venta de Compost.

ABSTRACT

In a commercial farm of Villavicencio Meta, 140 pigs were fed 40 in system of cement floor and 100 in system of Deep Bedding. The productive parameters of the two systems were averaged among if and adjusted to 105 days of permanency later they were analyzed comparatively. There weren't differences ($P < 0.05$) in feed conversion neither in daily gain of weight among the two valued systems. There were difference ($P > 0.05$) in food intake daily and it was presented a mortality of 4% and 0% for Deep Bedding and cement floor respectively. Deep Bedding was 6% more profitable than cement floor for production and sale of Compost.

MARCO TEORICO

1.1 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE PRODUCCION “CAMA PROFUNDA”

1.1.1 Antecedentes

El sistema de producción *Cama profunda* es un sistema muy antiguo originario de la China (Lo 1992) y con reportes que indican antecedentes en Suecia durante la década de los 70 s época en la cual era denominado Vastgotmodellén (Miller 1968 Backstrom 1973 Ekesbo 1973 1995)

Se conoce como cama profunda, cama sobreposta, cama caliente y deep bedding entre otros ha sido estudiado técnicamente en Europa desde finales de los 80 s (Niks et al 1995) e introducido al Brasil en 1993 (Embrapa/CNPSEA 1994). Su reciente popularidad en países de tradición Porcícola como Canadá, EEUU, Chile y Suecia se da como respuesta a la necesidad de recibir mayores beneficios por capital invertido en m² y a las crecientes exigencias ambientales convirtiéndose en una verdadera alternativa de competitividad y desarrollo para pequeños y medianos productores frente a las megacompañías que tienen el monopolio del negocio a nivel mundial y que crecen ilimitadamente con sistemas de instalaciones convencionales (Cuevas 2003).

1.1.2 Consideraciones generales

Para estructurar un sistema de *Cama profunda* es necesario considerar algunos factores que se deben manejar como un todo (Gallardo 2002)

- Ventilación
- Densidad animal
- Cama
- Alimentación y disponibilidad de agua
- Salud de los animales

El sistema de producción *Cama profunda* está regido por unos fundamentos principales como son (Roppa 2002)

- Respeto al animal
- Protección del medio ambiente otorgado por el manejo de los desechos de la explotación en forma de *Compost* y utilizándolos como abonos orgánicos sólidos
- Comercialización de un producto diferenciado y acorde con las exigencias del consumidor moderno
- Valor agregado por venta de abono

Los sistemas de producción en *Cama Profunda* están clasificados como sistemas de producción alternativos (Thornton 1998)

- Requieren baja inversion de capital para infraestructura entre 40 y 70% menos que la produccion convencional
- Poseen la capacidad para manejar los residuos fecales de forma solida
- Utilizan sistema de ventilacion natural
- Sus productos comerciales son de tipo alternativo (organicos o naturales)
- Utilizan sistemas autosoportantes (autosuficientes) denominados estructuras Hoop las cuales son de bajo costo y requieren de poca mano de obra para su funcionamiento

1.1.3 Principio Técnico del sistema de produccion

El principio del sistema de produccion *Cama Profunda* se basa en la tenencia de animales sobre una capa de material en proceso de compostaje estabilizado *in situ* (Oliveira, 1999). El compostaje es un proceso de oxidacion biologica aerobica y controlada de material organico dicho proceso genera CO₂ calor y un residuo estabilizado denominado Compost (Cuevas 2002).

Existen entre otras dos categorias de sistema en cama profunda cama de paja y cama de arena. los sistemas de produccion en cama de arena remueven los residuos liquidos a traves de evaporacion a la atmosfera lo que hace que el ambiente sea fresco sin embargo este sistema debe ser implementado unica y exclusivamente en regiones con clima caliente seco.

En relacion con el mercadeo del producto final debe tenerse en cuenta que este sistema facilita la *produccion verde* debido a que siempre y cuando se maneje

adecuadamente no requiere del uso de medicamentos quimicos dicho concepto de *produccion verde* es cada vez mas exigido por los consumidores que integran la nueva tendencia de consumir productos organicos Se trata de un sistema socialmente justo y ecologicamente correcto (Roppa, 2002)

El sistema *Cama Profunda* es un sistema de produccion que desafía los paradigmas de la tipica produccion porcina moderna porque otorga la posibilidad de usar estructuras antiguas que han sido diseñadas para otro tipo de explotaciones y estructuras diseñadas especificamente para dicho sistema con parametros similares a las producciones en piso de cemento (Hill 2000) En la Tabla 1 se muestran las caracteristicas del sistema de produccion *Cama Profunda*

TABLA 1 Caracteristicas del sistema de produccion de cerdos en cama profunda

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
1 Tipo de galpon	Tipo avicola. (pollos o pavos)
2 Tipo de animales	Lechones (25 Kg)
3 Densidad animal	1.2 – 1.4 m ² / cerdo
4 Manejo	Sistema Todo Dentro – Todo Fuera
5 Tipo de cama	Paja de trigo arroz cebada aserrin etc
6 Equipos	1 bebedero y 1 comedero/ 12 – 15 cerdos
7 Alimentacion	Sistema automatico o manual
8 Sistema de ventilacion	Cortinas manuales o automaticas
9 Mano de obra	1 obrero / 3000 – 8000 cerdos

Fuente Cuevas 2003

1.2 INSTALACIONES

1.2.1 Tipos de Instalaciones

Existen dos tipos de instalaciones

- Instalaciones reutilizadas por el sistema
- Instalaciones diseñadas específicamente para el sistema de producción

1 2 1 1 Instalaciones reutilizables

Una de las ventajas del sistema de producción *Cama Profunda* radica en la posibilidad de reutilizar instalaciones diseñadas para otras producciones especialmente avícolas lo ideal es que estén construidas sobre piso arenoso con buena capacidad para absorber líquidos y deben estar orientados en sentido transversal al viento predominante (Roppa, 2002)

1 2 1 2 Instalaciones diseñadas para el sistema

Dentro de las instalaciones diseñadas específicamente para el sistema *Cama Profunda* el modelo más utilizado en la actualidad en países estacionales y de tradición porcícola como Canadá y EE UU se denomina Hoop (en aro) Dicho sistema fue desarrollado en Manitoba, Canadá (Honevman 1999) y está constituido por paredes de madera y con un techo formado por arcos tubulares cubiertos por una lona de Polipropileno opaca y resistente a los rayos UV los extremos están compuestos por 2 paredes móviles de madera o lona para facilitar la instalación y remoción de la cama la mayor parte del piso está cubierta por la cama, mientras que el sitio donde se encuentran los comederos y los bebederos tiene piso de cemento (Gentry 2001) Este tipo de instalaciones permite manipular el ambiente al interior de los módulos de producción (Annon 1999)

La popularidad de las instalaciones Hoop en países estacionales está dada por la baja inversión inicial que demandan y la disminución en los costos de mantenimiento en comparación con el sistema de producción tradicional de piso en concreto (Brumm et al 1997) las especificaciones que deben cumplir las instalaciones en un sistema de *Cama Profunda* dependen de las condiciones climáticas de cada región (Cuevas 2003)

Independientemente del tipo de instalación que se maneje sea nueva o reutilizada, debe cumplir con las condiciones mínimas que exige una producción porcina

- Facilidad para control de ambientes
- Posibilidad de aplicación de normas de Bioseguridad
- Posibilidad de aplicación del sistema de manejo Todo Dentro-Todo Fuera

Los módulos angostos funcionan mejor teniendo en cuenta que facilitan la ventilación natural manteniendo una baja carga ambiental al interior del mismo (Gallardo 2000)

1.3 CAMA

Existe gran variedad de materiales que pueden servir de cama dentro de un sistema de producción *Cama Profunda* de acuerdo con las propiedades de la materia prima a utilizar y con la región de influencia de la explotación. Para el manejo de la cama se deben tener en cuenta algunos parámetros específicos como Tipo, calidad y cantidad de

la cama Las materias primas mas indicadas para conformar la cama son Tamo de trigo sabugo de milho triturado cascarilla de arroz y pasto seco (Hill 1999)

Da Silva (2003) reporta que el uso de cama dentro del proceso de cria de cerdos ha sido implementado desde hace mas de una decada al sur de Brasil dicha cama esta compuesta por residuos de las empresas madereras que tienen influencia en la zona y su recambio es ajustado segun la disponibilidad de la misma teniendo en cuenta que hay regiones de clima frio en la cuales se requiere mayor cantidad durante el proceso de ceba Sin embargo el mismo autor encontro que algunos de los derivados de la madera son contraproducentes debido a que se les asocian con lesiones de tipo ulcerativo en tractos respiratorio y digestivo de lechones destetados y en fase de levante Dichas lesiones son atribuidas a la contaminacion de la cama con agentes quimicos y/o toxinas fungicas (Da Silva, 2003 y han generado problemas para los productores durante la exploracion postmortem en los mataderos (Oliveira, 2002)

En paises como Chile por sus condiciones medioambientales la cama puede utilizarse en tres ciclos de ceba de cerdos antes de ser sacada del modulo con el fin de disminuir los costos de produccion (Gallardo 2000) En cambio en explotaciones de la Cooperativa de Porcicultores del Eje Cafetero Cercafe establecidas bajo el sistema de *Cama Profunda* sobre bagazo de caña, la cama es extraida al mismo tiempo con los cerdos y solo se utiliza durante un ciclo de ceba debido a que la materia organica se descompone en su totalidad dentro este tiempo (Porcilineas 2001)

La produccion de calor al interior de sistemas de ceba de cerdos en *Cama Profunda* debe ser un factor considerado dentro del proceso de establecimiento de este tipo de

produccion (Fraser, 1995) Oliveira (1999) observo que la generacion de calor al interior de este tipo de sistemas en cama de cascarilla de arroz y en condiciones ambientales de Rio Grande Brasil equivale a 300 W /cerdo / dia. esto significa que por cada animal alojado se deben considerar dos produciendo calor sin embargo los niveles de calor producidos especificamente por la cama son poco conocidos pero su importancia es fundamental para la determinacion de la tasa de ventilacion

1 3 1 Requerimientos de cama

Los requerimientos de cama en Kg para el sistema *Cama Profunda* son equivalentes a los kilos estimados de ganancia de peso que tendra cada cerdo durante la etapa de ceba en climas templados (12 –23°C) mientras que en climas frios (<12°C) se debe adicionar un 30% mas (Brumm 1997 Roppa 2002 Cuevas 2003) quiere decir que si los cerdos ganaran un promedio de 65 Kg en la fase de ceba, esa cantidad de kilos se debe calcular por cerdo En la Tabla 2 se muestran las cantidades estimadas de cama en un sistema de cama profunda, segun el tipo de cama y la epoca del año

La cantidad de cama en terminos practicos debe alcanzar 30 o 40 cm de grosor al inicio de la fase sin embargo se debe tener cama de reserva para esparcirla paulatinamente a medida que se hace necesario teniendo en cuenta que los cerdos normalmente osan en la cama formando huecos los cuales hay que tapar para evitar sitios humedos (Correa, 1998)

TABLA 2 Cantidad estimada de cama en un sistema de cama profunda, segun la metria prima y la epoca del año

MATERIAL	CAMA AL AÑO lbs /cerdo	CAMA EN VERANO	CAMA EN INVIERNO
Tamo de Maíz	200	125 – 150	200 – 250
Paja de Cebada.	240	150 – 180	240 – 300
Aserrin de Madera	335	210 – 250	335 – 415
Aserrin de Pino	200	125 – 150	200 – 250
Biruta de Madera	335	210 – 250	335 – 415
Biruta de Pino	250	155 - 190	250 – 315

Fuente Brumm 1997

La cama constituida por cascara de frijol no ofrece una buena opcion para albergar cerdos al inicio de la fase de ceba, debido a que no es una buena fuente de calor en climas frios ocasionando disminucion en la produccion final de los animales (Gegner 2001



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

SISTEMA DE BIBLIOTECAS

LIBRERIA

VENEZUELA

1.4 COMPOST

Se entiende como tal al producto resultante de la transformacion biologica mediante microorganismos del material organico procedente de distintas fuentes tales como estiercol, residuos de cultivos, hojarasca de bosques y material leñoso, componentes organicos contenidos en los residuos solidos urbanos y lodos provenientes de plantas depuradoras de aguas residuales (Fundacion Natura 1998)

El compostaje es un proceso de descomposicion biologica oxidativa de los constituyentes organicos de los materiales de desecho que se lleva a cabo bajo condiciones controladas sobre sustratos solidos organicos heterogeneos, este proceso

intenta recrear las condiciones que podrian ocurrir en un sistema no perturbado donde la materia organica se acumula sobre la superficie del suelo (Farias et al 1999)

El vocablo *compost* proviene del latin *componere* que significa juntar. De aqui que el *compost* pueda ser considerado como la agrupacion de un conjunto de restos organicos que a traves de un proceso de fermentacion origina un producto inodoro y con alto contenido de humus.

Los metodos tecnicos utilizados para la elaboracion de compost estan clasificados en aerobicos y anaerobicos segun el tipo de descomposicion de la materia organica por medio del cual obtengan el producto final. Los sistemas de produccion de cama profunda pertenecen al primer tipo debido a que el proceso de descomposicion se hace en presencia de oxigeno por medio de aireaciones periodicas que aceleran el trabajo de las bacterias que oxidan la materia organica generando dióxido de Carbono (CO₂), agua, y grandes cantidades de biomasa (Fundacion natura 1998).

El proceso de compostaje dentro del sistema de cama profunda se clasifica como artesanal debido a que no cuenta con ninguna herramienta mecanica o electrica en ninguna de las actividades y a que la capacidad de produccion generalmente es a baja o mediana escala (Oliveira, 2002).

Dentro de la solucion al problema del manejo de los desechos de las producciones el compostaje es importante teniendo en cuenta que disminuye los niveles de contaminacion que producen los residuos organicos por el proceso natural de

descomposicion dentro del cual se genera gas metano y proliferan vectores transmisores de enfermedades (Dalzel 1991)

1 4 1 Factores que intervienen en el proceso de compostaje

Existen 2 factores primordiales que intervienen en el proceso de compostaje debido a que se relacionan directamente con el desarrollo de los microorganismos que lo hacen posible

1 4 1 1 Nutricionales

Como factores nutricionales se consideran el grado y la facilidad de obtencion de los nutrientes por parte de los microorganismos asi como tambien la calidad y balance de los nutrientes que se encuentren disueltos en el sustrato a procesar De esta manera mientras mas rapido sean asimilados los nutrientes mas rapido sera el proceso (Montova-Gomez 1997)

1 4 1 2 Temperatura

Este factor es muy importante pues de el dependen la velocidad del proceso y la presencia o no de los microorganismos biodegradadores como las bacterias y hongos los cuales son clasificados en dos grupos dentro del proceso

- Mesófilos son aquellos que se desarrollan de manera óptima a temperaturas entre los 25°C y los 45°C presentándose en las etapas iniciales y finales del proceso
- Termófilos son aquellos que prefieren temperaturas entre los 45°C y los 70°C

Según Armendariz (2002) el manejo adecuado de la temperatura permite a su vez eliminar la mayoría de los microorganismos considerados patógenos (Tabla 3) así como desactivar algunas semillas

De acuerdo con las variaciones en la temperatura del sistema, el proceso puede ser dividido en cuatro etapas: mesófila 17-62°C, termófila 62-45°C, enfriamiento 45-20°C y madurez <20°C. El compostaje es un proceso exclusivamente biológico, por lo tanto resulta afectado por todos los factores que influyen directa o indirectamente en el metabolismo microbiano. Así, los aspectos más importantes que deben ser considerados para llevar a cabo un buen compostaje son: El sustrato, la aireación, la temperatura, la humedad, el pH y la relación C/N (Farias et al., 1999).

TABLA 3 Temperaturas a las cuales mueren algunos microorganismos patógenos comunes y algunos parásitos

ORGANISMO	OBSERVACIONES
<i>Salmonella sp</i>	Muere 1 hora a 55°C
<i>Escherichia coli</i>	La mayoría muere 1 hora a 55°C
<i>Intamoeba histolytica</i>	Muere en unos minutos a 45°C
<i>Iaenia saginata</i>	Muere en unos minutos a 55°C
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Muere en menos de 1 hora a >50°C

Fuente: Armendariz, 2002

Dentro del proceso de biodegradación se producen varios compuestos químicos como son CO_2 (dióxido de carbono) NH_3 (amoníaco) NO_3^- (nitrato) PO_4^{3-} (fosfato) SO_4^{2-} (sulfato)

1.4.1.3 Otras consideraciones

El material de desecho o residuo que constituye la materia prima del *proceso de compostaje* contiene generalmente diferentes tipos de microorganismos idóneos para realizar el proceso comenzando el mismo cuando los niveles de oxígeno, la humedad y el contenido de alimentos son los adecuados para el crecimiento y reproducción de la población microbiana encargada de la descomposición (Fundación Natura, 1998)

Las excretas de cerdo pueden sufrir una rápida y muy completa descomposición principalmente anaerobia, siendo así muy ricas en nutrientes que pueden ser aportados al suelo en forma de abono. Además de materia orgánica, las deyecciones poseen N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, B, Cu, Co, Mo, muchos de los cuales no están presentes en los abonos comerciales (Armendariz, 2002)

1.4.2 Manejo del compost

1.4.2.1 Extracción

La extracción del Compost producido dentro de un módulo de ceba de cerdos se puede realizar de manera mecánica o manual y su calidad difiere dependiendo de la ubicación

de la cama dentro del modulo teniendo en cuenta que los animales designan lugares diferentes para dormir y para depositar las excretas. La cama ubicada en el lugar sucio (lugar de deposición de excretas) posee unos niveles mas elevados de materia organica en comparacion con la demas cama (Richards and Smits 1998). La recomendación es mezclar la cama de todo el modulo entre si en el momento de la recolección para homogenizar la cantidad de materia organica, algunas veces se debe adicionar mas cama fresca (Brumm 1997).

Una vez fuera del modulo la cama puede ser aplicada directamente en el suelo o puede almacenarse para disminuir la humedad. La adición al suelo se hace teniendo en cuenta la composición del material organico de la cama, los requerimientos del suelo en el cual va a ser aplicada y del cultivo hacia el cual va dirigida. Un Compost bien elaborado que ha desarrollado todo su proceso de descomposición bacteriana adecuadamente esta libre de semillas viables y de patogenos debido a que son destruidos durante dicho proceso. Además de que no representa riesgo para las plantas el Compost aumenta la actividad microbiologica de la tierra y facilita la disponibilidad de algunos nutrientes (Gentry 2001).

Maze et al (1999) concluyen que el sistema de compostaje ha representado una opción para el manejo de desechos de la industria porcina en algunos países europeos y que 1 tonelada de cama constituida por cascarilla de arroz puede absorber 8 toneladas de desechos líquidos porcinos. El uso de cama constituida por cascarilla de arroz tiene la capacidad de tratar 15m³ de deshecho líquido / tonelada de cama, obteniéndose compost

estabilizado con una proporción de C/N <20 y una reducción a la mitad del nitrógeno en explotaciones automatizadas (Dorffer 1998)

1.4.2.2 Utilización del compost como producto agrícola

La utilización del compost como producto agrícola produce algunos cambios en las características del suelo (Fundación Natura, 1998)

- Aumenta la disponibilidad favorable de nitrógeno para las plantas
- Disminuye la rapidez del flujo suplementario de sustancias nutritivas del suelo y por lo tanto mejora la capacidad de crecimiento de las plantas
- Contribuye mediante la utilización de abono orgánico a la formación de humus permanente
- Aumenta la desintegración de sustancias difícilmente solubles
- Reduce los niveles de utilización de fertilizantes químicos nocivos

El *compost* no es propiamente un abono sino más bien un regenerador orgánico de los suelos pero por analogía con los abonos químicos es reconocido usualmente como tal (Dalziel 1991)

1.5 PARAMETROS PRODUCTIVOS DE CERDOS EN FASE DE CEBA

Brumm et al (1997) reporta que cerdos producidos en sistema de *Cama Profunda* tienen conversión alimenticia inferior porque requieren aproximadamente 0.3 libras

mas de alimento para producir 1 libra de peso con respecto a las explotaciones con piso en concreto en tiempo de verano de igual manera considera que estos mismos cerdos aparentemente gozan de mejor salud teniendo en cuenta que el porcentaje de muertes es menor que el de los cerdos producidos en sistema de piso en concreto

Oliveira et al (1999) midieron comparativamente los parametros productivos de cerdos en *Cama Profunda* y no encontraron diferencias significativas en el desempeño con respecto a cerdos criados en sistema de piso en concreto siendo ligeramente superiores los cerdos producidos en *Cama Profunda* Dentro del mismo estudio se establecio que el peso fue ligeramente mayor en los animales alojados en el sistema de cama sin embargo no hubo deferencias significativas ($P > 0.05$) para peso consumo de alimento conversion alimenticia y ganancia de peso

En explotaciones de cama profunda en el eje cafetero los cerdos pueden entrar con 22-25 Kg y una edad de 65-70 dias y salen al mercado con pesos de 90-100 Kg y un tiempo de 90 dias de ceba (Porcilineas 2001)

Observaciones realizadas en el sacrificio de 10927 cerdos constataron que los resultados de las medias generales en ganancia diaria de peso (GPD) de cerdos criados en *Cama Profunda* (0.852 Kg) no tuvieron diferencias significativas en comparacion con la GPD de cerdos criados en sistema tradicional de piso en concreto (0.853 Kg) y la conversion alimenticia de los cerdos criados en *Cama Profunda* (2.8) fue inferior a la de los cerdos criados en sistema tradicional de piso en concreto (2.5) (Oliveira et al 2002)

Larson et al (1998) determinaron que en época de verano y bajo las condiciones climáticas de Iowa, EE UU los parámetros de cerdos finalizados en sistema de cama profunda con estructuras Hoop mantienen similitud con los de cerdos finalizados en sistema de piso en concreto a pesar de que en algunos casos los lotes de una y otra producción sean más livianos al principio de la prueba, los cerdos alojados en cama alcanzaron una ganancia de peso de 112 kilogramos 5 días antes en promedio que los alojados en piso de concreto. No hubo diferencias en cuanto a consumo diario de alimento pero los cerdos finalizados en cama y con estructuras Hoop tuvieron mayor ganancia de peso diaria que los demás. Los cerdos alojados en cama fueron 5% más eficientes en cuanto a ganancia diaria de peso que los cerdos en piso de concreto sin embargo los porcentajes de mortalidad fueron muy altos 4.5% en piso de concreto y 2% en cama, teniendo en cuenta que el porcentaje máximo de mortalidad en fase de ceba es de 1%. En el mismo estudio compararon los parámetros de los cerdos evaluados en época de verano con los parámetros obtenidos por un estudio similar en época de invierno bajo condiciones similares, en este caso los parámetros se mostraron diferentes el peso inicial para los dos sistemas fue similar sin embargo al momento de la venta de los cerdos terminados el sistema de cama profunda produjo animales levemente más pesados con 12 días más en promedio de permanencia y con un consumo de concentrado 5% más alto con respecto a los cerdos alojados en sistema de piso en concreto.

Connor (1993) realizó un estudio comparando dos sistemas de producción (cama profunda Vs sistema de piso en concreto) bajo condiciones ambientales similares y

reporta que cerdos alojados en estructuras Hoop y en sistema de cama profunda demuestran

- Excelente salud
- Similar ganancia de peso con respecto a cerdos producidos en explotaciones con piso en concreto
- Similar conversion alimenticia peso con respecto a cerdos producidos en confinamiento
- Baja mortalidad
- Produccion de 135 Kg de abono / cerdo

1.6 MANEJO ANIMAL

Dentro del manejo animal es muy importante la ventilacion teniendo en cuenta que la cama produce gran cantidad de calor entre 80 y 120 W/ cerdo (Oliveira, 1999) Existen estudios canadienses en los cuales los modulos Hoop solo incrementan la temperatura al interior en 7° F con respecto al medio ambiente (Gegner 2001)

Los modulos angostos aportan las mejores condiciones para la produccion de los cerdos teniendo en cuenta que permiten una mayor ventilacion natural (Gallardo 2000) En galpones mas anchos existen problemas con la temperatura, se reportan hasta 8° C por encima de la temperatura ambiental, (Roppa, 2001)

1 6 1 Densidad Animal

Segun Gallardo (2000) las medidas maximas de un modulo para ceba de cerdos en *Cama Profunda* son de 12 – 14 m de ancho y 256 m de largo. La densidad al interior de cada modulo debe ser de 1.2 - 1.4 m² / animal (Cuevas 2003, Gallardo 2000, Oliveira, 1999). Algunos productores han variado la densidad al interior de los lotes notando aumento en la mortalidad, en la humedad del ambiente, incremento en el mal olor y disminucion de los parametros en general. Las altas densidades dentro de los corrales de cerdos disminuyen el tiempo de descanso y el apetito de los animales y aumentan las fricciones entre ellos (Alfonso 2002).

En verano el sistema de ventilacion de las instalaciones para cama profunda y la densidad animal favorece la frescura del ambiente en su interior con respecto a las instalaciones de confinamiento con piso en cemento. Sin embargo lo que en verano es ventaja, en invierno pasa a ser desventaja en climas frios. Teniendo en cuenta que aparentemente el cerdo en cama profunda destina mayor cantidad de energia para la regulacion de la temperatura. Adicionalmente se observa menor cantidad de grasa dorsal en hembras y menor disposicion de tejido magro en machos terminados bajo el sistema de cama profunda en epoca de invierno (Larson et al 1998).

1 6 2 Disposicion de Equipos

Se debe adecuar 1 comedero automatico tipo seco-humedo / 15 animales colocados en una de las paredes laterales del modulo para que los cerdos concentren sus deshechos al

lado opuesto. En caso de que el módulo tenga más de 14 m de longitud, los bebederos y comederos se deben distribuir en las dos paredes laterales del módulo otorgando al cerdo la posibilidad de elegir un lugar de alimentación respetando la jerarquía al interior del grupo. De esta manera, los cerdos elegirán la zona central para sus desechos (Roppa, 2002).

Los comederos deben estar anclados en una base de madera, para evitar que los desperdicios de comida caigan a la cama y los cerdos la conviertan en alimento. La plataforma de madera debe tener una medida que permita al cerdo de cualquier edad dentro del desarrollo de la fase poner las cuatro patas en ella (Roppa, 2000). El consumo de agua es mayor en los cerdos de la cama (25 a 30 litros más por cerdo terminado) (Oliveira et al., 1999).

1.6.3 Zona de Neutralidad Térmica

La zona de neutralidad térmica es el rango en el cual la producción de calor por parte del cerdo es independiente de la temperatura ambiental. Los límites superior e inferior de dicho rango son denominados temperatura crítica superior (30°C) y temperatura crítica inferior, respectivamente, y varía de acuerdo con la edad y el peso del animal. En términos prácticos, los cerdos que se mantienen por debajo de su temperatura crítica inferior usan parte de la energía extraída del alimento para mantener el calor corporal, mientras que los mantenidos por encima de su temperatura crítica superior son severamente incomodados, haciendo que disminuyan el consumo de alimento. Las dos

situaciones anteriores tienen un efecto negativo directo sobre la producción del animal (Beltrán 2002)

1.6.4 Bienestar Animal

Se considera al bienestar como la ausencia de sufrimiento y al malestar o discomfort como una gama de estados desagradables dentro de los cuales están el temor, el dolor y el agotamiento. Es necesario entonces analizar el modo en el que el animal recibe y asimila las situaciones que le provee el medio en el que se desarrolla, teniendo en cuenta que las posibilidades de adaptación del cerdo si bien son grandes, no son ilimitadas (Muñoz 2002)

El sistema *Cama Profunda* ofrece mejores condiciones para el establecimiento del orden jerárquico dentro del grupo de cerdos debido a que permite un mayor volumen de área por animal lo que se ve representado en disminución de peleas por disputa de territorios. De esta manera se observan variaciones en el comportamiento de los animales que desarrollan la fase de Levante-Ceba en el sistema *Cama Profunda* con respecto al de los animales que la desarrollan en el sistema convencional (Oliveira, 1999)

El estrés es una respuesta del animal a situaciones que le provocan ansiedad o miedo y que determinan complejas reacciones que incluyen perturbaciones fisiológicas y metabólicas acompañadas de alteraciones de comportamiento que por lo general conducen a estados patológicos y a rendimientos subóptimos (Muñoz 2002)

Las perturbaciones mencionadas anteriormente producen aumentos en la concentración de cortisol en la sangre y por lo tanto los altos niveles de dicha hormona son indicativos de estrés sin embargo esta práctica es poco viable debido a que por sí misma genera estrés en los animales al momento del muestreo (Dantzer y Mormede 2000)

La evolución e intensificación en los sistemas de explotación rompieron la jerarquía natural de las poblaciones porcinas por medio del confinamiento dentro de naves corrales y jaulas las cuales cuando tienen defectos de diseño disminuyen las condiciones apropiadas para los animales y producen un estado constante de discomfort. De igual manera la reducción de la superficie disponible por animal provoca acortamiento en la distancia que cada cerdo toma con respecto a sus compañeros de grupo y al humano (distancia de fuga) con lo cual tienden a incrementar las agresiones (Muñoz, 2002)

Todas estas variaciones han hecho que la especie porcina cambie sus hábitos y que desarrolle una gran susceptibilidad ante los eventos de estrés desencadenando una serie de afecciones cardiovasculares y digestivas que sumadas a estados de inmunodepresión y a pobre condición sanitaria pueden producir la muerte (Muñoz, 2002)

El manejo inadecuado de cerdos en sistemas de confinamiento ha favorecido la expresión de un gen que codifica el síndrome de estrés porcino causante de muertes súbitas en situaciones específicas de alteración y estrés esta situación ha generado pérdidas económicas en diferentes explotaciones comerciales a nivel mundial (Dantzer y Mormede 2000)

1 7 SANIDAD ANIMAL

Los cerdos cebados en *Cama Profunda* demuestran una mejor condicion sanitaria representada por la disminucion en la incidencia de canibalismo claudicaciones y lesiones de tipo respiratorio en comparacion con los cerdos alojados en piso de cemento (McGlone 1999)

1 7 1 Trastornos Locomotores

Nielsen et al (2002) realizaron un estudio para analizar la relacion entre el tipo de alojamiento y la incidencia de trastornos locomotores en cerdos encontrando que los sistemas de piso blando constituidos por cama, presentan menor predisposicion a este tipo de afecciones con respecto a otros sistemas de alojamiento La incidencia de trastornos de la locomocion en cerdos se ha hecho mucho mas frecuente en la actualidad debido a la masiva intensificacion del sistema y al tipo de instalaciones utilizadas (Manual Merk 1993)

Los animales mantenidos sobre pisos artificiales desarrollan mas lesiones de las extremidades La superficie ideal debe brindar una buena traccion no ser abrasiva y tener cierto grado de elasticidad para que absorba la fuerza que hace el cerdo debido a su peso corporal (Merk 1993) Las cojeras unilaterales en los animales alojados en sistemas de piso en concreto sin evidencia de lesion aparente por lo general obedecen a laminitis traumaticas generadas por el estres permanente que sufre la articulacion al

absorber totalmente el peso del animal de igual manera, puede ir acompañada de pododermatitis por lesiones abrasivas en la pezuña

Fraser et al (1991) citado por Gentry et al (2000) determinaron que la presencia de la cama en el alojamiento de cerdos de 10 semanas de edad provoco una reduccion en el comportamiento en funcion pelear y morder las colas de los compañeros la cama funciona como una distraccion hacia la cual se encaminan estas conductas que en otros sistemas son dirigidas a los compañeros

1.7.2 Parasitismo

Ford et al (2000) realizaron pruebas para determinar la incidencia de *Ascaris suum* (Large Roundworm) en cerdos producidos bajo sistema de cama profunda alojados en estructuras Hoop en el estudio mencionado no se encontraron huevos del parásito en ninguna de las muestras tomadas para tal fin

1.8 IMPACTO AMBIENTAL

La industria porcina produce gran cantidad de desechos que son vertidos y requiere abundantes cantidades de agua en promedio un animal puede producir 8.6 libras de desechos / día en una granja de ceba en finalización (Palhares 2002) De esta manera la producción porcina intensiva tiene un gran impacto sobre el ambiente que la rodea sobre todo en dos aspectos

- Modificación del hábitat natural
- Vertimientos de desechos en grandes cantidades

La porcicultura intensiva lleva consigo una serie de cambios en el entorno por la sustitución de cultivos para la fabricación de concentrado y la incidencia sobre los mantos hidrologicos debido a la extracción indiscriminada de agua sin embargo el uso que el cerdo hace de la energía obtenida de la naturaleza es ineficiente de acuerdo con sus procesos fisiológicos (Leon 1995)

En Colombia no se tienen estudios que permitan definir la cantidad de vertimientos de desechos de las industrias pecuarias sin embargo las explotaciones lecheras intensivas y la industria porcina son las más vigiladas por las autoridades ambientales (Chara O 2001) La mezcla de residuos sólidos y líquidos que son acarreados por el agua de lavado se conoce como agua residual y sus principales componentes son excretas residuos de alimento, cama, y otras partículas Las tasas de excreción de los animales dependen de múltiples factores como edad dieta volumen de agua (Pérez 2003) El lavado con manguera utiliza mínimo 5 volúmenes de agua por uno de heces mientras el vaciado hidráulico requiere 20 volúmenes de agua por cada volumen de estiércol (Moser 1996)

1.8.1 Características físicoquímicas de las aguas residuales porcinas

La densidad, es quizás la característica más relevante en el estiércol del cerdo con un valor de 1.01-1.03 Kg/L por su similitud con la densidad del agua que es de 1.0 Kg/L

esta característica dificulta el correcto desempeño de los programas de tratamientos físicos como la separación sólido-líquido debido a que no permite una buena sedimentación (Duque 1996)

A pesar de todo el manejo que se hace en aguas residuales procedentes de establecimientos porcinos mediante estructuras como separadores y almacenes para sólidos lagunas anaerobias tanques de decantación y mallas ningún manejo garantiza que se evite la contaminación de fuentes de agua como ríos y quebradas a través de las aguas lluvias solo el 25 o 30% de los sólidos quedan atrapados lo que facilita la obstrucción de tuberías y disminución de niveles de oxígeno en fuentes de agua (Moser 1996)

La composición de los desechos porcinos es como sigue (Duque 1996)

Nitrogeno Total	1 5-5 0 g/l
Fosforo	1 0-3 0 g/l
Potasio	1 0-1 3 g/l
Sólidos Totales	1 5-12 0 %
Sólidos Volátiles	0 5-9 0 %
Demanda Química de Oxígeno	10 0-200 g O ₂ /l
Demanda Biológica de Oxígeno	8 0-50 g O ₂ / l
Ph	6 5
Proteínas	11 0 g /l



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

SICR ADEBIOLOGÍA

HEMEROTECA

Villavicencio - Meta

0

Las estimaciones de Nitrogeno y Fosforo en heces porcinas frescas son de 6000 y 5000 mg / lt respectivamente (Moser 1996)

1 8 2 Produccion de excretas porcinas

Las excretas estan compuestas por 45% de orina y 55% de heces el contenido de humedad de la excreta es de 88% Los cerdos en crecimiento y finalizacion producen cerca del 7% de su peso vivo en excretas / dia. (Perez 2003) Perez Espejo (1992) menciona que por cada 70 kg de peso vivo en granja se producen entre 4 y 5 kg de excreta. por su parte Gadd (1973) menciona que el promedio de produccion de excretas en engorda, puede ser un decimo del peso vivo por dia. La cantidad producida de excretas varia basicamente por los siguientes factores

- Los ligados a las instalaciones que afectan principalmente el contenido de agua de las excretas asi como la emanacion de gases
- Los ligados al animal y al alimento que influyen directamente sobre la composicion quimica de las excretas ya que la excrecion corresponde a la proporcion de un nutrimento contenido en el alimento que no es retenido por el animal (Dourmand 1991) la cantidad retenida depende a su vez, de la composicion del alimento y de la capacidad del animal por fijar (depositar) los diferentes nutrientes principalmente el nitrogeno y el fosforo Por lo que la composicion quimica, y por lo tanto el poder contaminante de las excretas es muy variable y depende basicamente de la calidad del alimento del programa de

alimentacion y de la capacidad productiva de los cerdos de una granja (Leon 1995)

En paises en via de desarrollo no se han hecho mediciones para determinar la tasas de excrecion sin embargo estudios de otros paises han sido adaptados y reportan que en promedio una granja porcina produce el 671% de su peso total en excretas al dia

En una explotacion porcina de levante y ceba con 100 animales de 50 kilogramos en promedio se generan 45 toneladas de DBO y 104 toneladas de solidos suspendidos totales (SST) / año ademas de otros elementos tambien contaminantes entre los que se incluyen el nitrogeno el fosforo coliformes y trazas de metales pesados (ACP 1997) Estos contaminantes en muchos casos al menos en las explotaciones porcinas tradicionales no tecnificadas son vertidos sin ningun tratamiento al rio a la quebrada o al canal de drenaje cercano (Chara. 1998)

1 8 3 Clasificacion de los deshechos porcinos

Las caracteristicas mas importantes dentro de la clasificacion de los deshechos porcinos corresponden a los siguientes aspectos (Perez 2003)

- Parametros fisicoquimicos medidos en solidos suspendidos totales (SST) demanda bioquimica de oxigeno (DBO) grasas y aceites alcalinidad pH y temperatura

- Contenido de nutrientes para fertilización los cerdos consumen alimentos de alto valor proteico sin embargo son ineficientes transformadores y desperdician un alto porcentaje de las proteínas y micronutrientes. Por esta razón cerca del 13% de la excreta fresca contiene N, P y K que son fertilizantes primarios. Otro 12% está constituido por fertilizantes secundarios como Ca, Cl, S y Na. El 10% de los sólidos tienen potencial fertilizante. El N es el elemento más importante en los sólidos totales está como nitrógeno orgánico mientras en la orina está en forma de urea. La acción bacteriana transforma el nitrógeno natural en nitrato haciéndolo asimilable para las plantas.
- Micronutrientes y metales
- Valor alimenticio y cuentas bacterianas

Según Grundev (1982) las excretas se pueden considerar de dos maneras

- Como desecho de los animales
- Como materia prima para procesos de reciclaje

1.8.4 Deshechos Porcinos Como Contaminante

La contaminación generada por una granja porcina afecta al microambiente (la granja misma) y al ambiente en general. En lo que respecta al microambiente se ha visto que la exposición a los gases producidos (amoníaco, sulfuro de hidrógeno, metano y bioóxido de carbono) genera predisposición a enfermedades respiratorias en animales y operarios debido a que el amoníaco es irritante de las vías respiratorias superiores (Mariscal L. 2001). Sin embargo el principal problema ocasionado por las excretas es la

contaminación química debida a la excreción de grandes cantidades de nitrógeno (en forma de nitratos), fósforo y potasio (Vanderholm 1979 Peet-Scwering et al 1999) estos autores, estimaron que bajo condiciones comerciales de producción en Holanda el fósforo consumido es excretado en proporciones variables, donde los cerdos en ceba excretan alrededor de 63% principalmente por vía fecal

La contaminación ambiental es producto de un ineficiente o incompleto proceso que no utiliza de manera apropiada los recursos que posee o que genera. Un contaminante es un recurso en el lugar equivocado (Chara, 1998)

Las explotaciones porcinas convencionales manejan residuos fecales líquidos generando un fuerte impacto ambiental y demandando gran cantidad de mano de obra e infraestructura para el tratamiento de los mismos. Por otra parte los sistemas alternativos, entre ellos el sistema *Cama Profunda* manejan residuos de manera sólida, reduciendo el impacto sobre el ambiente con poca mano de obra y generando un ingreso adicional para el productor representado en la comercialización del Compost o haciendo uso del mismo en el manejo sostenible e integral de la explotación (Brumm et al 1997)

Sneath et al (2000) hicieron estudios comparativos con respecto a las emisiones gaseosas de la industria porcina. Dichos estudios estiman que los dos componentes del olor característico de los desechos de la industria porcina son el amoníaco y el sulfuro de hidrógeno (Mackie et al 1998) y cuando están en la atmósfera presentan dos formas diferentes. NH_3 el cual es una forma no ionizada del gas y NH_4^+ que es una forma

ionizada del gas la proporcion entre las dos formas de gas depende del pH (Jacobson 1998)

Jacobson et al (2000) analizaron muestras de aire de 260 sitios alrededor de 80 granjas porcinas del estado de Minnesota y determinaron las concentraciones de olor producidas por diferentes sistemas de produccion porcina segun el tipo de construccion en piso de concreto y en sistema *Cama Profunda* estableciendo que en una produccion dentro del sistema *Cama Profunda* con adecuado manejo los animales cuentan con una mejor calidad en el aire y se produce menor contaminacion ambiental

1 8 6 Degradacion y mineralizacion del nitrogeno contenido en los deshechos porcinos

Oliveira et al (1999) establecieron que los niveles de NH_3 fueron significativamente menores en el sistema de *Cama Profunda* que en el sistema convencional de piso en cemento. La comparacion de Nitrogeno retenido en cama de cascarilla de arroz y en residuos liquidos de piso en cemento mostro que solamente 20 – 40% del nitrogeno excretado por los cerdos alojados en cama se encontraba en esta, mientras que en los residuos liquidos del piso en cemento se encontraron 70-75% del nitrogeno excretado por los animales repartido en nitrogeno organico y nitrogeno amoniacal 30-40% y 70-60% respectivamente, la diferencia fue significativa en funcion de emision de N_2 (40-60%) (Oliveira et la. 2000)

Independientemente del sistema de producción alrededor del 20% del nitrógeno contenido en los desechos es eliminado en forma de gas NH_3 y N_2O en el caso de la cama las proporciones de los dos compuestos son sensiblemente semejantes pero en piso de cemento las concentraciones de NH_3 son dominantes (Robin et al , 1999)

Para que el N contenido en la materia orgánica de las excretas o cualquier otro recurso sea mineralizado es necesario que se presente el fenómeno de la descomposición. Dicho proceso se lleva a cabo en varias fases en las que tanto la naturaleza de los componentes de la materia orgánica como los factores ambientales establecen condiciones particulares para que el ataque de organismos del suelo se presente (Morales 2002)

Las fases más importantes de dicho proceso son

Inmovilización Se refiere a la transformación del N mineral a la forma orgánica es un proceso en el cual los micro-organismos se reproducen. La aplicación de excretas o efluentes de granjas puede resultar en una inmovilización de N de manera temporal debido a que tienen un alto contenido de carbono lo que propicia una alta relación C/N. Las plantas superiores al absorber los nutrientes llevan a cabo un proceso análogo a la inmovilización (Whitehead 2002)

Amonificación El N inorgánico se presenta en el ciclo como resultado de la autólisis, descomposición y putrefacción del material biológico y la principal forma en la que aparece es el amoníaco (NH_3). El amoníaco es liberado por una reacción hidrolítica

llevada a cabo por la enzima ureasa que actúa sobre la urea de la orina (Postgate 1998)

Este paso del ciclo del N es el que contribuye a liberar amoníaco a la biosfera, y que implica una pérdida del N del sistema suelo (Jacoson 1999)

Nitrificación La oxidación biológica del amoníaco a nitratos y nitritos es un proceso aerobio llamado nitrificación. Existen dos clases de bacterias que oxidan el amonio a nitrato, y que son llamadas bacterias nitrificantes. *Nitrosomas* son las más comunes (Whitehead 2002)

Desnitrificación Algunos microbios pueden usar los nitratos como un sustituto del oxígeno en la respiración, es decir, se requieren condiciones anaerobias así como de altas cantidades de materia orgánica. Las bacterias que reducen el nitrato a dinitrógeno (N_2) se encuentran comúnmente en el medio ambiente, como las de los géneros *Pseudomonas*, *Micrococcus* y *Thiobacillus*. El N_2 es liberado y se vuelve parte de la atmósfera. Un producto intermedio de la reducción biológica del nitrato es el óxido nítrico (N_2O) que también escapa en forma de gas. Este proceso causa pérdidas de N biológico en el planeta, que alcanzan alrededor de 2×10^8 toneladas de N por año en forma de N_2 (Postgate 1998)

Fijación Las bacterias que son capaces de fijar N_2 son llamadas *Diazotrófos*. El primer producto de la fijación es el amoníaco, el cual es asimilado de forma rápida. Desde un punto de vista agrícola o ecológico, los *Diazotrófos* son importantes porque fijan N en asociación con las plantas. El principal sistema de fijación de N es el de las leguminosas, las cuales se asocian con un grupo de bacterias llamadas *Rhizobium*. Sin

embargo la fijación biológica de N es inoperante en suelos con altas concentraciones de N (Postgate 1988) como en las condiciones de adición de excretas y en suelos de la Península de Yucatán (Armendariz 2001)

Asimilación Las plantas en crecimiento y los microbios del suelo pueden absorber el N en forma de nitratos y de amonio convirtiéndolo en proteínas ácidos nucleicos y otros componentes celulares. Todas las plantas y algunas bacterias reducen el nitrato a amoníaco por la vía de los nitritos. El amoníaco es incorporado como biopolímeros nitrogenados (Whitehead 2002 Postgate 1998)

En el caso del fósforo en las explotaciones con piso en cemento el total del compuesto se almacena en los residuos líquidos mientras que en los sistemas de cama establecidos en cascarilla de arroz almacena solamente el 58% del fósforo excretado por los animales en una capa superficial de 15 cm de profundidad (Kermarrec 1999)

1.8.7 Impacto de la disposición de las excretas porcinas frescas sobre la salud humana

Los altos contenidos de nitrógeno que contienen cantidades proporcionales de nitratos representan un gran riesgo debido a que estos últimos al mezclarse con aguas para el consumo humano pueden dar con la conformación de compuestos halometanos y organoclorados compuestos que en altas concentraciones son tóxicos.

Los nitritos reaccionan con bacterias que normalmente se encuentran en la boca de algunos animales dando lugar a la formación de nitratos. Estos a la vez reaccionan con la hemoglobina produciendo metahemoglobina e impidiendo el correcto transporte de oxígeno por parte de los glóbulos rojos. Esta situación se da cuando hay concentraciones de nitratos superiores a 40-50ppm.

De igual manera los nitratos reaccionan con aminas secundarias y terciarias en el estómago formando nitrosaminas de reconocido efecto cancerígeno.

La disposición incorrecta de desechos porcinos contribuye con el desarrollo de microorganismos (Duque 1996).

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 UBICACIÓN

El proyecto se desarrollo en la granja La Florida una granja de ceba comercial de cerdos donde ademas se manejan pollos y ganado de leche Esta ubicada en Servita vereda correspondiente al corregimiento No 1 de la ciudad Villavicencio a 800 m s n m con una variacion de temperatura entre 18 y 24° C y Humedad relativa de 85%

2.2 MATERIALES

2.2.1 INSTALACIONES

Se utilizaron 4 corrales para produccion en *Cama Profunda* y 2 corrales para sistema de produccion tradicional de piso de concreto Los corrales de *Cama Profunda* estan contruidos en madera, guadua y techo de zinc a 3 metros de altura en el caballete cada corral esta dotado con comederos tipo Seco-Humedo Los corrales destinados a produccion en piso de concreto estan contruidos en ladrillo cemento y techo en eternit a una altura de 2.50 m al caballete con un area de 16 m² y capacidad para 20 cerdos cada corral esta dotado de comederos tipo canoa y bebederos tipo chupo

En todos los corrales se ubicaron galones plásticos y cadenas atadas al techo y de libre movimiento pendular con el fin de disminuir el estrés de los animales y el deterioro de las instalaciones por parte de los cerdos.

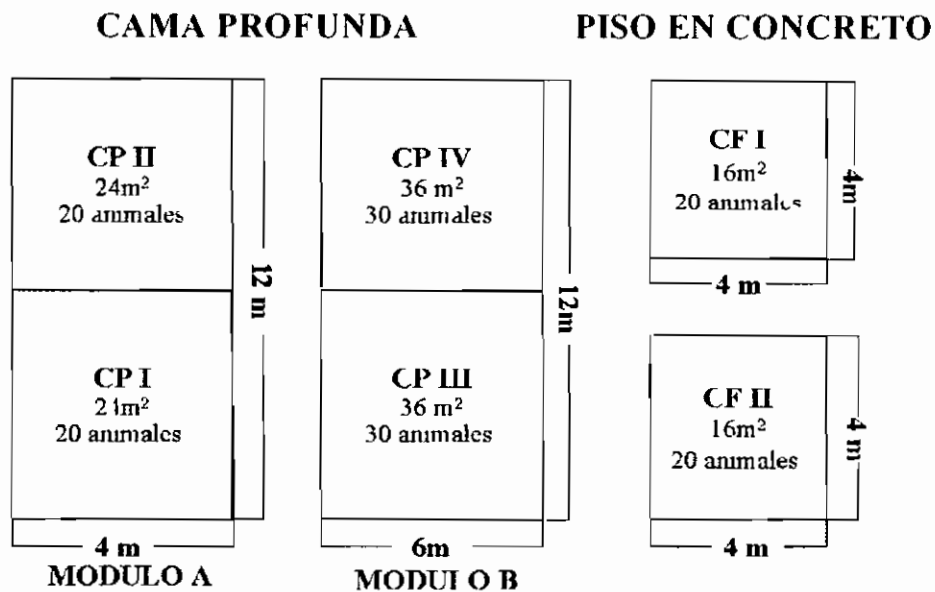
Los corrales de *Cama Profunda* y los grupos de cerdos alojados en cada uno fueron denominados CP I, CP II, CP III y CP IV. Los corrales CP I y CP II tienen un área de 24 m² y capacidad para 20 cerdos cada uno, mientras CP III y CP IV tienen un área de 36 m² y capacidad para 30 cerdos cada uno.

Se maneja una densidad animal de 0.8 m²/animal para piso en concreto y de 1.2 m²/animal en sistema de *Cama Profunda*. La distribución de las instalaciones se observa en la Figura 1.

2.2.2 EQUIPOS

Los comederos para los corrales de *Cama Profunda* son de tipo seco-húmedo y se dispusieron en una proporción de 1 / 10 animales. Se ubicaron en una de las paredes laterales de los corrales para facilitar la definición de zonas limpias y sucias por parte de los animales.

FIGURA 1 Distribucion de las instalaciones utilizadas en la prueba



En los corrales de piso de concreto se utilizaron comederos en canoa y bebederos tipo chupo

Se acondiciono un sistema de cortinas en la parte exterior de las paredes laterales de los corrales tanto de *Cama Profunda* como de piso en concreto para facilitar el manejo de ambientes al interior de los modulos

2.2.3 ANIMALES

Se utilizaron 140 cerdos comerciales machos y hembras con pesos entre 20 y 28.5 Kg con plan vacunal completo y adquiridos en la Porcicola El Trebol ubicada en el municipio de Guamal Meta.

2.2.4 CAMA

Se utilizaron 8625 Kg aproximadamente de cascarilla de arroz procedentes de diferentes molinos de la ciudad de Villavicencio

2.3 METODOLOGIA

Los cerdos fueron alojados en cada uno de los corrales segun su peso, edad y procedencia

20 cerdos para los corrales CPI y CPII cada uno

30 cerdos en los corrales CP III y CP IV cada uno

20 cerdos en los corrales CF I y CF II cada uno, los dos en piso de concreto

Se determinaron 2 tratamientos: *Cama Profunda* y sistema de produccion tradicional de piso de concreto

La alimentacion de todos los animales en los dos sistemas fue igual y se compuso de agua permanente y concentrado comercial marca Nutrivet® a voluntad

Al inicio de la prueba se administro Nutrivet Iniciacion® desde el dia de llegada hasta los 10 dias

A partir del dia 10 se administro Nutrivet® Levante hasta los 50 kg aproximadamente

A partir de los 50 kg se administro Nutrivet® Ceba hasta el final de la prueba

Composicion nutricional

COMPONENTE	LEVANTE	CEBA
Proteina.	16 %	14 %
Cenizas	6 25	6 3
Fibra cruda.	5 5	7 7
Energia metabolizable	3200 Kcal	3200 Kcal
Grasa	12	12 2

Distribucion de los corrales

Tratamiento 1

Conformado por los corrales CPI CPII CPIII \ CPIV

Tratamiento 2

Conformado por los corrales CF I \ CFII

La cama se calculo segun los reportes de literatura, para tal fin se utilizo la formula $C = A \times B$ donde C es cantidad de cama A es numero de animales inicial \ B es la cantidad de kg de ganancia estimada por animal durante toda la fase de ceba

En todos los corrales de *Cama Profunda* se deposito la cantidad de cama correspondiente al resultado de la formula explicada anteriormente pero los corrales

CPI y CPIII correspondientes al tratamiento 1 recibieron un 30% mas con respecto al calculo inicial

Los kilogramos de cama depositada en los corrales de *Cama Profunda* estan estipulados en la Tabla 4 donde se expresan los siguientes simbolos A No animales B Kilogramos de ganancia estimados Kg CA Kilogramos de cama adicionados Kg CT Kilogramos de cama totales

TABLA 4 Cantidad de cama en los corrales de ceba

	A	B	Kg C A	Kg C T
Tratamiento 1				
Corral CP I	20	75	450	1950
Corral CP II	20	75	0	1500
Corral CP III	30	75	675	2925
Corral CP IV	30	75	0	2250
Subtotal	100	-	1125	8625
Tratamiento 2			-	
Corral CF I	20	75	0	0
Corral CF II	20	75	0	0
Total	140	-	-	8625

El consumo de alimento y demas eventos ocurridos al interior de cada uno de los grupos de cerdos en uno y otro sistema fueron recopilados en registros individuales para cada corral dichos registros fueron actualizados diariamente y permitieron establecer los parametros productivos de cada lote de ceba al final de la misma (Anexo 5)

Se realizaron pesajes periodicos el dia inicial a los 30 y 60 dias de permanencia. con el fin de monitorear la ganancia de peso de cada uno de los lotes de animales el peso final fue ajustado a los 105 dias

Por medio de la informacion recopilada en los registros se calcularon los parametros ponderados para

- Peso final total
- Peso final promedio
- Ganancia diaria de peso
- Ganancia total de peso
- Mortalidad
- % mortalidad
- Consumo total del lote
- Consumo/ animal total
- Consumo/ animal / dia
- Conversion alimenticia
- Dias de permanencia

Una vez calculada la cantidad de cama inicial se dividio en dos mitades la primera mitad se deposito al inicio de la fase y la otra mitad diariamente durante los primeros 30 dias del proceso de ceba Este protocolo se realizo en todos los corrales de *Cama Profunda*

La cama fue extraída de los módulos de *Cama Profunda* al día siguiente a la salida de los cerdos empacada en lonas diferenciadas según el corral de procedencia y depositadas en un lugar específico protegido del agua. Al día siguiente a la recolección se escogieron 10 lonas al azar de cada uno de los grupos de estas se tomaron cantidades de 500 gr aprox. posteriormente fueron homogenizadas y de la mezcla se extrajo una cantidad equivalente a 1 Kg. este proceso se realizó con cada una de las camas lo que dio como resultado 4 muestras de cama rotuladas CP I CP II CP III y CP IV.

En los corrales de piso en concreto también se recolectaron muestras equivalentes a 1 Kg. de porquinaza, este proceso se realizó tres (3) veces sucesivas el último día de ceba en cada corral las cantidades de deshecho se homogenizaron y de los 3 Kg de mezcla se sacó una muestra de 1 Kg. aprox. para cada corral. De la misma manera se tomaron dos muestras de cascarilla de arroz con la que se dispuso la cama.

Por medio de las muestras mencionadas anteriormente 2 muestras de cascarilla de arroz 2 muestras de porquinaza y 4 muestras de Cama, se hicieron mediciones para Materia Orgánica, N, P y Ca.

Los análisis para Materia Orgánica, P y Ca se realizaron en el laboratorio de Suelos mientras los análisis para N se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal por medio del método de micro Kjeldaldh ambos laboratorios pertenecientes a la Universidad de los Llanos.

Se realizaron observaciones de tipo etológico con el fin de establecer posibles diferencias entre los animales alojados en los dos sistemas de producción. Dichas observaciones no fueron tabuladas y se consideraron como complemento del estudio.

Se realizó un análisis de la incidencia de tos y estornudo en todos los lotes de ceba, debido a un antecedente de problemas respiratorios en lotes de cama profunda en la granja y con el fin de observar la dinámica de dicha sintomatología en relación con el tiempo de ceba comprendido entre las 0 y 10 semanas y las posibles diferencias entre los dos sistemas. Las mediciones se realizaron semanalmente los días martes o miércoles entre las 8 y 9 a.m. con el siguiente protocolo:

Se visitaron cada uno de los lotes mencionados anteriormente. En cada visita se contabilizó el número de cerdos que presentaron eventos de tos y estornudo durante 1 minuto. Cada medición tuvo tres repeticiones sucesivas de las cuales se sacaron promedios semanales que fueron tomados como valores definitivos y posteriormente convertidos a porcentaje. Estas observaciones se consignaron en un registro diseñado para tal fin.

Se tomaron tres (3) muestras de materia fecal recolectada en las zonas sucias de todos los corrales de ceba con el fin de determinar la incidencia de parásitos gastrointestinales en los animales. Los resultados fueron promediados para obtener un valor por corral. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de parasitología de la Universidad de los Llanos por medio de la técnica de flotación.



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

SISTEMA DE BIBLIOTECAS

64

ALVARO RIVERA

V. Valencia Méta

2.4 ANALISIS ESTADISTICO

Se utilizo un modelo de bloques al azar con 2 tratamientos y dos repeticiones a cada uno de los parametros se les practico un analisis de varianza

El modelo estadistico fue el siguiente

$$Y_i = \mu + t_i + \epsilon_i$$

Y_i = Respuesta de la variable

μ = Media.

t_i = Efecto del sistema

ϵ_i = Error experimental

3 RESULTADOS

Los promedios ponderados de los parametros evaluados estan consignados en la tabla 5 con las siguientes siglas GDP ganancia diaria de peso CAD consumo de alimento por animal por dia. el peso final fue ajustado a los 105 dias de permanencia

TABLA 5 Parametros ponderados de los lotes de ceba en estudio tanto en *cama profunda* como en sistema de piso en concreto

PARAMETRO	CAMA PROFUNDA		CONCRETO	
	Media	Var	Media	Var
PERMANENCIA	105		105	
No INICIAL	100		40	
No FINAL	96		40	
No MUERTES	4		0	
% MORTALIDAD	4		0	
PESO INICIAL	25 9		26 5	
PESO FINAL	89 2		98 1	
GDP	602	$\pm 17 75$	681	± 43
CAD	1 87 *	0	2 1 *	0
CONVERSION	3 15	0 1	3 09	0 19

* Diferencias estadisticas ($P < 0 05$)

Se encontraron diferencias ($P < 0 05$) en el consumo de alimento diario de los animales de los dos tratamientos evaluados *Cama Profunda* \ piso en concreto No se encontraron diferencias en cuanto a ganancia diaria de peso \ a conversion alimenticia entre los mismos

La mortalidad fue de 4% y 0% para *Cama Profunda* y piso de concreto respectivamente

Los promedios de cada grupo obtenidos en los pesajes realizados periodicamente demuestran las diferencias en cuanto a la dinamica en la ganancia de peso de los animales de cada lote. Dichos valores fueron consignados en la Tabla 6 en la cual se manejan las siguientes siglas: GT: Ganancia total de peso; GAD: ganancia de peso/animal / dia. Dichos datos estan representados en la Grafica 1

En la Tabla 7 donde se expresan las siglas: Prom (promedio) y Cas (cascarilla de arroz) se aprecian los niveles de Materia Organica, Nitrogeno, Fosforo y Calcio en la cama al inicio y al final de la prueba y en la porquinaza de los corrales de piso en concreto

TABLA 6 Monitoreo de la ganancia de peso de cerdos cebados en *cama profunda* y en sistema de piso en concreto

		CAMA PROFUNDA				CONCRETO	
		CP I	CP II	CP III	CP IV	CF I	CF II
DIA 0	PESO	28.5	28.5	26.9	20.0	28.5	24.5
DIA 30	PESO	43.8	38.4	39.25	34.0	48.2	36.0
	GT	15.3	9.9	12.35	14	19.7	11.5
	GAD	510	330	411	466	656	383
DIA 60	PESO	62.3	54.2	58.58	43.26	73.1	50.7
	GT	33.8	25.7	31.6	20.2	44.6	26.2
	GAD	563	428	528	437	743	433
DIA 105	PESO	97.2	79.9	95.28	81.1	12	91.4
	GT	68.7	51.4	68.38	61.1	83.5	66.9
	GAD	654	494	651	581	795	637

TABLA 7 Contenido de N P Ca y Materia Organica, en cascarilla, cama y porquinaza

COMPONENTE	CAMA PROFUNDA					CONCRETO			CAS
	CPI	CPII	CPIII	CPIV	Prom	CFI	CFII	Prom	Prom
%M O	24.7	25.9	27.5	21.7	24.8	29.1	27.7	28.4	29.45
P (ppm)	351.9	364.1	389.1	351.9	364.2	402.0	428.2	415.1	0.01
Ca meq/100 gr	12.0	11.3	17.3	13.5	13.5	7.5	8.00	7.75	0.05
%N	1.316	1.344	1.848	1.456	1.48	3.304	3.696	3.5	-

Las mediciones en cuanto a incidencia de tos y estornudo en los lotes de ceba permitieron realizar curvas para cada una de estas afecciones. Graficas 2 y 3 observando de esta manera, su dinamica en relacion con el tiempo de ceba de los animales. Los valores fueron dados en porcentaje estan registrados en las Tablas 8 y 9.

En los analisis coprológicos realizados se evidencio la presencia de huevos de *Coccidia* sp contenidos en las muestras procedentes de los corrales de Cama Profunda mientras en las muestras procedentes de los corrales de sistema de piso en concreto se hallaron huevos de *Ascaris* sp dichos resultados estan en la Tabla 10.

Las observaciones realizadas en cuanto al comportamiento de los animales no se tabularon ni fueron sometidas a ningun tipo de analisis sin embargo permitieron establecer diferencias entre los cerdos de una y otra produccion.

TABLA 8 Incidencia de tos en lotes de ceba

SEMANA	CAMA				CONCRETO	
	CP I	CP II	CP III	CP IV	CF I	CF II
1	4	3	4 4	4	3	5
2	15	8 3	16	17 7	4	8 3
3	17	34 4	31 1	33 3	5	11
4	20	35 5	24 4	35 5	5	8 3
5	25	20	18 8	17 7	3	7 5
6	18	17 7	13 33	14 4	2	4 4
7	12	15 5	3 3	12 2	2	3 3
8	3	8 8	4 4	13 3	3	2 5
9	2	3 3	3 3	3 3	2	1 1
10	3	3 3	2 22	5 5	1 5	2 2

TABLA 9 Incidencia de estornudo en lotes de ceba

SEMANA	CAMA PROFUNDA				CONCRETO	
	CPI	CPII	CP III	CP IV	CFI	CF II
1	4	3	13 3	5 5	2	5
2	12	9 9	13 3	8 8	1	6 6
3	15	18	18 8	20	3	8 3
4	23	25	22 2	28 8	5	10
5	25	24	10	22 2	3	6 6
6	12	14	6 6	12 2	4	6 6
7	9	8	8 8	10	3	6 6
8	3	6	2 22	7 7	3	6 6
9	4	5	4 4	1	2	1 6
10	1	2	2 2	2 2	2	3 3

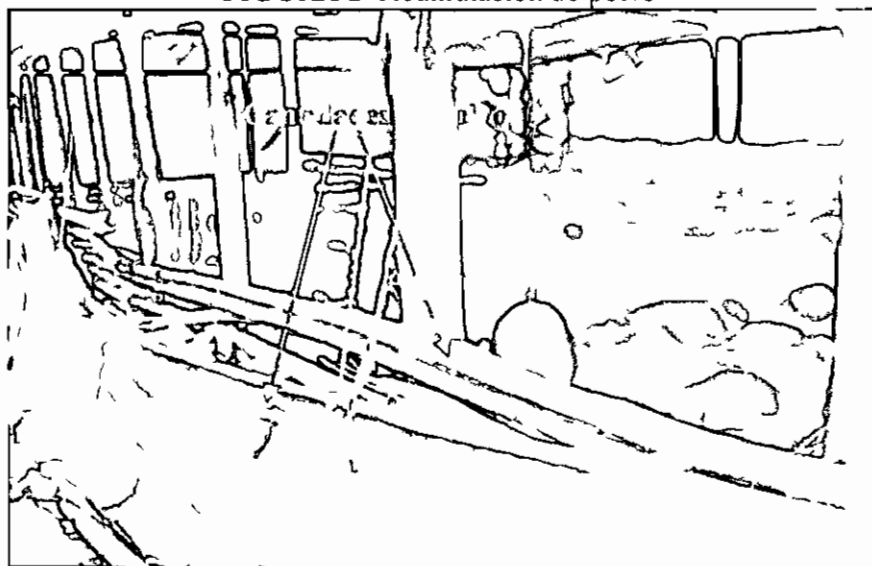
TABLA 10 Incidencia de parásitos gastrointestinales en cerdos cebados en sistema de piso en concreto y cama profunda

LOTE	AGENTE	GRADO DE INFESTACION
CF I	<i>Ascaris sp</i>	1-5 huevos/ campo
CF II	<i>Ascaris sp</i>	1-5 huevos/ campo
CP I	<i>Coccidia sp</i>	1-5 huevos/ campo
CP II	<i>Coccidia sp</i>	5-10 huevos/ campo
CP III	<i>Coccidia sp</i>	1-5 huevos/ campo
CP IV	<i>Coccidia sp</i>	5-10 huevos/ campo

puede ser atribuida a las grandes cantidades de polvo a las que constantemente fueron sometidos los animales de dicho sistema, Figura 2 y que se produjeron por dos razones principales

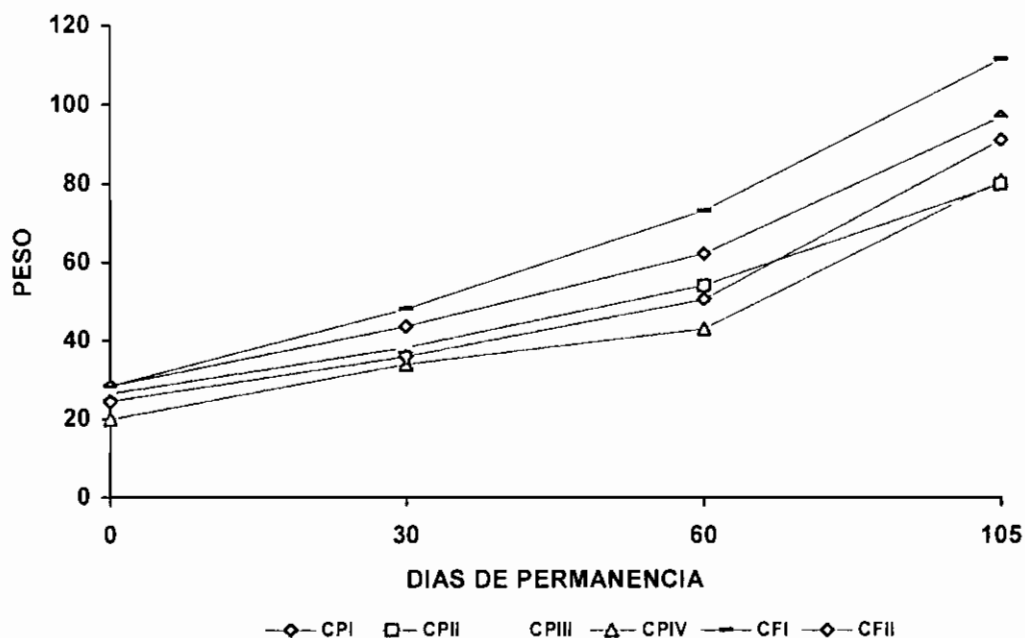
- La manera en la cual se esparcio la cama en los cuatro corrales de *Cama Profunda* constituyo una falla que repercutio en la sanidad de todos los animales alojados en este sistema, por que permitio grandes acumulaciones de polvo al inicio de la fase de ceba
- Dentro del sistema *Cama Profunda* la cantidad de cama incidio directamente en la presencia de afecciones respiratorias en los animales, teniendo en cuenta que los animales alojados en los corrales con menor cantidad de cama presentaron una mayor incidencia de patologias respiratorias

FIGURA 2 Acumulacion de polvo

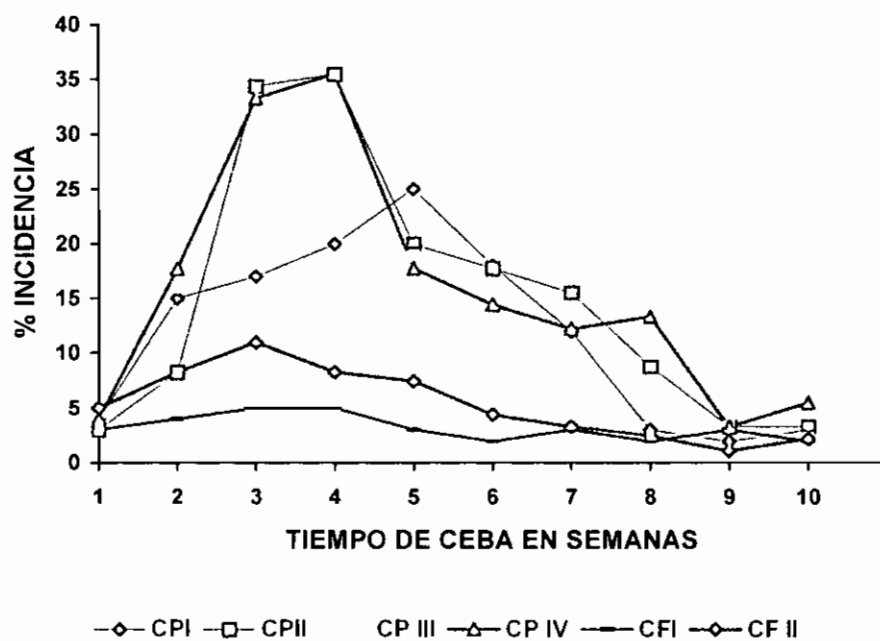


Independientemente de las diferencias ($P<0,05$) establecidas entre los dos sistemas de produccion es pertinente mencionar que los dos tanto *Cama Profunda* como piso de

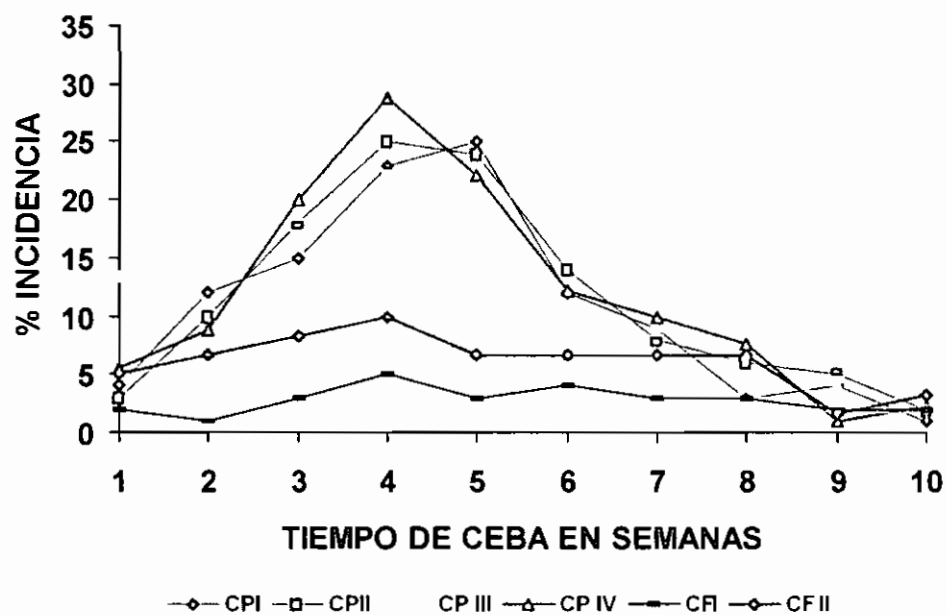
GRAFICA 1 Curva de ganancia de peso parcial en cerdos cebados en *Cama Profunda* y en sistema de piso en concreto



GRAFICA 2 Incidencia de tos en cerdos cebados en *Cama Profunda* y en sistema de piso en concreto



GRAFICA 3 Incidencia de estornudo en cerdos cebados en sistema de *Cama Profunda* y en sistema de piso en cemento



4 DISCUSION

4.1 PARAMETROS PRODUCTIVOS

Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en cuanto al consumo diario de alimento entre los tratamientos evaluados los cuales presentaron valores de 1.8 y 2.1 Kg / animal / día para *Cama Profunda* y sistema de piso en concreto respectivamente contrastando con los reportes de Oliveira (1999) Larson (1998) y Connor (1993) quienes no hallaron tales diferencias. Son varias las situaciones que pudieron haber influido en la disminución del consumo de alimento por parte de los animales alojados en *Cama Profunda* dentro de las cuales se deben considerar las relacionadas con el ambiente al interior de los módulos de dicho sistema de producción teniendo en cuenta que la cama genera un incremento en la temperatura al interior de los mismos según los reporta Frasser (1995). De igual manera, deben ser tenidas en cuenta algunas fallas en el suministro del alimento a los animales debido a que en repetidas ocasiones por aumento en la humedad del concentrado se presentaron taponamientos de los comederos automáticos razón por la cual los animales fueron sometidos en las mismas ocasiones a ayunos involuntarios dados por la imposibilidad para acceder al alimento así el comedero estuviese lleno. Por otra parte también se debe considerar la incidencia de problemas sanitarios sobretodo de tipo respiratorio que padecieron los animales alojados en sistema *Cama Profunda* especialmente en los corrales CPII y CPIV. Dicha incidencia que coincide con observaciones reportadas por Larson et al (1998).

concreto registraron valores 20% y 12% menos respectivamente frente a los de la tabla de consumo para cerdos en finalización alimentados con concentrado comercial marca Nutrivet ®. Esta situación puede tener origen en la palatabilidad del alimento en el mal suministro del mismo o en el mal funcionamiento de los equipos.

Al final de la prueba los lotes de cerdos cebados en *Cama Profunda* siempre estuvieron por debajo de los lotes del sistema de producción en piso de concreto en cuanto a parámetros productivos. Tabla 5. Esta observación contrasta con lo reportado por Larson (1999) pero coincide con los reportes de Oliveira (1999). Sin embargo en el monitoreo de las ganancias parciales de peso Tabla 6 se observa que los cerdos del grupo CF II pertenecientes al sistema de piso en concreto estuvieron por debajo de los demás lotes a excepción del lote CP II en cuanto a ganancias diarias de peso en los días 30 y 60 y que su rendimiento mejoró en las últimas semanas.

Teniendo en cuenta que los corrales CPII y CPIV correspondientes al sistema *Cama Profunda* fueron los de menor rendimiento (Anexo 4) y que dichos corrales solo recibieron la cantidad de cama calculada desde el inicio puede establecerse una posible relación entre cantidad de cama y eficiencia productiva de los animales, Tablas 4 y 5.

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en cuanto a conversión alimenticia ni a ganancia diaria de peso entre los dos tratamientos difiriendo de lo reportado por Brumm (1997) quien estableció diferencias a favor del sistema de piso en concreto en cuanto a conversión y coincidiendo con lo reportado por Oliveira (1999 y 2002).

Tres de los cuatro corrales de *Cama Profunda* presentaron mortalidad en dos de ellos alcanzo el 5% y en el otro el 6.6% (anexo 4) el promedio general de mortalidad para el sistema de *Cama Profunda* fue de 4% mientras que en el sistema de piso en concreto no hubo mortalidad contrario a lo reportado por Brumm (1997) Este parametro exige una atencion especial teniendo en cuenta que la mortalidad dentro de una explotacion comercial de ceba de cerdos no debe exceder el 1%

El alto porcentaje de mortalidad incidio directamente sobre el resultado final de la prueba teniendo en cuenta que el rendimiento final de los lotes de ceba debe dividirse entre el numero inicial de cerdos lo que representa una disminucion marcada en los indices de productividad de los lotes en los cuales el numero inicial es superior al numero final esta disminucion se da por que la produccion total del lote debera dividirse en un numero de animales mayor al que los produjo (Beltran 2002)

Las muertes ocurridas fueron atribuidas a problemas respiratorios los animales que murieron fueron de menor peso en comparacion con sus compañeros de grupo y contaron con un antecedente de neumonia por lo general dichos animales estaban recibiendo tratamiento con medicamentos antibioticos

4.2 SANIDAD

Los animales alojados en sistema de *Cama Profunda* tuvieron mas problemas de tipo sanitario que los animales alojados en sistema de produccion de piso en concreto diferente a lo reportado por McGlone (1999)

4.2.1 Afecciones respiratorias

Los cerdos alojados en *Cama Profunda* presentaron mas problemas de tipo respiratorio que los alojados en sistema de piso en concreto caracterizadas por la alta incidencia de tos y estornudo cuyos picos maximos se dieron durante las semanas 2 y 4 de ceba

Si bien en todos los lotes los porcentajes de incidencia de tos y estornudo estuvieron por encima del 5% considerado como porcentaje maximo para la incidencia de estas dos afecciones en finalizacion de cerdos comerciales en los lotes de *Cama Profunda* se evidencio una incidencia muy superior con respecto a los de piso en concreto contrario a lo reportado por McGlone (1999)

En las Graficas 3 y 4 se observa la dinamica de la incidencia de tos y estornudo en los lotes de ceba. se aprecia un incremento marcado en los cerdos alojados en sistema *Cama Profunda* alcanzando sus valores maximos entre las semanas 3 y 4 en la semana 3 se administro alimento medicado por tal razon disminuyo la incidencia de las dos afecciones mencionadas el corral CPIV tardo mas en responder al tratamiento debido a la severidad en comparacion con los demas lotes

La literatura reporta que en estos casos el polvo actua como un factor predisponente debido a que ingresa al sistema respiratorio y se deposita en las vias superiores produciendo saturacion e inflamacion de las mismas impidiendo de esta manera la filtracion y el calentamiento adecuados del aire situacion que sumada a una ventilacion deficiente que permite la acumulacion de amoniaco en el microambiente del modulo

facilita el ingreso de patógenos como *Bordetella bronchiseptica*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Actinobacillus pleuropneumoniae* y *Pasteurella multocida* las cuales generan afecciones respiratorias agudas y crónicas. Cuando hay factores predisponentes como el polvo acompañados de sustancias nitrogenadas como amonio y amoníaco en este caso se produce una irritación de las vías respiratorias superiores. La *Bordetella* es el primer microorganismo en colonizar el epitelio nasal por medio de varios mecanismos de virulencia que posee produciendo aún más irritación en el tejido al cual se adhiere y aumentando la producción de moco, condición que es favorable para la adhesión y multiplicación de la *Pasteurella multocida* que aunque no es un invasor agresivo genera lesiones en el tejido respiratorio (Nottingham 1995).

La alta incidencia de patologías respiratorias dentro del presente estudio trajo consigo una serie de consecuencias:

- La condición sanitaria de los animales alojados en los corrales de *Cama Profunda* fue más pobre que la de los animales en piso de cemento.
- Los animales que padecieron más severamente este tipo de afecciones vieron comprometido su rendimiento durante el resto de la fase de ceba.
- La situación obligó a implementar medidas para controlar el problema con el fin de disminuir su impacto sobre los parámetros productivos. Inicialmente se administraron tratamientos individuales a base de Tyllosina, pero posteriormente se administró concentrado medicado con Tilmicosina para controlar el problema generalizado.

- La implementación de este tipo de medidas aumento el costo de producción en el sistema *Cama Profunda* con respecto al sistema de piso en concreto Tabla 11
- Se genera una acumulación de antibiotico metabolizado en la cama con consecuencias desconocidas para los procesos en los cuales sea utilizada la cama una vez terminado el proceso de ceba

4.2.2 Claudicaciones y trastornos digestivos

Las observaciones realizadas en cuanto a incidencia de claudicaciones y trastornos digestivos como diarrea, en los dos sistemas de producción arrojaron valores de 5% en animales de piso en concreto y 0% en animales en *Cama Profunda* para claudicaciones y de 0% para diarrea en ambos sistemas las claudicaciones en porcentajes similares fueron reportados por McGlone (1999) y atribuidas a causas de orden traumático

Las claudicaciones observadas dentro de los grupos de confinamiento se presentaron únicamente en uno de los miembros posteriores en todos los casos la sintomatología fue compatible con artritis traumática

El impacto que tienen las claudicaciones sobre los parámetros productivos se da por la dificultad que generan estas afecciones en el desplazamiento de los animales esto hace que no se alimenten bien y por ende tengan menores índices productivos al tener desventajas en la competencia por agua y alimento generando restricciones involuntarias

4 2 3 Conjuntivitis

Se presento conjuntivitis en el 10% de los cerdos alojados en los corrales CP II y CP IV correspondientes al sistema de "*Cama Profunda* " esta afeccion no ha sido reportada por ninguno de los autores consultados en la revision de literatura y obedece a las posibles lesiones conjuntivales a causa de laceraciones por parte del propio material de la cama sin embargo de ser asi se hubiesen manifestado en todos los lotes de cama y no solo en los que contaban con menor cantidad de cascarilla por lo tanto puede ser atribuida a posibles concentraciones altas de amonaco que producen una irritacion de las mucosas y que pudieron haber desencadenado una secrecion constante de lagrimas y una incomodidad para el animal

4 2 4 Uso de antibioticos

Como se menciono anteriormente se administro antibiotico de manera masiva en los animales alojados en el sistema de "*Cama Profunda*" para contrarrestar el brote de afecciones respiratorias que se presento Aunque no se encontraron reportes de literatura que establezcan un deterioro en la calidad de la cama procedente de explotaciones que hayan recibido tratamientos masivos con antibioticos suscita una gran atencion este hecho teniendo en cuenta que los restos de antibiotico metabolizado permanecen en la cama junto con las excretas representando un potencial riesgo si se tiene en cuenta que la resistencia bacteriana se ha incrementado en los ultimos años debido al uso de este tipo de farmacos en la produccion animal

4 2 5 Parasitología

En los exámenes coprológicos no se evidencio la presencia de *Ascaris suum* en cerdos cebados en el sistema de *Cama Profunda* a diferencia de las muestras procedentes de los cerdos cebados en sistema de piso en concreto donde si se encontraron entre 1 \ 5 huevos de *Ascaris suum* por campo microscopico similar a lo reportado por Ford (2000) Las muestras de materia fecal procedentes de los cerdos cebados en sistema de *Cama Profunda* revelaron la presencia de *Coccidia sp* Este hecho no ha sido reportado por la literatura

Los grupos de animales que mas altas infestaciones mostraron en cuanto a coccidiosis fueron CP II \ CP IV de igual manera fueron los que tuvieron mayor cantidad de problemas respiratorios y los de menor rendimiento

Las altas infestaciones parasitarias en los cerdos inducen a disminucion en el rendimiento \ a inmunodepresiones lo que facilita la presencia de otro tipo de patologias en el caso especifico de *Ascaris suum* que genera un gran daño en el parenquima hepatico se considera un causante de problemas a nivel sistémico cuando las infestaciones son demasiado altas

4.3 ETOLOGIA

Mediante la observación de los corrales de cerdos tanto de *Cama Profunda* como de sistema en piso de concreto se pudieron establecer algunas diferencias en cuanto al comportamiento de los animales según el tipo de alojamiento. Dichas observaciones se realizaron dos veces por semana y no fueron sometidas a ningún análisis de tipo estadístico.

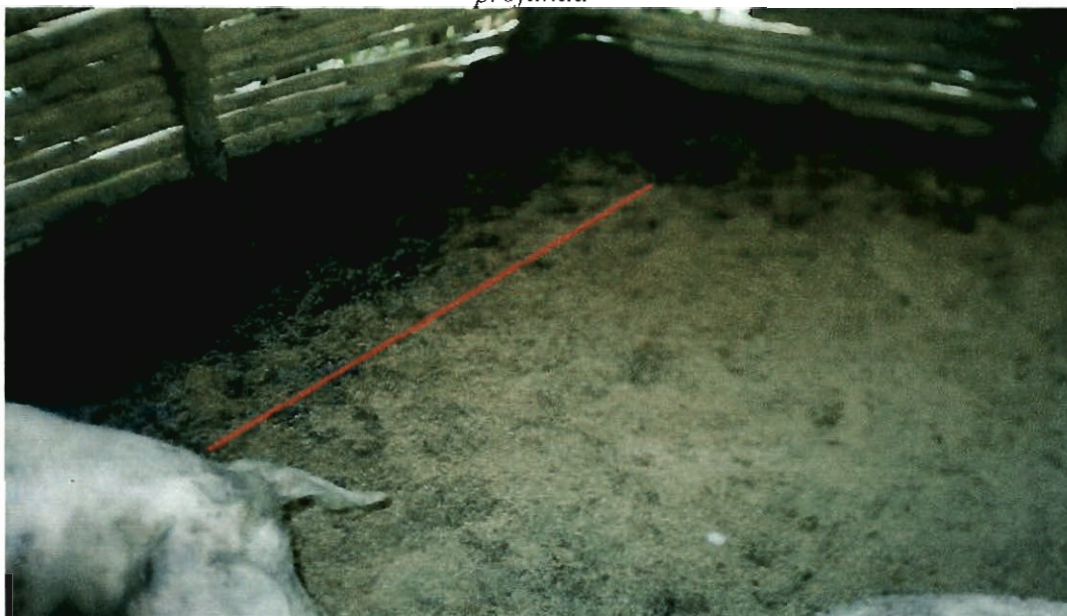
4.3.1 Delimitación de zonas

Pudo identificarse la tendencia de todos los grupos de cerdos alojados en *Cama Profunda* a delimitar estrictamente una zona específica para depositar heces y orina. Dicha zona se conoce como zona sucia y en todos los grupos se dispuso en la pared opuesta a los comederos con un largo equivalente al de dicha pared y con un ancho de 80 cm aprox. diferenciándola de manera clara de la zona limpia, constituida por el resto del piso del corral tal como lo reporta Dalziel (1998) (Figura 3).

Los cerdos de mayor rango dentro de la organización social del grupo por lo general defecaron y orinaron en el extremo de la zona sucia más cercano al corral contiguo donde tenían contacto visual y físico con los miembros del grupo. Como fue reportado por Muñoz (2000).



FIGURA 3. Diferenciación entre zona limpia y sucia dentro de corrales de "*cama profunda*"



Los cerdos alojados en el sistema de piso en concreto también designaron zonas limpias y sucias, pero a diferencia de los cerdos de "*Cama Profunda*" las zonas sucias se restringieron a una sola esquina en cada uno de los corrales y no fueron tan estrictamente respetadas; frecuentemente se encontraron heces en los comederos y los corrales no conservaron la clara división entre zona limpia y sucia, esta poca diferenciación entre las dos zonas obedece a la constante presencia de agua y humedad en el piso de la instalación y a la disminución del espacio por animal con respecto al sistema de "*Cama Profunda*", lo que facilita que los mismos animales diseminen sus desechos por todo el corral (Figuras 4 y 5).

Figura 4. Demarcación de zonas limpia y sucia en cerdos de sistema piso en concreto



La demarcación de zonas limpias y sucias dentro de un territorio determinado es una conducta normal de los cerdos y permite una organización social y habitacional dentro del grupo de animales. Esta conducta obedece a la tendencia que presentan los cerdos en condiciones naturales, donde, por medio de esta clasificación, pueden manejar varios tipos de ambientes dentro de la misma área de influencia y representa una gran variedad de posibilidades según las condiciones medioambientales.

4.3.2 Organización social de los cerdos.

El sistema de "*Cama Profunda*" permite que los animales organicen fácilmente su territorio de acuerdo con las necesidades del grupo, lo que se traduce en unas condiciones de alojamiento más parecidas a las naturales, con respecto a las condiciones brindadas el sistema de confinamiento.

FIGURA 5. Presencia de heces y orina en comederos y bebederos.



Por medio de las observaciones realizadas, se apreció cierta relación entre el comportamiento de los animales y las características medioambientales en ambos sistemas, sin embargo los cambios de comportamiento se notaron con mayor claridad en los cerdos alojados en "*Cama Profunda*".

Los cerdos, en condiciones naturales, adoptan dos posiciones cuando descansan: decúbito esternal y decúbito lateral. La diferencia entre estas dos posiciones se basa en que la primera es una actitud de descanso alerta, por que le permite al cerdo tomar la posición "de pié" de una manera más rápida, mientras el decúbito lateral es una posición de descanso relajada.

En los grupos de "*Cama Profunda*" entre el 80 y 90% de los animales descansaba en decúbito lateral (Figura 6), mientras en el sistema de confinamiento solo lo hacían entre el 50 y el 60%, el resto de los animales en este sistema descansaba en decúbito esternal (Figura. 7). Esta observación puede ser un indicativo del nivel de estrés al que están

sometidos los animales dentro del sistema de piso en concreto con respecto al sistema de “*Cama Profunda*”.

FIGURA 6. Disposición dentro del corral de “*cama profunda*”.



Los cerdos de “*Cama Profunda*” destinaron su lugar de descanso según la temperatura medioambiental, en días calurosos, en los cuales la temperatura fue superior a los 27°C, los cerdos se acostaron a descansar en la zona sucia, pegados a las paredes, y lo hicieron guardando una distancia prudencial entre ellos (Figura 7). Lo contrario ocurrió en los días más fríos, en los cuales la temperatura fue inferior a 17°C, los animales se acostaron en la zona limpia, haciendo un grupo muy definido en el centro del corral y pegados uno del otro. Esta observación demuestra la importancia de la demarcación de zonas dentro del módulo de producción y la repercusión de estas en el bienestar de los animales y de sus posibilidades frente a los cambios medioambientales.

FIGURA 7. Disposición de cerdos en el corral de piso en cemento



En los grupos de cerdos de “*Cama Profunda*”, se presentaron menos peleas y los animales estuvieron menos tiempo en función de morder colas y agredir a los compañeros en comparación con los lotes de piso en concreto

4.4 IMPACTO AMBIENTAL:

Los análisis químicos demostraron una mayor cantidad de nitrógeno en la porquinaza que en la cama extraída del sistema “*Cama Profunda*”, este fenómeno se debe al proceso de desmineralización del nitrógeno que es posible gracias a los microorganismos presentes en el proceso de compostaje, como lo reporta Morales (2002).

El compost extraído de todos los corrales de “*Cama Profunda*” fue similar, no hubo variaciones en su composición química relacionadas con la cantidad de cama inicial, esto puede ser indicativo de la capacidad de absorción de la cascarilla de arroz y de la

capacidad de descomposicion de las excretas porcinas. Esta observacion puede indicar que la cantidad de cama utilizada puede tener relacion con la productividad de los animales pero no con el proceso de absorcion y degradacion de los desechos porcinos.

No se pudo hacer un analisis comparando los niveles de NH_3 y NH_4 debido a que no se hicieron pruebas para nitrogeno amoniacal. En el caso del fosforo, los analisis quimicos demostraron que los niveles son mayores en la porquinaza en comparacion con los del compost.

Los niveles de Nitrogeno en porquinaza son mayores que en cama, como lo reporta Duque (1996). Esta situacion obedece a la evaporacion de la mayor parte de Nitrogeno amoniacal y a la desmineralizacion del restante nitrogeno por accion bacteriana.

4.4.1 Efectos de las excretas porcinas frescas sobre el agua

Los grandes volúmenes de agua depositados sobre la superficie del suelo en explotaciones que no tienen un buen plan de manejo de desechos líquidos porcinos paulatinamente van alcanzando las fuentes de agua tanto superficiales como subterráneas por medio de los procesos de escorrentía y lixiviación respectivamente. Debido a las grandes cargas de materia orgánica del estiércol de cerdo, aproximadamente 200 veces la carga orgánica de las aguas urbanas (Duque 1996), su vertimiento en niveles freáticos, ríos, etc., ocasionan problemas serios como la eutrofización, la cual consiste en una disminución dramática del oxígeno al ser empleado para la oxidación de los altos niveles de materia orgánica y nutrientes con el

agotamiento en los niveles de Oxígeno y los altos contenidos de nitratos y nitritos se disminuye considerablemente la vida acuática, alterando de una manera grave el equilibrio dentro de los ecosistemas acuáticos. Por lo tanto el sistema de *Cama Profunda* representa una buena alternativa para el manejo de desechos porcinos en explotaciones comerciales de este tipo debido a que no genera aguas residuales y por lo tanto se omiten las consecuencias enunciadas anteriormente.

4.4.2 Utilización del compost

Se extrajeron aproximadamente 20 toneladas de cama al final de la prueba proveniente de los 4 corrales de ceba, lo que indica que 1 tonelada de cascarilla absorbió 2.41 toneladas de desechos aproximadamente. Esta observación contrasta con los reportes de Maze (1999). Se produjeron 200 Kg de abono por animal, cantidad mayor a la reportada por Connor (1993).

Según los análisis, la composición química del compost extraído de los corrales de *Cama Profunda* lo convierte en una buena opción como bioabono debido a que los niveles de nitrógeno son bajos y los niveles de calcio y fósforo son altos con respecto a otros tipos de abono. Adicionalmente se debe tener en cuenta que el nitrógeno contenido en este material ya ha sufrido un proceso de mineralización realizado por los microorganismos encargados de la fermentación, lo que lo hace asimilable para las plantas.

4.5 ANALISIS ECONOMICO

En las Tablas 11 y 12 se observa la comparacion economica entre los dos sistemas de produccion en estudio dentro del rubro arriendo se incluyen mano de obra arriendo pago de servicios publicos y manejo de deshechos

TABLA 11 Analisis de costos en los dos sistemas de produccion

RUBRO	COSTO CERDO CEBADO		COSTO TOTAL SISTEMA	
	CAMA PROFUNDA	PISO EN CONCRETO	CAMA PROFUNDA	PISO EN CONCRETO
Lechon	\$ 126 291	\$ 123 400	\$ 12 124 000	\$ 4 936 000
Arriendo	\$ 13 307	\$ 22 000	\$ 1 277 500	\$ 880 000
Medicamentos	\$ 1 250	\$ 1 000	\$ 120 000	\$ 40 000
Transporte	\$ 1 563	\$ 3 000	\$ 150 000	\$ 120 000
Alimento	\$ 153 343	\$ 165 375	\$ 14 729 971	\$ 6 615 000
Cama.	\$ 1 833	\$ -	\$ 176 000	\$ -
Costo	\$ 97 587	\$ 314 775	\$ 28 577 471	\$ 12 591 000
Costo Kg	\$ 3 336	\$ 3 208	\$ -	\$ -
Costo ajustado a 90 Kg	\$ 300 255	\$ 288 784	\$ -	\$ -

TABLA 12 Analisis de la utilidad de los dos sistemas de produccion

CONCEPTO	CAMA PROFUNDA	PISO EN CONCRETO
Costo Unitario Kg de Carne	\$ 3 336	\$ 3 150
Costo Cerdo ajustado a 90 Kg	\$ 300 255	\$ 288 784
Precio de Venta Kg de Carne	\$ 3 800	\$ 3 800
Ventas Brutas	96 cerdos de 89 2 Kg	40 cerdos de 98 1 Kg
Ventas Brutas en Kg de carne	8563 2 Kg	3924 kg
Ventas brutas de carne en \$	\$ 32 540 160	\$ 14 911 200
Ventas de Cama en \$	\$ 1 600 000	\$ -
Ventas Totales	\$ 34 140 160	\$ 14 911 200
Utilidad en Ventas	\$ 5 562 689	\$ 2 320 200
Porcentaje de Utilidad	19 40%	18 40%

El sistema de Cama Profunda tuvo un incremento de \$ 128 por kilogramo de cerdo producido con respecto al sistema de Piso en Concreto debido al alto porcentaje de mortalidad donde los 96 cerdos finales debieron acarrear con todos los costos de los 4

cerdos muertos incluyendo el costo inicial Sin embargo este sistema ofrecio 1% mas de rentabilidad que Piso en Concreto y por lo tanto tiene un gran potencial productivo

5 CONCLUSIONES

- La ganancia diaria de peso fue de 602 gr/ día \ de 681 gr / día, en sistema de Cama Profunda \ sistema de piso en concreto respectivamente
- El porcentaje de mortalidad fue de 4% \ 0% en sistema de Cama Profunda \ en sistema de piso en concreto respectivamente
- El consumo de alimento fue de 1 8 Kg / animal / día \ 2 1 Kg / animal / día, en sistema de Cama Profunda \ en sistema de piso en concreto respectivamente
- La conversion alimenticia fue 3 15 \ 3 09 en sistema de Cama Profunda \ en sistema de piso en concreto respectivamente
- Se observo una menor incidencia de peleas en cerdos alojados en Cama Profunda
- En general los cerdos cebados en sistema de *Cama Profunda* presentaron una mayor incidencia de patologías que los alojados en sistema de piso en concreto

- El sistema de *Cama Profunda* tuvo un mayor porcentaje de rentabilidad que el sistema de piso en concreto
- El sistema de *Cama Profunda* tiene un gran potencial productivo
- El sistema de producción en *Cama Profunda* facilita la integración entre la explotación porcina y otros sistemas de producción, tanto agrícolas como pecuarios permitiendo un uso más apropiado de los recursos disponibles en la región si se observa al cerdo como un animal biotransformador de recursos y no solo como una unidad productora de proteína animal

6 RECOMENDACIONES

- Determinar la cantidad de cama y el tipo de instalaciones indicadas para establecer un sistema de *Cama Profunda* bajo las condiciones de Villavicencio con el fin de mejorar el rendimiento de los animales con respecto al obtenido en el presente estudio
- Establecer el impacto del sistema de producción *Cama Profunda* por medio de las demandas química y bioquímica de oxígeno
- Establecer la verdadera aplicabilidad del compost proveniente de la explotación de cerdos en sistema de *Cama Profunda* como fertilizante orgánico
- Hacer una evaluación en cuanto a las lesiones pulmonares de cerdos cebados en sistema de *Cama Profunda* y compararlos con las lesiones de cerdos cebados en sistema de piso en concreto
- Medir rendimientos en canal de los cerdos cebados en sistema de *Cama Profunda* para posteriormente compararlos con el rendimiento de cerdos en sistema de piso en concreto

- Evaluar la sostenibilidad del sistema de *Cama Profunda* asociado a otras explotaciones tanto pecuarias como agropecuarias

7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 ALFONSO S, M Medio Ambiente y Etologia en la Produccion Porcina En CERDOS-SWINE Universidad Autonoma de Xochimilco Mexico v 3 n 27 p 16 2002
- 2 ANNON L Hooped group leaps through hoops Leopold Center for sustainable agriculture annual report P 14 disponible en www.extension.iastate.edu/pic/reports/99swineresports/asl.pdf
- 3 ANONIMO Inmunidad y Patogenesis de las Enfermedades Respiratorias del Cerdo Revista Noticamborough PIC n 6 Medellin p 40 1995
- 4 ARMENDARIZ Y I R Incorporacion de Excretas de Cerdo a los Suelos de Yucatan EN SIMPOSIO NACIONAL SOBRE MANEJO DE DESHECHOS ORGANICOS DE GRANJAS PORCINAS (1^{er} 2002 Yucatan) Memorias (CD ROOM) I Simposio Nacional Sobre Manejo De Deshechos Organicos De Granjas Porcinas Yucatan 2002
- 5 ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES CORNARE CORANTIOQUIA Manejo de elementos de la Produccion Porcina que Pueden Causar Efectos Ambientales Convenio de Concertacion para la Produccion Mas

- 6 Limpia en el Sector Porcicola y Ambiental del Departamento de Antioquia
Medellin 1997
- 7 ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES – FONDO
NACIONAL DE LA PORCICULTURA CORPOICA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE COLOMBIA Sistemas de Tratamiento para Los Residuos de
la Industria Porcicola Artes Graficas Unidas Bogota D C 2000 8 – 9 p
- 8 ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES – FONDO
NACIONAL DE LA PORCICULTURA Manual Basico de Porcicultura
Bogota, D C Colombia 2002 25 26 p
- 9 BACKSTROM L Environment and animal health in piglet production ACTA
Veterinaria Scandinavica, Supplementum 41) AVSPAC (1973) 240 p
- 10 BARRAGAN A RODARTE LF TRUJILLO ME GALIDO F Evaluacion
Conductual y Produccion de Cerdos Destetados En CERDOS-SWINE
Universidad Autonoma de Xochimilco Mexico Año 3 No 30 2002
- 11 BELTRAN SALAZAR L S Manual de Porcicultura Universidad Nacional de
Colombia, sede Medellin Abril 2002 164 p

- 12 BRUMM M C HARMON J D HONEYMAN M S \ KLIEBENSTEIN J B
Structures for grow-finish swine En Agricultural Engineers Digest Mid West
Plan Service (MWPS) Ames I A (1997)
- 13 CONNOR M L Biotech Shelters Alternative Housing for Feeder Pigs IN
Proceedings I Manitoba Swine Seminar (1st 1993 Manitoba) Manitoba
Canada. 1993
- 14 CORREA E K Avaliação de diferentes tipos de cama na criação de suínos em
crescimento e terminação Dissertação (Mestre em Zootecnia)- Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel Curso de Pos-graduação em Zootecnia. Universidade
Federal de Pelotas Pelotas-RS 1998 91 p
- 15 CUEVAS PAVEZ L Viabilidad economica productiva \ ambiental de
instalaciones para cerdos America latina En CONGRESO LATINO
AMERICANO DE SUINOCULTURA (1^{ER} 2002 Foz de Iguazu) [CD
ROOM] Memorias del I Congreso Latino Americano De Suinocultura Foz de
Iguazu 2002
- 16 CUEVAS PAVEZ L Deep Bedding En TALLER DE PRODUCCION
PORCINA EN DEEP BEDDING (1o 2003 Pereira) Asociacion Colombiana
de Porcicultores Pereira 2003 16 p

- 17 CUJIÑO G R PARASITOS INTERNOS DE LOS CERDOS UNA NUEVA SOLUCION A UN VIEJO PROBLEMA En VI Seminario Internacional de Salud Porcina (4^{to} 2003 Bogota) Memorias del IV seminario Internacional de Salud Porcina Bogota 2003 p 93 - 100
- 18 CHARA O J D El Potencial de las Excretas Porcinas para su Uso Multiple y los Sistemas de Descontaminacion Productiva Centro para la Investigacion en Sistemas Sostenibles de Produccion Pecuaria (CIPAV) 1998
- 19 DA SILVA C A Cama Sobreposta A Importancia da Qualidade da Cama Departamento de Zootecnia Universidad Estadual de Londrina 2003 Disponible en www.Porkworld.com.br
- 20 DALZELL H W Manejo del suelo produccion y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion Boletin de Suelos de la FAO N° 56 1991
- 21 DANTZER R MORMEDE P El Estres en Sistemas de Confinamiento En CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA (1^{ER} 2002 Foz de Iguazu) [CD ROOM] Memorias del I Congresso Latino Americano De Suinocultura Foz de Iguazu 2002
- 22 DORFFER M le compostagem accesible aux gros excedents Pork Magazine No 314 p 129-130 1998

- 23 DOURMAND J Y Maitrise de la charge polluante des effluents des elevages porcins Journee Regionale EDE de Bretagne Loudeac le 20 novembre 1991 6 p
- 24 DRUMMOND J G CURTIS S A SIMON J NORTON H W Effects of aerial ammonia on growth and health of young pigs Journal Animal Science 1980 p 50
- 25 DUQUE O C G CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LAS EXCRETAS PORCINAS Y SU IMPACTO AMBIENTAL En MANEJO DE EXCRETAS PORCINAS E IMPACTO AMBIENTAL (1º 1996 Santa Fe de Bogota) Memorias Seminario Manejo de Excretas Porcinas E Impacto Ambiental Santa Fe de Bogota 1996
- 26 EKESBO I Animal health behavior and disease prevention in different environments in modern Swedish animal husbandry En Veterinarv Record Vol 93 (1973) p 36-39
- 27 EKESBO I Swedish deep-bedded housing systems for gestating sows Module II En Breeding Herd Facilities Management Swine Breeding Herd Management Certification Series Ames Iowa Pork Industry Center Iowa State University Extension (1995)



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 FACULTAD DE CIENCIAS
 INSTITUTO DE ECOLOGIA
 VIRAVICENCIO - Meta

- 28 EMBRAPA/CNPQA Dia de Campo sobre manejo e utilização de dejetos suínos (1994) 47p
- 29 FARIAS C D M BALLESTEROS G M I BENDEK M Variacion de Parametros Fisicoquimicos Durante un Proceso de Comostaje Revista Colombiana de Quimica Vol 28 No Bogota 1999
- 30 FORD D J HONEYMAN M S THACKER, B Parasites of Pigs Housed in a Hoop Structure and Confinement ISU Swine Report Research Management / Economics ASL-R1783 Iowa State University 2000
- 31 FRASER D Effect of Straw to the Behavior of Growing Pigs (1991) Citado por GENTRY Jessica G MILLER, Mark F McGLONE Jhon J Sistemas alternativos de produção Influencia sobre o crescimento dos suínos e a qualidade da carne En CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE CALIDAD DE CARNE SUINA Pork industry institute Texas Tech University (2001)
- 32 FRASER, D Selection of Bedded and Unbedded Areas by Pigs in Relation to Environmental Temperature and Behavior (1995)
- 33 FUNDACION NATURA Evaluacion de los Proyectos de Compostaje en el Ecuador Repamar Cepis GTZ Quito Ecuador 1998 Disponible en www.cepis.org.pe/eswww/repamar/GTZprove/compst/compost.htm

- 34 GADD J Getting to grips with pig muck In Pig Farming April 1973 p 31-33
- 35 GALLARDO A D Sistema de Produccion Porcina Con Utilizacion de Cama Profunda o Deep Bedding En MISION DE CAPTURA TECNOLÓGICA Y EMPRESARIAL Canada (2000) Disponible en <http://porkinfo.osu.edu/scianswers/deep+beeding/gallardo.html>
- 36 GALLARDO A D La Innovacion Tecnologica en la Produccion Porcina es Necesaria en el Momento Actual 2000 Disponible en www.chillan.udec.cl/medvet/pecuarias/index.html
- 37 GEGNER L Hooped shelters for hogs current topic (Iowa 2001) Disponible en <http://www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/hooped.pdf>
- 38 GENTRY J G MILLER M F McGLONE J J Sistemas Alternativos de Produção Influencia Sobre o Crescimento dos Suínos e a Qualidade da Carne En CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA Pork industry institute Texas Tech University (2001)
- 39 GIRALDO S La Porcicultura Antioqueña en el Campo Legal Ambiental Tecniagro 2001
- 40 GRUNDEY K El tratamiento de los residuos agrícolas y ganaderos Ediciones GEA Barcelona 1982 p 278-280

- 41 HILL J D Estudio Sobre Diferentes Tipos de Cama y su Incidencia en la Produccion de Cerdos Bajo el Sistema Deep Bedding Revista de Suinocultura Industrial No 143 Brasil Febrero-Marzo 1999
- 42 HILL J D Bedding Management for Large Pen Deep Bed Swine Finishing Facilities En INTERNATIONAL CONFERENCE OF SWINE HOUSING (1st 2000 Iowa) Procedures Swine housing first international conference Iowa (2000) 316 p
- 43 HOEKSTRA P VERDOES N OOSTHOEK J VOERMANS J A M Reduction of Ammonia Volatilization From Pig Houses Using Aerated Slurry as Recirculation Liquid Livestock Prod Sci 1992 31 p121-132
- 44 HONEYMAN M Small Scale Hoop Structures for Market Swine ISU Swine Report Research, Management/economic ASL-R1684 University State Iowa 1999
- 45 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION Tesis y otros trabajos de grado Bogota ICONTEC 102 p
- 46 JACOBSON L D and JOHNSON L J Odor and gas reduction from sprinkling soybean oil in a pig nursery ASAE Paper No 98-4125 St Joseph MI ASAE 1998

- 47 JACOBSON L D SCHMIDT D R NICOLAI R E and CLANTON C J
Evaluating the use of straw and other floating materials to control odor and
gases from pig manure storage units ASAE Paper No 994134 St Joseph MI
ASAE 1999
- 48 JACOBSON L D GUO H SCHMIDT D R NICOLAI R E ZHU J and
JANNI K A Development of an Odor Rating System to Estimate Setback
Distances From Animal Feedlots Odor From Feedlots-Setback Estimation Tool
(OFFSET) ASAE Paper No 004044 St Joseph MI ASAE 2000
- 49 KERMARREC C Bilan et transformations de l'azote en élevage intensif de
porcs sur litière These de Docteur N° 99-24 D-32 1 ENSA de Rennes
France 272 p 1999
- 50 LARSON M E HONEYMAN M S HARMON J D PENNER A D
Performance of Finishing Pigs in Hoop and Confinement during Summer and
Winter ISU Swine Report Research Management/economic ASL-R1682
University State Iowa 1998
- 51 LEON D J S Impacto Ecologico de la Produccion Animal Intensiva. el Caso de
la Porcicultura En LA PRODUCCION PORCICOLA EN MEXICO
CONTRIBUCION AL DESARROLLO DE UNA VISION INTEGRAL Editor
Luis Kato Maldonado Universidad Autonoma Metropolitana 1995 p 277-290

- 52 LO C Application and pratic of the pig-on-litter system in Hong Kong
Workshop on Deep-Litter System for Pig
- 53 MACKIE R I STROOT P G and VAREL V H Biochemical Identification
and Biological Origin of Key Odor Components in Livestock Waste En Journal
Animal Science No 76 1998 p1331-1342
- 54 MANUAL MERK DE VETERINARIA oceano/Centrum 4ta edicion Barcelona
España. 1993 p 614-616
- 55 MARISCAL LANDIN G Efecto del Programa de Alimentacion Sobre el
Contenido de Nutrimentos en las Excretas Porcinas Capitulo 7 Tecnologias
Disponibles para Reducir el Potencial Contaminante de las Excretas de Granjas
Porcicolas Disponible en
www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/\6372s/\6352s07.htm
- 56 MAZE J THEOBALD O POTOCKY P Optimisation du compostage du
lisier de porc avec des residus ligno-cellulosiques Journees Rech Porcine en
France 31 91-98 Paris 1999
- 57 McGLONE J J Finishing pigs in less intensive production systems En
SYMPOSIUM ON SWINE RAISED OUTDOORS (2th 1999 Concordia)
Memorias del 2th Symposium On Swine Raised Outdoors Concordia 1999
p136

- 58 MILLER I T The husbandry of pigs housed intensively En Intensive Livestock Farming London 1968 p 65
- 59 MONTOYA-GOMEZ Produccion de Composta Direccion General de Obras y Servicios Generales Vivero Bajo UNAM Instituto de Biologia-Jardin Botanico 1997 p 1-5
- 60 MORALES D RUENES M M R y JIMENEZ O J J Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia EN SIMPOSIO NACIONAL SOBRE MANEJO DE DESHECHOS ORGANICOS DE GRANJAS PORCINAS (1^{er} 2002 Yucatan) Memorias (CD ROOM) I Simposio Nacional Sobre Manejo De Deshechos Organicos De Granjas Porcinas Yucatan 2002
- 61 MOSER A M Estiercol de cerdo Recoleccion Tratamiento y Uso Como Fertilizante Para Cultivos En (1^o 1996 Santa Fe de Bogota) Memorias Seminario Manejo de Excretas Porcinas E Impacto Ambiental Santa Fe de Bogota 1996
- 62 MUÑOZ LUNA A Bienestar de los Cerdos Las Normas Europeas y Una Propuesta de Bienestar Razonable En CONGRESO LATINOAMERICANO DE SUINOCULTURA (1^{ro} 2002 Foz de Iguazu) [CD ROOM] Memorias del I Congreso Latino Americano De Suinocultura Foz de Iguazu 2002

- 63 NICKS B DESIRON A CANART B Bilan environnemental et zootechnique de l'engraissement de quatre lots de porcs sur litière bio maîtrisée
En Journées de Rech Porcine en France Vol 27 (1995) p 337-342
- 64 NIELSEN E O Associations Between Housing System Management and Lameness in Slaughter Pigs IN Congress of the International Pig Veterinary Society (17th 2002 Iowa) [CD ROOM] Proceedings of the 17th Congress of the International Pig Veterinary Society Ames Iowa, 2002
- 65 NOTICAMBOROUGH Inmunidad y Patogenesis de las Enfermedades Respiratorias del Cerdo Revista Noticamborough PIC n 6 Medellin p 40 1995
- 66 OLIVEIRA P A V Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos EMBRAPA-CNPQA Documentos 27 1993 p188
- 67 OLIVEIRA P A V de COSTA R H R da, TROGLIO J Lagoons for treatment of waste products from hogs Example of COOPERCENTRAL En INTERNATIONAL SPECIALIST CONFERENCE AND WORKSHOP- WASTE STABILISATION PONDS TECHNOLOGY AND APPLICATIONS IAWQ (1995 João Pessoa, PB Brasil) 1995
- 68 OLIVEIRA P A V ROBIN P KERMARREC C SOULOUMIAC D DOURMAD J Y Comparaison de l'évaporation d'eau en élevage de porcs sur litière de sciure ou caillottes intégrales

- 69 OLIVEIRA P A V Produção de suínos em sistemas deep bedding experiência brasileira (Concordia, SC Brasil) 1999 Disponível em http://www.cnpsa.embrapa.br/publicações/anaís_oliveira.pdf
- 70 OLIVEIRA P A V Comparaison des systèmes d'élevage des porcs sur litière de sciure ou caillbotis intégral Thèse de Docteur No 99-24 p 272 1999 citado por OLIVEIRA 2000
- 71 OLIVEIRA P A V DIESEL R Edificação para a produção agroecológica de suínos En Fases de crescimento e terminação Comunicado Técnico 245 Feb 2000 p 1-2
- 72 OLIVEIRA P A C Programas eficientes de controle de dejetos na suinocultura. En CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA (1^o 2002 Foz de Iguaçu) [CD ROOM] Memórias del I Congresso Latino Americano De Suinocultura Foz de Iguaçu 2002
- 73 ORGANIC CONSUMERS ASSOCIATION Antibiotics in Pig Manure & Urine Getting into Water Supply Disponível em www.organicconsumer.org/search.htm
- 74 PALHARES J C CALIJURI M C Impacto de Sistemas de Produção Suinícola na Qualidade dos Recursos Hídricos EN memórias del I Congreso

Latinoamericano de Suinocultura (1^{ro} 2002 Foz de Iguazu) Foz de Iguazu
2002

75 PEET-SCHWERING C M C van der HARTOG L A den Manipulation of pig
diets to minimize the environmental impact of pig production in the
Netherlands Pig News and Information 1999 21 p53-58

76 PEREZ ESPEJO R Ganaderia Porcina y medio ambiente Mexico Ganadero
julio de 1992 p 25

77 PEREZ ESPEJO R Porcicultura Sostenible y Medio Ambiente en Mexico
Situacion Actual y Perspectivas Universidad Nacional Autonoma de Mexico
UNAM 2003 disponible en
www.unam.edu.mx/conferencia/impactoambiental/porcinos.html

78 PORCILINEAS Deep Bedding un Sistema de Produccion de Cerdos que
Requiere Tecnologia Pero Minima Infraestructura. Asociacion Colombiana de
Porcicultores- Fondo Nacional de la Porcicultua. Año 1 No 2 Noviembre 2001

79 POSTGATE J Nitrogen Fixation 3^a ed Cambridge University Press
Cambridge 1998 112p

80 RICHARD T L and SMITS S Management of bedded-pack manure from
swine hoop structures ASAE paper no 984127 St Joseph, MI ASAE 1998

- 81 ROBIN P OLIVEIRA P A V KERMARREC C Productions d ammoniac de proto\nde d azote et d eau par differentes litières de procs durant la phase de croissance Journees Rech Porcine en France 30 111-115 Paris 1999
- 82 ROPPA L A suinocultura na america latina. En CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA (1^{IR} 2002 Foz de Iguazu) [CD ROOM] Memorias del I Congresso Latino Americano De Suinocultura Foz de Iguazu 2002
- 83 ROPPA L Deep Bedding En Revista Suinocultura Industrial No 143 (Feb - Mar 2000)
- 84 SNEATH R IENG W and CLARKSON C A standard that ensures repeatable odour measurements En Air Pollution from Agricultural Operations INTERNATIONAL CONFERENCE ASAE (2TH 2000 St Joseph) Proceeding of the Second International Conference ASAE St Joseph MI 2000 pg 170-179
- 85 THORNTON K Outdoor Pig Production Farming Press Ipswich Free range pigs carcass characteristics and meat quality En INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY (35TH 1998 Dinamarca) p 202-205

86 VANDERHOLM D H Handling of manure from different livestock and management system Journal Animal Science 1979 48 p113-120

87 WHITEHEAD D C Grassland Nitrogen CAB International Wallingford IN Congress of the International Pig Veterinary Society (17th 2002 Iowa) [CD ROOM] Proceedings of the 17th Congress of the International Pig Veterinary Society Ames Iowa 2002

8 ANEXOS

ANEXO 1 Anava ganancia de peso

<i>Fuente de variacion</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F critico</i>
TRATAMIENTOS	7876 563	1	7876 563	3 639711	18 51276
ERROR	4328 125	2	2164 063		
Total	12204 69	3			

ANEXO 2 Anava consumo diario de alimento

<i>Fuente de variacion</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F critico</i>
TRATAMIENTOS	0 0529	1	0 0529	65535	18 51276
ERROR	0	2	0		
Total	0 0529	3			

ANEXO 3 Anava conversion

ANAVA CONVERSION

<i>Fuente de variacion</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F critico</i>
TRATAMIENTOS	0 0036	1	0 0036	0 078091	18 51276
ERROR	0 0922	2	0 0461		
Total	0 0958	3			

ANEXO 4 Parametros de todos los lotes de ceba sin ajustar

PARAMETRO	CAMA PROFUNDA				CONCRETO	
	CPII	CPIV	CPI	CPIII	CF I	CFII
Dias de permanencia	125	106	103	104	83	109
No animales inicial	20	30	20	30	20	20
No animales final	19	28	19	30	20	20
Mortalidad	1	2	1	0	0	0
% de mortalidad	5	6 6	5	0	0	0
Peso inicial promedio	28 5	20	28 5	26 9	28 5	24 5
Peso inicial total	580	600	580	807	570	490
Peso final promedio	95 18	82 65	94 45	94 38	89	94 94
Peso final total	1903 6	2479 5	1889	2831 4	1780	1898 8
Ganancia de peso Total	1323 7	1879 5	1309 1	2024 4	1210	1408 8
Ganancia Peso/Animal	66 18	62 65	65 45	67 48	60 5	70 44
Ganancia Peso/Animal/D	528	588	629	640	728	642
Consumo Alimento Total	4505	5700	4050	6102	3498	4625 2
Consumo Alimento/Animal	225 25	190	202 5	203 4	174 9	231 2
Con Alimento/Animal/D	1 8	1 8	1 94	1 94	2 1	2 11
Conversion	3 4	3 06	3 1	3 04	2 9	3 28

ANEXO 5 Registro de consumo de alimento para cerdos en finalizacion

	PORCÍCOLA LA FLORIDA											
	REGISTRO DE CONSUMO EN FINALIZACIÓN											
	CORRAL No _____											

FECHA INICIACIÓN _____ FECHA FINALIZACIÓN _____ FECHA DESTETE _____ EDAD DESTETE _____ EDAD X AL INICIO _____	No INICIAL DE CERDOS _____ No FINAL DE CERDOS _____ PESO TOTAL INICIAL _____ X PESO TOTAL FINAL _____ X EDAD X AL FINALIZAR _____
---	---

SFM	CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO							TOTAL SEMANA	ACUMULADO	OBSERVACIONES	
	L	M	M	J	V	S	D			FECHA	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											