



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título:

INGENIERA ZOOTECNISTA

**“SISTEMA AUTOMATIZADO DE CÁLCULO DE INDICADORES TÉCNICOS Y
ECONÓMICOS PARA GRANJAS DE CERDOS”**

AUTORA:

CATHERINE SOFIA INCA PARRA

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **CATHERINE SOFÍA INCA PARRA**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 28 de Febrero de 2018.



CATHERINE SOFÍA INCA PARRA

C.I.060400416-8

Este Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal



Ing.M.C.Julio César Benavides Lara

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Luis Gerardo Flores Mancheno, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Dr. M.C. Alex Arturo Villafuerte Gavilanez

ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 28 de Febrero del 2018

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento infinito al Dios dueño de nuestras vidas quien ha permitido que llegue a cumplir con éxito mis metas, dándome la sabiduría y el entendimiento.

A mi madre y amiga Elsitá, esa mujer luchadora que con sus consejos y enseñanzas ha logrado guiarme por el duro camino de la vida.

A mi bella hija Odalis quien haría que todo lo que me proponga sea posible con ella de mi mano.

A la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo particularmente a la Escuela De Ingeniería Zootécnica por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente e integralmente, logrando así ser alguien útil y al servicio del sector pecuario de nuestro país.

Finalmente quiero agradecer a todos mis amigos y familiares que confiaron en que este bello sueño se haría una hermosa realidad.

DEDICATORIA

A mi único y verdadero amor Scarlette Odalis Vera Inca, porque con tan solo ver su carita desde el día que la tuve en mis brazos me impulso a dar lo mejor de mí y haciéndome saber que a su lado todo sería posible, por batallar conmigo a lo largo de mi carrera y dándome esas fuerzas sobrenaturales para nunca desmayar, le pido a mi Dios que te Bendiga Siempre y que te ilumine y guie cada paso que des en este camino al que llamamos vida.

Te amo hija mía amor de mamá.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	V
Abstract	VI
Lista de Cuadros	VII
Lista de Gráficos	VIII
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	2
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. DEFINICIÓN DE LA PORCICULTURA	3
B. SITUACIÓN MUNDIAL Y LOCAL DE LA PORCICULTURA	3
1. <u>Panorama de la porcicultura en el mundo</u>	3
2. <u>Contexto de la porcicultura ecuatoriana</u>	6
C. SITIOS DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO A LAS ETAPAS FISIOLÓGICAS DE LOS CERDOS.	8
1. <u>Sitio uno</u>	8
a. Cerdas de remplazo	8
b. Cerda Gestante, Lactante, Vacía	9
c. Verraco	10
2. <u>Sitio dos</u>	10
a. Etapa de destete	10
b. Etapa inicial	10
3. <u>Sitio tres</u>	11
a. Etapa de crecimiento	11
b. Etapa de engorde	11
D. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DEL CERDO	11

1. <u>Hembra</u>	12
2. <u>Macho</u>	12
3. <u>Ciclo productivo</u>	13
E. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PORCINA	14
1. <u>Sistema de producción extensivo.</u>	14
2. <u>Sistema de producción semi- intensivo.</u>	15
3. <u>Sistema de producción intensivo.</u>	16
F. ÍNDICES PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS	19
1. <u>Indicadores productivos</u>	21
a. Madres trabajando	21
b. Porcentaje de mortalidad en lactancia	21
c. Promedio de lechones destetados	21
d. Porcentaje de mortalidad por destete	22
e. Destetado por hembra por año	22
f. Vendidos por hembra por año	22
g. Conversión alimenticia total en granja	22
h. Kg de cerdo producido	23
2. <u>Parámetros reproductivos</u>	24
a. Viabilidad de montas/parto	25
b. Porcentaje de cerdas vacías	25
c. Partos por hembra por año	25
d. Total de nacidos por parto	25
e. Nacidos vivos por parto	25
f. Nacidos muertos por parto	25
g. Nacidos momificados por parto	25
h. Mortalidad predestete por año	26
i. Porcentaje de mortalidad en lactancia	26
j. Porcentaje de mortalidad por destete	26

k. Promedio de lechones destetados	26
3 <u>Indicadores técnicos en cada una de etapas productivas del cerdo</u>	26
a. Indicadores técnicos en la etapa de reproducción	26
1. Número de cerdas presentes por medio	26
2. Porcentaje de reemplazos	27
3. Número de partos por cerda por año	27
4. Número de lechones nacidos por partos	27
5. Número de lechones nacidos vivos por partos	28
6. Porcentaje de mortalidad durante la lactancia	28
7. Número de lechones destetados por parto	28
8. Número de lechones destetados por cerdos por año	28
b. Indicadores técnicos en la etapa de levante	29
1. Kilos de alimentos por animal	29
2. Costo de alimentación por levante/animal	30
3. Ingreso promedio por levante vendido	30
4. Peso promedio por levantes	30
5. Aumento diario de peso	31
6. Conversión alimenticia	31
7. Porcentaje de mortalidad	31
c. Indicadores técnicos en la etapa de engorde	32
1. Kilogramo de alimento en engorde/animal	32
2. Costo de alimentación en engorde animal	32
3. Peso promedio en engorde	33
4. Ingreso promedio por animal cebado vendido	33
5. Aumento diario de peso	33
6. Conversión alimenticia	34
7. Porcentaje de mortalidad	34
G. MODELOS DE SIMULACIÓN	35

1. <u>Proceso de simulación</u>	35
2. <u>Simulador por computadora</u>	37
3. <u>Software para la elaboración de modelos de simulación</u>	37
4. <u>Registros</u>	38
5. <u>Tipos de Software en Porcicultura</u>	38
a. Sistema de gestión de la producción porcina Pig-Champ	39
b. Sistema de gestión porcina HMBOOT4	40
c. Programa porcino Porcitec Studio 20065	40
d. FARMER® Porcino	41
e. PIGWIN®	41
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	43
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	43
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	43
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	43
1. <u>Materiales</u>	43
2. <u>Equipos</u>	43
3. <u>Instalaciones</u>	44
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	44
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	44
1. <u>Mediciones Sitio I</u>	44
2. <u>Mediciones Sitio II</u>	45
3. <u>Mediciones Sitio III</u>	45
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	46
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	46
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	47
1. <u>Recopilación de información productiva y reproductiva</u>	47
2. <u>Clasificación y ordenamiento de información productiva y reproductiva</u>	47
3. <u>Creación de plataforma informática para el ingreso de datos</u>	47

4. <u>Análisis de requisitos</u>	48
5. <u>Especificación</u>	48
6. <u>Diseño y arquitectura</u>	48
7. <u>Programación</u>	48
8. <u>Prueba</u>	48
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	49
A. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE CÁLCULO DE INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS PARA GRANJAS DE CERDOS.	49
1. <u>Ingreso al sistema.</u>	49
2. <u>Barra de menús</u>	50
a. Menú administrar	50
b. Menú ingreso de datos	50
c. Menú reportes	51
B. MANEJO GENERAL DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE CÁLCULO DE INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS PARA GRANJAS DE CERDOS.	52
1. <u>Incorporación de usuarios</u>	52
2. <u>Incorporación de granjas</u>	53
3. <u>Definición de etapas fisiológicas de acuerdo a la granja</u>	53
4. <u>Ingreso de información mensual de acuerdo a la etapa fisiológica.</u>	54
a. Etapa de vacía	54
b. Etapa de gestación	56
c. Etapa de maternidad	57
d. Etapa de preceba o desarrollo	59
e. Etapa de engorde	60
C. REPORTES DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE CÁLCULO DE INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS PARA GRANJAS DE CERDOS.	61
1. <u>Reportes mensuales</u>	61

a. Reporte sitio 1	61
b. Reporte sitio 2	62
c. Reporte sitio 3	63
2. <u>Reportes anuales</u>	64
a. Reporte sitio 1	64
b. Reporte sitio 2	64
c. Reporte sitio 3	64
3. <u>Reportes gráficos</u>	65
a. Reportes gráficos individuales	66
b. Reportes gráficos comparativos	67
V. <u>CONCLUSIONES</u>	68
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	69
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	70

RESUMEN

En la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se planteó: Identificar los parámetros técnico-productivos registrados periódicamente en las granjas de producción porcina de acuerdo a los diferentes sitios y etapas de producción; utilizándose los registros productivos y reproductivos existentes en una base de datos correspondientes al periodo 2010 - 2016 de siete granjas de producción porcinas, luego se clasificó y agrupó la información de acuerdo a la etapa fisiológica y acorde a cada uno de los sitios de producción porcina existentes en las granjas, esta información se ingresó a una plataforma de desarrollo integrado libre NetBeans IDE 6.5 desarrollado principalmente para el lenguaje de programación Java, los datos de los registros se analizaron mediante el empleo de la estadística descriptiva. Determinando que el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, está constituido de información de entrada acorde a las etapas fisiológicas, información de salida mediante reportes de indicadores productivos y reproductivos mensual y anual, así como también reportes de gráficos de comportamiento de parámetros a través del tiempo. Se recomienda utilizar el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, considerando los diferentes aspectos que permitan mejorar la gestión en las granjas existentes en nuestro país, a fin de alcanzar una óptima producción.



ABSTRACT

In the Faculty of Animal Sciences of the Polytechnic Superior School of Chimborazo, it was proposed: Identify the technical-productive parameters registered periodically in the pig farms production according to the different sites and stages of production; using existing productive and reproductive records in a database for the period 2010-2016 of seven pig production farms, then classified and grouped the information according to the physiological stage and according to each of the existing pig production sites on the farms, this information was entered into a free integrated development platform NetBeans IDE 6.5 developed mainly for the Java programming language, the data of the records were analyzed by using descriptive statistics. Determining that the automated system of calculation of technical and economic indicators for pig farms, is composed of input information according to the physiological stages, output information through reports of productive and reproductive with monthly and annually indicators, as well as reports of graphs of behavior of parameters over time. It is recommended to use the automated system of calculation of technical and economic indicators for pig farms, considering the different aspects that allow to improve the management in the existing farms in our country, in order to reach an optimal production.



LISTA DE CUADROS

No.		Pág.
1.	IMPORTANCIA PORCENTUAL DEL CENSO PORCINO MUNDIAL POR CONTINENTES.	4
2.	CINCO PRIMERAS REGIONES PRODUCTORAS DE CARNE DE CERDO.	4
3.	CENSO PORCINO EN LOS PAISES SUDAMERICANOS.	5
4.	CICLO PRODUCTIVO DE LA CERDA REPRODUCTORA.	10
5.	ETAPAS PRODUCTIVAS DE LOS CERDOS.	11
6.	CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN LAS CERDAS.	12
7.	COMPARACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN DISTINTAS ESPECIES.	20
8.	COMPARACIÓN DE CONVERSIÓN, KILOS PRODUCIDOS/HEMBRA/AÑO Y RINDE DE FAENA ENTRE DIFERENTES ESPECIES ZOOTÉCNICAS.	21
9.	PRINCIPALES PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CERDOS.	23
10.	PARÁMETROS REPRODUCTIVOS PARA GRANJAS PORCINAS DE CICLO COMPLETO.	24
11.	METAS EN REPRODUCCIÓN EN PORCINOS	29
12.	METAS PARA ANIMALES DE 20-100 KG	34

LISTA DE GRÁFICOS

No.		Pág.
1.	Ciclo productivo del porcino.	13
2.	Entrada al sistema automatizado de cálculo de indicadores porcinos	49
3.	Opciones del menú administrar en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	50
4.	Opciones del menú ingreso de datos en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	51
5.	Opciones del menú reportes en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	51
6.	Creación y adición de usuarios el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	52
7.	Adición de granjas en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	53
8.	Definición de las etapas fisiológicas de producción en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	54
9.	Formato para el ingreso de la información en la etapa de vacías dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	56
10.	Formato para el ingreso de la información en la etapa de gestación dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	57
11.	Formato para el ingreso de la información en la etapa de maternidad dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	58
12.	Formato para el ingreso de la información en la etapa de preceba ó desarrollo dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	59

13.	Formato para el ingreso de la información en la etapa de engorde dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	60
14.	Formato para la emisión de reportes mensuales emitidos por el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y 64económicos para granjas de cerdos.	63
15.	Formato para la emisión de reportes anuales emitidos por el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos	65
16.	Selección de variables y granjas para la obtención de reportes gráficos a través del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos	66
17.	Reporte grafico de comportamiento emitido por el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	66
18.	Reporte grafico comparativo de comportamiento emitido por el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.	67

I. INTRODUCCIÓN

El cerdo es la especie animal cuyas bondades han sido apreciadas por el hombre desde tiempos inmemoriales ya que se considera que es una de las especies con mayor potencial carnicero y una de las más consumidas en el mundo por su alto valor nutritivo, razón por la cual se halla clasificado entre los alimentos más completos de consumo humano. Desde 1990 hasta la actualidad, la carne de cerdo ha sido la de mayor participación en comparación con la carne aviar y la carne vacuna. Las exportaciones a nivel mundial alcanzan 6,8 millones de toneladas de carne porcina, concentradas en un 65 % en Estados Unidos y Unión Europea (Zambrano & Zambrano, 2017).

En las últimas décadas una serie de importantes mejoras en las tecnologías de la cría de cerdos han transformado la producción porcina comercial en una industria con un alto nivel de insumos y elevado rendimiento, todo esto para aprovechar plenamente el potencial genético de las razas utilizadas en los modernos sistemas de producción, esto no sucede con los pequeños productores que les resulta difícil contar con el nivel de inversión necesario, por lo que su participación en el mercado es también más difícil.

Actualmente el censo porcino mundial está en torno a los mil millones de cabezas; y la producción de carne de cerdo se ha multiplicado por casi 4,6 puntos desde los años sesenta del siglo pasado (FAOSTAT, 2016).

En Ecuador, a finales del año 2010 se realizó el primer censo porcino georeferenciado en el cual arroja que en el país existen 1.737 granjas porcinas con 20 o más animales o con al menos 5 madres, existiendo más de 100 mil productores domésticos (traspatio), lo que da un total de 1,4 millones de cerdos, por su parte la mayoría de la carne de cerdo producida proviene de los criaderos traspatio, generando en este tipo de crianza 88.911 Tn de carne en 2010 y en las explotaciones tecnificadas las 45.614 Tn con un consumo per cápita de 9,5 Kg/persona/año (ASPE, 2007).

El mayor porcentaje de granjas y de animales se encuentran en las regiones Sierra y Costa, las cuales cuentan con el 79 % de las granjas registradas y el 95 % de la población porcina. En la Región Amazonía y Galápagos se encuentra el 21 % restante de las granjas y solamente el 5 % de los porcinos.

A pesar del incremento que en los últimos años que ha tenido la producción de cerdos en Ecuador, así como las mejoras en la tecnificación de la misma, una problemática a la que se enfrentan muchos productores, es que la mayoría de los sistemas automatizados para la gestión técnica de uso cotidiano en el tratamiento de la información de las granjas, son diseñados para países desarrollados, donde aspectos como la alimentación y la obtención de reproductoras de reemplazo no es un problema (Marcos, 2013).

Los sistemas tradicionales de explotación porcina no disponen de un manejo técnico ni de una tecnología adecuada lo que retrasa la eficiencia en la producción, por esta razón se debería crear y utilizar una plataforma que ofrezca la disponibilidad de integrar la información de los diferentes sitios de producción porcina sobre un sistema automatizado, considerado la información periódica para obtener una descripción cuantitativa de los procesos, a fin de identificar los aspectos que en mayor o en menor grado afectan a los diferentes sistemas de producción, por lo cual el uso de modelos de simulación y programación lineal son una ayuda básica en el análisis de sistemas.

Por lo manifestado, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- ✓ Identificar los parámetros técnico-productivos registrados periódicamente en las granjas de producción porcina de acuerdo a los diferentes sitios y etapas de producción.
- ✓ Establecer los procedimientos de cálculo, para la determinación de los diferentes indicadores técnicos y económicos de mayor importancia en los diferentes sitios de producción de cerdos.
- ✓ Constituir un sistema automatizado para la obtención de reportes de los indicadores técnicos y económicos en las granjas porcinas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. DEFINICIÓN DE LA PORCICULTURA

Mejía (2012), señala que la porcicultura es la crianza de cerdos con fines industriales, o sea para su faena, conociendo todos los principios en los cuales se fundamenta la crianza. Estos fines industriales no excluyen que se realice solo para el ámbito familiar. Saber la técnica o provecho que se puede sacar del cerdo según las condiciones del clima, facilidades del transporte, disposición de herramientas de trabajo, de manda de los productos y mercado. De todo esto se deducen las enseñanzas prácticas que se deben aplicar en el manejo de la industria, para que el productor tenga el mínimo de gastos (egresos) y mayor rendimiento económico (ingresos).

La porcicultura se puede considerar para la gran familia rural como un medio de transformar en carne o grasa productos o subproductos de la granja como (granos, pasto, tubérculos, frutas, etc.) o desechos de otras producciones (suero de leche, podas, raleo), logrando que se constituyan en una fuente de producción de alimentos con pequeña inversión de capital, por otro lado se puede considerar la porcicultura como industria, esta requiere conocimientos de zootecnia, economía y administración, e inversión de capital con un sentido de responsabilidad y estudio planificado, con el fin de producir un alto porcentaje de rentabilidad al capital invertido y amortizar el mismo a corto plazo.

B. SITUACIÓN MUNDIAL Y LOCAL DE LA PORCICULTURA

1. Panorama de la porcicultura en el mundo

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2000), estima que la población mundial de cerdos es de 907 millones de

cabezas, que comprenden 534 millones en Asia, 204 millones en Europa, 73 millones en América Latina y el Caribe, 72 en EE. UU. y Canadá, 19 millones en África y 5 millones en Oceanía.

El cerdo es un animal de importancia mundial y existe una población de a nivel mundial de 985.673.301 (FAO, 2014). Asia es el continente con mayor población porcina, tal como se presente en el cuadro 1 (FAO, 2014).

Cuadro 1. IMPORTANCIA PORCENTUAL DEL CENSO PORCINO MUNDIAL POR CONTINENTES.

Región	Porcentaje (%)
Asia	59,9
Europa	18,8
Américas	17,2
África	3,5
Oceanía	0,5

Fuente: FAO, (2014).

El cerdo domestico es explotado en todo el mundo; según la FAO (2012), los cinco primeros productores de carne de cerdo a nivel mundial son los que se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2. CINCO PRIMERAS REGIONES PRODUCTORAS DE CARNE DE CERDO.

País	Participación producción mundial (%)
China	49,4
Unión Europea	21,8
Estados Unidos	9,9
Brasil	3,1
Federación de Rusia	2,2

Fuente: FAOSTAT (2012).

China es el país con el mayor número cabezas porcinas presentando casi la mitad de la población mundial con el 49.40 %; a este le sigue la unión europea con 21,8 %, lejanamente Estados Unidos con un 9,9 %, Brasil con un 3.1 % y finalmente la Federación de Rusia con el 2,2 %.

El continente americano cuenta con un total de 169.902.095 cabezas de ganado porcino de acuerdo al censo del 2014, experimentando un crecimiento positivo desde 1961, pero inferior al crecimiento mundial (1,47 versus 2,42). Dentro del continente, en porcentajes tenemos que Norteamérica representa el 49,29 %, seguido de Sudamérica con el 39,23 %, Centroamérica con el 12.8 % y el Caribe con el 2.21 %. Dentro del censo porcino 2014 en Sudamérica, Brasil es el país con mayor número de animales (37.930.307) y Ecuador se ubica en el octavo lugar (1.910.319), como se observa en el cuadro 3 (FAO, 2014).

Cuadro 3. CENSO PORCINO EN LOS PAISES SUDAMERICANOS.

País	Censo
Brasil	37930307
Colombia	5897066
Argentina	4692103
Venezuela	3808563
Perú	3231581
Bolivia	2933413
Chile	2431449
Ecuador	1910319
Paraguay	1229760
Uruguay	208000
Suriname	36422
Guyana	12600
Guayana francesa	4850

Fuente: FAO (2014).

La producción de carne porcina en el año 2014 en el mundo fue de 115.313.734 toneladas y dentro de Sudamérica 19.428.119 toneladas, lo cual representa un 16,84 % de la producción mundial (FAO, 2014).

2. Contexto de la porcicultura ecuatoriana

Zambrano & Zambrano (2017), indican que hace algunos años atrás la producción de cerdos se limitaba a una labor poco tecnificada de crianza en patios, alimentados de desechos de cocina. La imagen de este tipo de producción y en sí de los cerdos era la de animales portadores de varias enfermedades, entre ellas la triquinosis y la gripe porcina, la primera causada por comer carne casi cruda de animales que han sido criados bajo condiciones insalubres, actualmente esta es una labor más tecnificada, y dadas las nuevas exigencias de los mercados, las producciones ahora son más sanitarias y especializadas.

Según Zambrano & Zambrano (2017), en un censo del 2009-2012 la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad del Agro revela que la población directamente vinculada al sector porcícola, en fincas dedicadas a la producción industrial, bordea las 24 mil personas; y la indirectamente beneficiada llega a las 50 mil personas. En contraste con las 74 mil personas involucradas directa o indirectamente en la producción industrial, las personas involucradas en la tenencia y producción de traspatio y familiar bordea los 2 millones de personas que se benefician de la producción de cerdos, estos se explotan en modalidad de producción familiar, producción comunitaria y alcancías familiares.

Según datos del INEC (2014), señalan que en el país al año 2012, se registraron 1,2 millones de cabezas de ganado porcino.

La Asociación de Porcicultores del Ecuador ASPE, (2013) reporta que en el país existen 1737 granjas porcinas con 20 o más animales o con al menos 5 madres. El mayor porcentaje de granjas y de animales se encuentran en las regiones Sierra y Costa, con el 79% de las granjas registradas y el 95% de la población porcícola. La Amazonía y Galápagos concentran el 21% de las granjas y solamente el 5% de los porcinos tomado de la Asociación de Porcicultores del Ecuador.

La producción porcina está caracterizada por fincas empresariales que cuentan con sistemas de producción intensiva, las que representan el 3% del número de granjas y tienen el 73% de la población porcina y un gran grupo de pequeñas y medianas granjas (semitecnificadas) que son el 97% del total y poseen el 27% de los cerdos.

El 85% de la población censada (262,444 cerdos) son categorías destinadas a la producción y reemplazo de la producción de este porcentaje el 47% son para engorde, el 23% son lechones y el 30% levante. El 15% de cerdos (48,163 animales) son destinados para la reproducción; de las cuales las más numerosas son las madres o vientres con el 74% de la población de esta categoría, seguida de las chanchillas o machos de reemplazo con el 22%, y finalmente los verracos con el 5%. Con esta información poblacional, se obtiene que la relación cerdos en producción/madres sería de 16,83; es decir que una madre está produciendo 16,83 cerdos por año.

En las fincas tecnificadas esta relación es en promedio de 22,4 cerdos/madre/año mientras que en las fincas no tecnificadas es en promedio de 9,6 cerdos/madre/año es decir que una finca tecnificada obtiene casi tres veces más cerdos por madre que una finca pequeña o mediana no tecnificada. La relación entre madres y verracos es de un verraco por cada 15 madres (Agrocalidad, 2013).

De acuerdo a las respuestas obtenidas en el censo, el 73% de los productores venden los cerdos al intermediario, el 11% directamente al camal, el 14% en las ferias de ganado en pie y apenas el 2% de las granjas comercializa directo con la industria de cárnicos. La gran mayoría de productores, especialmente los pequeños, tienen una gran dependencia de los intermediarios y en pocos casos se presenta una relación directa con las industrias procesadoras. Mendoza (2014), manifiesta que el consumo de carne porcina en Ecuador ha aumentado de 7 kg/persona/año en el año 2007 a 10 kg/persona/año en el año 2013. El aumento de población y crecimiento en el ingreso de las personas, ha generado que el consumidor pueda elegir lo que quiere comer y teniendo elección con base a confianza y salud. En consecuencia, el desarrollo de producción tecnificada y semitecnificada en Ecuador, ha aumentado de 87,000 TM de carne/año producidas en el año 2007 a 117,708 TM de carne/año en el año 2013, dejando atrás la producción de traspatio (ASPE, 2013).

El incremento en el consumo de carne porcina en Ecuador genera la posibilidad de establecer nuevas granjas porcinas que sean tecnificadas, de manera de

incrementar la oferta de carne de calidad en el mercado, en beneficios colaterales como ofrecer oportunidades de empleo y dinamizar al sector agropecuario del país. Mientras que haciendo una comparación con las cifras del sector porcícola en el año 2010 vs 2016 la producción total para el año 2010 es de 95.000 TM de carne/año con un consumo de 7,3 kg/persona/año y para el 2016 la producción total asciende a 140.000 TM de carne/año con un consumo de 10 kg/persona/año. (ASPE, 2013).

El Ecuador se ha caracterizado por ser un país productor en el área agropecuaria, donde sus productos a través del tiempo han implementado técnicas productivas, por lo consiguiente la demanda requiere mejor calidad, en este caso la producción porcícola no se queda atrás, demostrando que la carne de cerdo tiene un gran valor nutritivo, siendo uno de los alimentos más completos para satisfacer las necesidades vitales del hombre y su consumo podría contribuir en gran medida a mejorar la calidad de vida humana, según el INEC en el año 2014 existen un 23,22% de personas naturales y jurídicas dedicadas a la actividad porcina, Actualmente esta actividad aporta al 2% del PIB agropecuario, realizándose mayormente en la región Sierra y Costa con el 74% de la producción, dato significativo para un país que busca mejores condiciones de vida.

C. SITIOS DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO A LAS ETAPAS FISIOLÓGICAS DE LOS CERDOS.

Para todo porcicultor, es de gran importancia conocer las etapas fisiológicas del cerdo, ya que el manejo de estas etapas, al igual que de todo el sistema de producción del cerdo desde el momento de su nacimiento hasta que es llevado al mercado determinan, los beneficios o pérdidas de tipo económico (Abalco, 2013).

1. Sitio uno

a. Cerdas de remplazo

Son las futuras reproductoras de la granja y pueden ser obtenidas dentro de la misma o comercialmente. La Nulípara de hoy es la múltipara de mañana, las empresas porcinas requieren una renovación continua de sus hembras

reproductoras, el porcentaje de reposición anual de una granja genética es de 50%, mientras que en las granjas comerciales es el 40% (Salcedo, 2017).

Para realizar una buena selección de las futuras madres es necesario que las cerdas cumplan con ciertas características como:

- ✓ Que provengan de camadas numerosas y uniformes.
- ✓ Madres sin problemas al parto.
- ✓ Madres buenas productoras de leche.
- ✓ Madres con buena habilidad materna.
- ✓ Longeva en su vida reproductiva.
- ✓ Buen consumo de alimento durante la Lactancia.
- ✓ Buenos de aplomos:(Evaluación de patas) se realizará una evaluación de los miembros para observar la presencia de malformaciones y calidad de pezuña.
- ✓ Evaluación de tetas: La hembra de reemplazo debe tener mínimo 12 tetas buenas. Tetas buenas.
- ✓ Posición de la vulva. La posición de la vulva debe ser vertical, bien implantada sobre la región posterior, no debe presentar golpes ni desgarros.
- ✓ Otros factores de selección Ausencia de defectos físicos. Debe tener armonía corporal, buen largo de cuerpo, muscularidad visible, buen desarrollo y fortaleza de piernas.
- ✓ La selección puede realizarse al momento del nacimiento, al destete y cuando las cerdas tengan un peso de 75 a 90kg.

b. Cerda Gestante, Lactante, Vacía

El ciclo productivo completo de la cerda madre (producción de lechones), empieza con la etapa de gestación que oscila entre los 114-116 días, tiempo en el cual tiene su parto, luego viene la etapa de la lactancia que es de aproximadamente de 28 - 49 días (dependiendo del manejo y las instalaciones del criadero), que es el

momento cuando se realiza el destete, luego del destete viene un período vacío que es de 5 - 7 días, tiempo en el que ocurre la recuperación del útero, pasada esta etapa la cerda entra en calor o celo, momento que se debe aprovechar para ser servida (monta). Si la cerda después de servida por el reproductor no queda preñada repetirá el calor a los 21 días o sea que es de gran importancia observar la cerda 21 días después de haber sido servida, para comprobar si o no ha quedado preñada.

También es recomendable volver a mirar la cerda a los 42 días del servicio para acabar de confirmar la preñez. Finalmente, si la cerda ha quedado preñada, tendremos que volver a esperar de 114-116 días que es el tiempo de gestación como se puede observar en el cuadro 4

Cuadro 4. CICLO PRODUCTIVO DE LA CERDA REPRODUCTORA

Etapas	Cerda gestante	Cerda lactante	Cerda vacía
Días	114 - 116	28 - 49	5 - 7

Fuente: Espinoza & Castaño (2005).

c. Verraco

Es el animal macho encargado de la reproducción. Cumple la función de cubrir a la marrana y lograr la gestación de la misma, para lo cual debe estar en óptimas condiciones. Un verraco adulto, en buenas condiciones, puede cubrir en monta natural de cien a ciento veinte cerdas al año. Se requiere alrededor de un macho por cada veinte hembras.

2. Sitio dos

a. Etapa de destete

En esta etapa generalmente se requiere que el cerdito tenga un peso entre los 25 – 30 kg. (8 a 10 semanas de vida del animal) (56 a 70 días de vida del animal).

b. Etapa inicial

En esta etapa va desde los 25 hasta los 45 kg de peso vivo, aproximadamente una edad entre los 57 hasta 91 días.

3. Sitio tres

a. Etapa de crecimiento

Esta etapa va desde los 45 kg hasta los 80 kg de peso vivo o sea más o menos desde los 92 hasta los 127 días de edad aproximadamente.

b. Etapa de engorde

Inicia con un peso aproximado de 90 kg hasta obtener los 100 y 120 kg de peso vivo, que es el peso final para el mercado, ver cuadro 5.

Cuadro 5. ETAPAS PRODUCTIVAS DE LOS CERDOS

Etapa	Nacimiento	Destete	Iniciación	Crecimiento	Engorde
Días	0	28-35-42- 49	42-91	92-127-133	134-175
Peso vivo	-	20-25 kg	25-45 kg	45-80 kg	80 hasta 100-120 kg

Fuente: Joaquín, A. (2017).

D. CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS DEL CERDO

Abalco (2013), indica que la reproducción está conformada por tres etapas: cubrición o fertilización, gestación y parto. La cubrición, es la acción de juntar al macho con la hembra para iniciar el proceso de la reproducción. En el caso de los cerdos, la relación de que se maneja en una granja con sistema de monta natural es de 1 verraco por cada 15 cerdas. La pubertad de la cerda ocurre alrededor de los seis o siete meses con un peso corporal de 100 a 110 kg, y encontrarse presentando el segundo o tercer celo. En el macho la pubertad ocurre aproximadamente a la misma edad. La gestación dura en promedio 114 días, dando camadas de 8 a 10 lechones para cerdas de primer parto y 10 a 16 lechones en cerdas adultas. El parto ocurre con la cerda en decúbito lateral y en general se completa en dos a cuatro horas, el intervalo de salida entre lechones es en promedio 15 minutos.

1. Hembra

Según Carrero (2010), para manejar adecuadamente una cochera de cría es necesario conocer las características reproductivas de las cerdas, aunque estas características no sean exactas para todos los animales, se presentan dentro de rangos bastante precisos. En el cuadro 6 se muestra algunas características reproductivas en las cerdas.

Cuadro 6. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS EN LAS CERDAS

Características	Rango
Madurez sexual	5 - 5 1/2 meses
Madurez reproductiva	7 - 8 meses
Duración del calor (celo)	24 - 48 horas
Longitud ciclo estral	18 - 21 días
Aparición calor después de destete	3 - 8 días
2 saltos con 8 a 12 horas de intervalo a partir del primer día de calor	

Fuente: Carrero, H. (2010).

2. Macho

La madurez sexual del cerdo reproductor es un proceso gradual, algunos pueden servir desde los 5 meses, pero no es nunca aconsejable; se recomienda su uso como reproductor a los 7 –8 meses de edad cuando están bien desarrollados y tienen un peso de 110 - 120 kg.

La producción óptima de espermatozoides se alcanza de los 12 a los 15 meses de edad. No es aconsejable utilizar un reproductor dos veces el mismo día. Cuando el reproductor (verraco) se muestre fatigado por exceso de servicios se le debe dejar descansar algún tiempo (Carrero, 2010).

A continuación, se presentan algunas consideraciones importantes para el manejo del reproductor:

1. Madurez sexual 5 - 6 meses
2. Madurez reproductiva 7 - 8 meses
3. Dos reproductores por cada 30 hembras y por cada 25 hembras más un reproductor extra, cuando se práctica una sola monta por calor.
4. Retirar los reproductores después del servicio para garantizar su efectividad de monta (libido).
5. De 8 meses de edad al primer año, 1 monta /semana terminándole con 2 montas.
 - ✓ Menores de 1 1/2 años. 3 montas /semana
 - ✓ Mayores de 1 1/2 años. 5 montas /semana

3. Ciclo productivo

Para García (2015), El ciclo productivo en una granja de cerdos se puede resumir en dos etapas básicas, reproducción y engorde; que a su vez comprenden otras sub-etapas. Etapa de Reproducción: comprende básicamente la detección del celo en las marranas, la cubrición de la marrana por el verraco, la gestación de la marrana, el parto de la marrana y el cuidado de los lechones hasta el destete. En el gráfico 1 se ilustran las dos fases del ciclo productivo (Paramio, 2010).

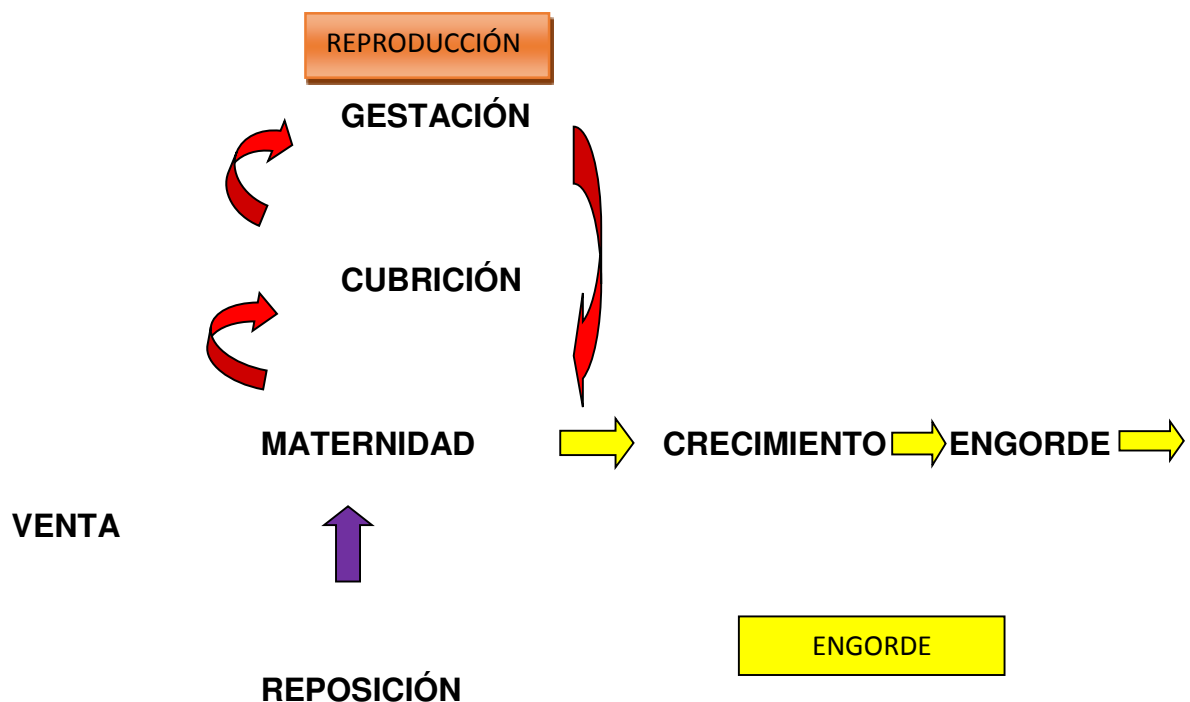


Gráfico 1. Ciclo productivo del porcino.

La Etapa de Engorde: se le conoce también como la etapa del acabado del cerdo, y lo que se pretende básicamente es lograr una mayor ganancia de peso diario, para así poder obtener un peso ideal para la venta en un tiempo correcto desde el punto de vista costo/beneficio. La fase de engorde también se la conoce como acabado del cerdo, los objetivos fundamentales dentro de esta etapa es obtener un peso diario superior a los 800 gramos, una mortalidad máxima del 2 % y que la conversión alimenticia esté entre 2.6 y 2.8. Se estima que el 65 % de los costos de producción se gastan en la etapa de engorde, por lo tanto, el adecuado manejo y control pueden ser determinantes sobre el rendimiento económico de la granja.

En condiciones comerciales los cerdos llegan a la venta con 23 a 25 semanas de vida y un peso al sacrificio de aproximadamente 100 kg peso ideal para la venta en un tiempo correcto desde el punto de vista costo/beneficio (Marcos, 2013).

E. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PORCINA

Para Campion (2013), existen diferentes sistemas de producción según la relación entre la proporción de mano de obra empleada y el capital invertido por unidad de tierra en ocupación. Se definen tres sistemas principales: extensivo o a campo, mixto e intensivo o confinado.

1. Sistema de producción extensivo.

Su característica principal es que posee una baja inversión por hectárea. Los cerdos son producidos en corrales con pasturas, bebederos y refugios. La alimentación presenta diferentes variables, aunque comúnmente se utiliza una basada en pasturas con suplementación de granos. La carga animal es de aproximadamente 10 cerdas/ha.

Las principales ventajas de este sistema son:

- ✓ Menor inversión en instalaciones;
- ✓ Menor costo en alimentación (con pasturas de buena calidad).
- ✓ Animales menos estresados
- ✓ Menor desperdicio de agua

- ✓ La presencia de los cerdos incrementa la actividad biológica del suelo, favoreciendo el desarrollo de la fauna propia del suelo.
- ✓ Como desventajas debemos mencionar:
- ✓ Mayor demanda de machos (10 a 15 %)
- ✓ Mayor pérdida de lechones al parto por falta de control del ambiente y poca intervención del hombre
- ✓ Menor número de lechones destetados respecto a las madres en producción.
- ✓ Mayor dificultad para manejar a los animales individualmente, y su control no es fácil.
- ✓ Los depredadores pueden ser difíciles de controlar.
- ✓ Los problemas reproductivos pueden ser más difíciles de detectar.

Abalco (2013), reporta que el sistema extensivo es aquella explotación porcina en donde las construcciones son rudimentarias, hay poca inversión de capital y no hay ninguna asistencia técnica. Este es el sistema que ha sido adoptado por pequeños productores campesinos; está basado en la alimentación con desperdicios, la forma de manejo de la explotación es bastante precaria, por lo general aquí abundan explotaciones con 2 a 5 cerdos y no hay ningún control sobre el comportamiento reproductivo de la piara y mucho menos de la producción. En este nivel, cuando el porcino alcanza un peso promedio de 25 a 40 kilos, es comercializado en las ferias más cercanas y desde ahí, el animal es llevado al matadero, en donde la faena se hace en condiciones bastante deficientes.

2. Sistema de producción semi- intensivo

Este sistema es una combinación de las características del sistema extensivo e intensivo. Del primero aprovecha las ventajas de la superficie y del segundo los beneficios del control en las etapas críticas de la producción como son el parto y la terminación en confinamiento. Demanda una cierta inversión de capital y mayor empleo de mano de obra que el sistema a campo. La característica principal es el acceso a pasturas, con la terminación de los capones en las pistas de engorde (confinamiento).

Para Abalco (2013), el Sistema semi-intensivo es aquel donde el productor ha adoptado algunas prácticas de tecnificación y los animales son producto del cruce

de razas puras con mestizas. Existe una infraestructura de construcciones e inversión pequeña de capital, algunos equipos de fabricación artesanal, la asistencia técnica es ocasional y la alimentación de los animales puede darse con productos aprovechados de la localidad y balanceados.

3. Sistema de producción intensivo.

Este sistema se caracteriza por la producción de cerdos en la menor área posible. Es la máxima intensividad en cuanto a instalaciones y mano de obra empleada. Los animales son confinados en todas las etapas de su vida sin tener acceso a pasturas. Por esta razón, cada etapa del desarrollo requiere instalaciones, manejo adecuado, estricto control de las raciones y un conocimiento técnico especializado. Bien manejado, se obtienen los mejores índices reproductivos y de producción.

Abalco (2013), el sistema intensivo a nivel industrial es un tipo de explotación en donde se hace uso de técnicas más avanzadas. La alimentación es balanceada con alimentos concentrados, los animales son de raza pura y mestiza, está definido el tipo de producción, se asiste técnicamente desde el punto de vista sanitario, las prácticas son adecuadas y hay una inversión de capital que implica la presencia de instalaciones costosas. El animal que se beneficia en este tipo de explotación, por lo general va orientado a los camales de las grandes ciudades o se procesa para productos industrializados.

Para Ruiz (2013), en la producción porcina es posible identificar diferentes sistemas productivos según el grado de intensificación aplicada en la explotación. Esto se relaciona con las proporciones de capital y mano de obra que se utilizan en cada caso.

Estos sistemas de producción pueden dividirse en tres modalidades:

- ✓ Tradicional a campo: Son sistemas donde los animales transitan todas las etapas de reproducción, cría y engorde totalmente a campo.
- ✓ Tradicional mejorado o mixto: Parte de la crianza se confina en galpones o pistas semi cubiertas y el resto de las etapas se realiza a campo.

- ✓ Empresarial o confinado: Son sistemas donde los animales transitan todas las etapas de reproducción, cría y engorde totalmente dentro de galpones.

Se detallará a continuación los diferentes sistemas, destacando los indicadores máximos que se pueden alcanzar en cada uno.

Tradicional a campo

Se trata de una producción para autoconsumo o subsistencia, generalmente para la elaboración casera de chacinados, o la venta de lechones. Complementaria de otras producciones agrícolas, se caracteriza por su baja inversión inicial, ya que la cría de los animales se hace a campo abierto con instalaciones sencillas, de bajos costos de infraestructura en cuanto a parideras, comederos y bebederos.

La característica dominante del sistema es el acceso a pasturas de las que el animal aprovecha factores de crecimiento difíciles de proporcionar en las dietas de confinamiento. También se utiliza como alimento la suplementación de granos, rastrojos y subproductos de actividades agrícolas (horticultura, fruticultura) o de agroindustrias. La desventaja de este sistema es que la producción es estacional, tanto por la disponibilidad de pasturas como por la concentración de los servicios. Dado que las pariciones se producen sin el control del ambiente y con poca intervención del hombre, el número de lechones destetados es bajo con respecto a las madres en producción (Ruiz, 2013).

En el sistema extensivo la mano de obra es familiar y el manejo sanitario es muy limitado, sólo en el ámbito preventivo, se cumplen con las vacunaciones obligatorias y en lo curativo, en cuanto a la genética domina el cruzamiento no dirigido, y se observa una preponderancia de sangre Duroc debido a la rusticidad de esta raza. Se comercializan lechones en forma particular o por acopiadores, y la venta de los capones se realiza a través de intermediarios. Los máximos indicadores que se pueden lograr, con el buen manejo de los cuatro pilares de la producción que son: genética, alimentación, manejo y sanidad, en un sistema donde todas sus etapas son al aire libre son los siguientes:

- ✓ Cantidad máxima de madres en producción: de entre 0 y 50, con más de 50 madres el trabajo se hace prácticamente incontrolable, ya no es sustentable.

- ✓ Proporción de machos de 10 a 15%.
- ✓ Preñez de entre el 80 y 85%.
- ✓ Destete de entre 8 y 8,5 lechones por madre, por año.
- ✓ Partos por madre, por año de 1 a 1,5.
- ✓ Capones de 110 Kilos obtenidos entre los 10 a 12 meses.
- ✓ Producción en kilos por madre al año de entre 1.650 y 1.750.
- ✓ Conversión global de la pira de: 3,7: 1 a 4:1.

Tradicional mejorado o mixto

Las etapas de producción se realizan en dos sistemas, una parte a campo y otra en confinamiento. Las etapas que se realizan a campo son la de parición y servicio, y las etapas de gestación y engorde en confinamiento. La incorporación de tecnología es en forma parcial (alimentación balanceada, genética, equipos modulares de parición y recría), se requiere cierta inversión de capital y el empleo de mano de obra es familiar o familiar con asalariados. La comercialización es por medio de intermediarios o en forma directa al frigorífico (Ruiz, 2013).

La alimentación es con pasturas, complementadas con raciones balanceadas y la ración especial para los lechones. La terminación de los capones se realiza en pistas de engorde en confinamiento, donde se le suministra las raciones balanceadas. Las razas destacadas en este sistema son Duroc y Hampshire, y también, pero en menor medida Landrances, Large White y Spotted Poland. Con respecto a la sanidad se realizan vacunaciones obligatorias y algunas voluntarias. Los máximos indicadores que se pueden lograr, como ya se mencionó con el buen manejo de los cuatro pilares de la producción son los siguientes, en un sistema mixto:

- ✓ Cantidad máxima de madres en producción: de entre 100 y 200.
- ✓ Proporción de machos de 5 a 8%.
- ✓ Preñez de entre el 84 y 87%.
- ✓ Destete de entre 8 y 8,5 lechones por madre, por año.
- ✓ Partos por madre, por año de 1,5 a 1,8.
- ✓ Capones de 110 Kilos obtenidos entre los 7 a 9 meses.
- ✓ Producción en kilos por madre al año de entre 1.850 y 2.000.

- ✓ Conversión global de la piara de: 3,4:1 a 3,3:1.

Empresarial o confinado

Son empresas tecnificadas que realizan su actividad en una superficie mínima, con gran inversión de capital y mano de obra, en este sistema se utilizan galpones de confinamiento durante toda la vida del animal y se requieren instalaciones especializadas.

Utilizan material genético, emplean raciones balanceadas, llevan un plan sanitario, cuentan con asistencia técnica, disponen de una buena infraestructura y tienen personal en relación de dependencia afectado en forma directa y permanente a la actividad. La comercialización la realizan directamente a frigoríficos o a través de sus propios establecimientos faenadores e industrias. En esta modalidad se puede incluir a las empresas integradas totalmente, las que tienen su propia cabaña, originan su alimento, con plantas de alimento balanceado, producen, faenan y comercializan, y en algunos casos disponen de la parte industrial, con fábricas de chacinados y salazones. Pocos casos son los que a su vez llegan al consumidor a través de la venta directa (Ruiz, 2013).

Los máximos indicadores que se pueden lograr bajo este sistema son:

- ✓ Cantidad de madres: más de 200.
- ✓ Preñez del 90%.
- ✓ Destete de entre 25-28 lechones por madre, por año.
- ✓ Partos por madre, por año de 2,5.
- ✓ Producción en kilos por madre al año: aproximadamente hasta 2.800 kilos.
- ✓ Conversión global de la piara de: 2,9: 1 a 3,1:1.

F. ÍNDICES PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS

Campion (2013), manifiesta que la producción porcina es de las más eficientes en cuanto a la producción de carne. Entre sus características más destacadas se encuentran la alta precocidad y prolificidad (número de lechones nacidos por parto), gran capacidad transformadora de nutrientes y su corta duración de la gestación (114 días, o 3 meses, 3 semanas y 3 días). Posee alta eficiencia biológica en la transformación de los alimentos en carne y consume gran variedad de alimentos.

Producen mayor cantidad de kilos de carne en menor tiempo comparado con otras especies, puede tener 2 pariciones al año por madre y es faenado a edad más temprana con respecto a los bovinos. Además, los cerdos se adaptan a distintos ambientes y a cualquier grado de especialización.

A partir del nacimiento, cada camada de lechoncitos pasa 21 días junto a su madre en la maternidad. De allí pasan, con unos 7 kilos, a galpones de recría hasta el día 70 de vida, de donde son trasladados a los galpones de engorde. Así, a los 180 días de vida el capón alcanza su peso de faena, que oscila en torno a los 105 kilos ver cuadro 7.

Cuadro 7. COMPARACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN DISTINTAS ESPECIES.

Parámetro	Unidad	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino
Gestación	Días	270	114	150	150
Partos/hembra/año		1	2,4	1	1
Crías/parto		1	11	1 ó 2	1 ó 2
Edad a la faena días	Días	912	180	120	90
Producción/madre/año	Kilos	450	2.400	25	10-12

Fuente: FAO (2012).

La conversión alimenticia representa cuanto alimento se necesita para producir 1 kilo de cerdo. Se puede observar en el cuadro 8, que el cerdo posee una muy buena eficiencia de conversión (cercana a la del pollo). Los kilos de carne por madre por año son los kilos de carne por unidad de producción. El cerdo produce mucha mayor cantidad de kilos de carne por hembra por año y tiene un altísimo rinde en la faena. Estas características hacen de la producción porcina una alternativa de producción muy interesante.

CUADRO 8. COMPARACIÓN DE CONVERSIÓN, KILOS PRODUCIDOS HEMBRA/AÑO Y RINDE DE FAENA ENTRE DIFERENTES ESPECIES ZOOTÉCNICAS.

Especie	Bovino	Pollo	Cerdo
Conversión	8 kg	2.2 kg	2,5 kg
Kilos Producidos/Hembra/Año	390 kg	387 kg	2900 kg
Rinde de Faena	58 %	80 %	81 %

Fuente: Marcos, D. (2006)

1. Indicadores productivos

Flores (2008), indica que los parámetros productivos y reproductivos se puede obtener contando con los registros adecuados, entre los principales podemos mencionar los siguientes:

a. Madres trabajando

Es el promedio de las hembras que se encuentran en el hato en periodo determinado; tomándose en cuenta desde su primer servicio hasta su retiro del mismo plantel (Flores, 2008).

b. Porcentaje de mortalidad en lactancia

Según Flores (2008), dice que el porcentaje de mortalidad en lactancia se obtiene de la siguiente formula:

$$\%ML = \frac{\text{Número de muertos en un periodo}}{\text{Número de lechones nacidos en ese período}} \times 100$$

c. Promedio de lechones destetados

Según Flores (2008), indica que promedio de lechones destetados se obtiene con la siguiente formula:

$$xLD = \frac{\text{Número de lechones destetados en un período}}{\text{Número de madres destetados en ese período}}$$

d. Porcentaje de mortalidad por destete

Según Flores (2008), manifiesta que promedio de lechones destetados se obtiene de la siguiente manera:

$$\% MD = \frac{\text{Número de lechones muertos en un periodo}}{\text{Promedio de la población de lechones en ese período}} \times 100$$

e. Destetado por hembra por año

Según Flores (2008), dice que el porcentaje de mortalidad en lactancia se obtiene de la siguiente fórmula:

$$DPA = \frac{\text{Número de lechones destetados en un año}}{\text{Promedio de madres trabajando en ese año}}$$

f. Vendidos por hembra por año

Según Flores (2008), manifiesta que el promedio de lechones destetados se obtiene con la siguiente fórmula:

$$VHA = \frac{\text{Número de cerdos vendidos en un año}}{\text{Promedio de madres trabajando en ese año}}$$

g. Conversión alimenticia total en granja

Según Flores (2008), el promedio de lechones destetados se obtiene de la siguiente manera:

$$CVG = \frac{\text{Kg. Consumo total de alimentos}}{\text{Kg. De cerdos producidos}}$$

h. Kg de cerdo producido

Según Flores (2008), el promedio de lechones destetados se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Kg CP} = \text{Kg cerdo vendido} + (\text{Kg, Stock final} - \text{Kg Stock inicial}) - \text{Kg cerdo ingresado}$$

Hay muchos otros parámetros productivos como se puede observar en el cuadro 9 donde se detalla los valores mínimos aceptables para un productor moderno y tecnificado, así como el nivel óptimo, que es fácil de alcanzar, maximizando todos los factores que intervienen en la producción porcina, estos indicadores se deben registrar mensualmente en la granja.

Cuadro 9. PRINCIPALES PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CERDOS.

Parámetros	Mínimo aceptable	Nivel óptimo
Partos / hembra / año	2,0	2,4
Promedios nacidos totales	10,5	11
Promedios nacidos muertos	10	10,7
Nacidos / hembra / año	20,0	25,68
Porcentaje mortalidad lactancia	10	5
Promedios lechones destetados	9	10,16
Destetados / hembra / año	18	24,38
Porcentaje mortalidad post- destete	3	1,5
Promedio cerdos vendidos / camada	8,73	10
Cerdos vendidos hembra / año	17,46	24
Peso promedio venta kg	85	95
Edad promedio ventas (días)	150	150
Ganancia diaria de peso (gr/día)	566	633
C.A. reproductores	0,7	0,5
C.A. Nac. – venta	2,8	2,4
C.A. Total granja	3,5	2,9

Fuente: Flores, L. (2008).

2. Parámetros reproductivos

Escribano (2014), indica que la eficiencia reproductiva de las empresas porcinas puede medirse con los parámetros de producción, usando mayormente el número de cerdos destetados por año, que es el producto de la interacción entre partos por hembra por año, promedio nacidos vivos, y mortalidad en lactancia entre otros, ver cuadro 10.

Cuadro 10. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS PARA GRANJAS PORCINAS DE CICLO COMPLETO.

Área de servicio	
%de hembras de reemplazo anual	35-40
Edad al primer servicio	210 días
Relación Hembra – Macho	1 :50 (Inseminación artificial)
Intervalo entre celos	21 días
Días no productivos	-63
Área de gestación	
Intervalo entre partos	140 a 155 días
% cerdas repetidoras	5%
% cerdas abortadas	2%
Días abiertos	7
% de fertilidad por grupos	95%
Área de lactancia	
Promedio de partos/H/año	2.25 partos
No de LNT por camada	12
No de LNV por camada	11
No de LNM por camada	1
%de momias	0.3
Peso individual de los lechones al nacimiento	1 o: 1.480 kg; 2° a más: 1.560 kg
Peso del lechón destetado	21 días (-6.5); 28 d (-8.5); 35 d (-9,5)
Total, de LD/H/año	21
Días de lactación	14 a 35
% de mortalidad	-8
Área de producción	
Áreas	Destete, crecimiento, finalización
Mortalidad	2% total de todas las áreas

Fuente: Escribano (2014),

Para Escribano (2014), la eficiencia reproductiva en las granjas se mide a través de los siguientes parámetros:

a. Viabilidad de montas/parto: se busca un rango superior al 90%. Se mide de la siguiente manera (Escribano, 2014).

$$\frac{\text{Número de partos}}{\text{Número de hembras inseminadas}} \times 100$$

b. Porcentaje de cerdas vacías: se maneja un rango de 3% a 6%, pero siempre se busca que sea menor al 5% del total de hembras gestantes en la piara. Se mide de la siguiente manera (Escribano, 2014).

$$\frac{\text{Número de cerdas vacías}}{\text{Número de cerdas gestantes}} \times 100$$

c. Partos por hembra por año: se busca que sea mayor a 2.4. Se mide de la siguiente manera (Escribano, 2014).

$$\frac{\text{Número de partos en el año}}{\text{Número total de cerdas reproductoras}} \times 100$$

d. Total de nacidos por parto: se busca que el desempeño sea mayor a 13 nacidos (Escribano, 2014).

e. Nacidos vivos por parto: se busca que el desempeño sea mayor a 12 lechones vivos (Escribano, 2014).

f. Nacidos muertos por parto: se busca que este número sea igual o menor que uno (Escribano, 2014).

g. Nacidos momificados por parto: se busca que este número sea igual o menor que uno (Escribano, 2014).

h. Mortalidad predestete por año: se maneja un rango de 5% a 8% del total de nacidos vivos, sin embargo, el porcentaje ideal que se busca es que sea menor a 5%. Se mide de la siguiente manera (Escribano, 2014).

$$\frac{\text{Número de muertos por año}}{\text{Número de lechones nacidos vivos por año}} \times 100$$

i. Porcentaje de mortalidad en lactancia. Según Escribano (2014), el porcentaje de mortalidad en lactancia se obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Número de muertos en un periodo}}{\text{Número de lechones nacidos en ese periodo}} \times 100$$

j. Porcentaje de mortalidad por destete. Según Escribano (2014), indica que el porcentaje de mortalidad por destete se obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Número de lechones muertos en un periodo}}{\text{Promedio de la población de lechones en ese periodo}} \times 100$$

k. Promedio de lechones destetados. Según Escribano (2014), indica que el promedio de lechones destetados se obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Número de lechones destetados en un periodo}}{\text{Número de madres destetadas en ese periodo}}$$

3. Indicadores técnicos en cada una de etapas productivas del cerdo

a. Indicadores técnicos en la etapa de reproducción

1. N° de cerdas presentes promedio

El número total de las cerdas incluyendo los reemplazos servidos (dato que se saca del inventario mensual) y se divide por 12 (para nuestro ejemplo) que son los meses del año (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ. \text{ total, de cerdas} &= 780 \\ \text{N}^\circ. \text{ meses} &= 12 \\ &= 780 / 12 = 65 \end{aligned}$$

2. Porcentaje de reemplazos

El número de reemplazos presentes sin servir, multiplicado por 100, dividido por el número de cerdas presentes promedio (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ. \text{ reemplazos presentes sin servir} &= 16 \\ \text{N}^\circ. \text{ cerdas presentes promedio} &= 65 \\ &= 160 \times 100 / 65 = 24.6\% \end{aligned}$$

3. N° de partos por cerda por año

El número total de los partos por año, dividido por el número de cerdas presentes promedio (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Total de partos por año} &= 117 \\ \text{Promedio cerdas presentes} &= 65 \\ \text{Partos/ cerda/ año} &= 117 / 65 = 1.8 \end{aligned}$$

4. N° de lechones nacidos por parto

La suma del número de lechones nacidos vivos y el número de lechones nacidos muertos, dividido por el número total de los partos (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ. \text{ lechones nacidos vivos} &= 1.053 \\ \text{N}^\circ. \text{ lechones nacidos muertos} &= 234 \\ \text{N}^\circ. \text{ total, de partos} &= 117 \\ \text{No. de lechones nacidos por parto} &= \frac{1.053+234}{117} = 11 \end{aligned}$$

5. N° de lechones nacidos vivos por parto

El número de lechones nacidos vivos, dividido por el número total de los partos (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Total, lechones nacidos vivos	= 1.053
N°. total, de partos	= 117
Lechones nacidos vivos/parto	= $1.053 / 117 = 9$

6. Porcentaje de mortalidad durante la lactancia

Número de lechones muertos durante la lactancia multiplicado por 100 y dividido por el número de lechones nacidos vivos (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

de lechones muertos	= 147
N°. de lechones nacidos vivos	= 1.053
	= $\frac{147 \times 100}{1.053} = 14$

7. N° lechones destetados por parto

El número de lechones nacidos vivos menos el número total de lechones muertos durante la lactancia, dividido por el número de partos (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

N°. lechones nacidos vivos	= 1.053
N°. Lechones muertos en lactancia	= 147
N°. partos	= 117
N°. lechones destetados por lactancia	= $\frac{1.053 \times 147}{117} = 7.8$

8. N° de lechones destetados por cerda por año

El número de lechones destetos por parto multiplicado por el número total de partos, dividido por el promedio de cerdas presentes (Espinoza & Castaño, 2017).

Ej. N°. Lechones destetos por parto	= 7.8	
N° total de partos	= 117	
Promedio cerdas presentes	= 65	
Lechones destetados por cerda/ año	= $7.8 \times \frac{117}{65}$	= 14.04

En el cuadro 11 se puede observar los valores promedios de los índices técnicos en la etapa de reproducción desde muy bueno hasta muy deficiente.

Cuadro 11. METAS EN REPRODUCCIÓN EN PORCINOS

Índices	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente	Muy deficiente
Pesos lechones al destete (8 semanas)	> 18	16 – 17	14 – 15	13 – 14	< 13
Nacidos vivos por Camada	> 10.3	9.5 – 10.3	8.5 – 9.6	8.0 – 8.5	< 8
% Mortalidad hasta Destete	< 12	12 – 15	15 – 18	18 – 24	> 24
Destetos/ camada	> 9	8 – 9	7.5 – 9.0	7.0 – 7.5	< 7
Partos / cerda / año	> 1.9	1.8	1.7	1.6	< 1.5
Destetos / cerda / año	> 17	15 – 17	12 – 15	10 – 12	< 10

Fuente: Espinoza & Castaño (2017).

b. Indicadores técnicos en la etapa de levante

Se refiere al período desde el destete hasta 23 kilos (Espinoza & Castaño, 2017).

1. Kilos de alimento por animal

El número total de animales al iniciar levante, multiplicado por la cantidad de alimento suministrado por cerdo por día, multiplicado por el número total de días de levante y dividido por el número total de animales al finalizar levante.

Para este caso el período de levante va desde 12 Kg hasta 23 Kg. de peso con un aumento promedio de 500 gr/día/animal (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Total animales inicio levante	= 507
Cantidad alimento / cerdo / día	= 0.7 Kg (700 gr)
N° total días	= 22
Porcentaje mortalidad levante	= 3%
N° total animales final levante	= 491 Kg
Alimento por levante / animal	= $\frac{507 \times 0.7 \text{Kg} \times 22 \text{ días}}{491} = 15.9 \text{ kg}$

2. Costo de alimentación por levante / animal

Kg de alimento por levante / animal, multiplicado por el valor promedio de 1 Kg de alimento (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Kg alimento levante / animal	= 15.90
Valor promedio Kg. de alimento	= \$132,00
Costo alimentación por levante animal	= 15.90 Kg. X 132,00 = \$ 2.098.80

3. Ingreso promedio por levante vendido

El número total animales al finalizar levante, multiplicado por el precio del Kg. en pie en levante, multiplicado por peso final promedio del levante, dividido por el número total de animales al finalizar levante (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

N° total animales final levante	= 491
Peso final promedio	= 23 Kg.
Peso Kg en pie	= \$600.00
Ingreso promedio/levante vendido	= $\frac{491 \times 600 \times 23}{491} = \$ 13.800,00$

4. Peso promedio de levantes

Es el peso total al final de levante dividido por el número total de animales (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Peso total final levante	= 11.293 kg
Nº de animales final levante	= 491
	= $11.293 / 491 = 23 \text{ Kg}$

5. Aumento diario de peso

Ganancia de peso durante el levante, dividido por el número de días de levante (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Peso inicial	= 12 Kg.
Peso final	= 23 Kg.
PF - PI = 11 Kg	
Ganancia peso en levante	= 33 Kg.
Nº días de levante	= 22
Aumento diario de peso	= $11 / 22 = 0.5 \text{ Kg. (500 gr.)}$

6. Conversión alimenticia

Cantidad total de alimento consumido en levante dividido por la ganancia total de peso durante el levante (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Cantidad total de alimento	= 22 días X 0.7 Kg. = 15.4 Kg.
Ganancia peso en levante	= 11 Kg.
Conversión alimenticia	= $15.4 / 11 = 1.4$

7. Porcentaje de mortalidad

El total de animales muertos en levante, multiplicado por 100, dividido por el total de animales inicial (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo: Total animales muertos	= 16
Total animales inicial	= 507
% mortalidad	= $\frac{16 \times 100}{507} = 3.15\%$

c. Indicadores técnicos en la etapa de engorde

Se refiere al período de 23 kilos hasta la fecha de salida o venta (Espinoza & Castaño, 2017).

1. Kg alimento en engorde / animal

El número total de animales al iniciar engorde, multiplicado por la cantidad de alimento suministrado por cerdo por día, multiplicado por el número total de días de engorde y dividido por el número total de animales al finalizar el engorde (Espinoza & Castaño, 2017).

El período de engorde para nuestro caso va desde 23 kg hasta el momento en que se vende el cerdo (aproximadamente 80 kilos) con un aumento promedio de 550 gr/día /animal (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Nº total animales inicio engorde	= 491
No. total animales al finalizar engorde	= 484
Cantidad alimento / cerdo / día	= 1.9 Kg
No. total de días	= 103 días
Porcentaje mortalidad	= 2%
Kg. alimento en engorde / animal	= $\frac{491 \times 1.9 \text{ Kg} \times 103}{484} = 198.53 \text{ Kg}$

2. Costo de alimentación en engorde animal

Kg de alimento en engorde / animal, multiplicado por el valor promedio de 1 kg de alimento (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Kg alimento en engorde / animal	= 198.53
Valor promedio Kg. de alimento	= \$ 125
Costo alimentación en engorde / animal	= $198.53 \times 125 = \$ 24.816$

3. Peso promedio en engorde

Es el peso total al final del levante, dividido por el número total de animales (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Peso total final levante	= 38.720 Kg.
N° de animales final levante	= 484
	$38.720 / 484 = 80 \text{ Kg.}$

4. Ingreso promedio por animal cebado vendido

El número total de animales al finalizar engorde multiplicado por el precio del Kg. en pie en engorde, multiplicado por el peso final promedio en engorde, dividido por el número total de animales al finalizar engorde (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

No. total animales final engorde	= 484
Precio Kg en pie en engorde	= \$ 480,00
Peso final promedio	= 80 Kg.
Ingreso promedio por engorde vendido	= $\frac{484 \times 480 \times 80}{484} = \$38.400,00$

5. Aumento diario de peso

Ganancia de peso durante el engorde, dividido por el número de días de engorde (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Peso inicial	= 23 Kg.
Peso final	= 80 Kg.
PF - PI	= 57 Kg.
Ganancia peso en engorde	= 57 Kg.
N° en engorde	= 103 días
Aumento diario de peso	= $57 / 103 = 553 \text{ gr/animal}$

6. Conversión alimenticia

Cantidad total de alimento consumido en engorde dividido por la ganancia total de peso durante el engorde (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Cantidad total de alimento = 103 días X 1.9 Kg. = 195.7 Kg.
 Ganancia peso en engorde = 57 Kg.
 Conversión alimenticia = $195.7 / 57 = 3.43$
 (Espinoza & Castaño, 2017).

7. Porcentaje de mortalidad

El total de animales muertos en engorde, multiplicado por 100, dividido por el total de animales inicial (Espinoza & Castaño, 2017).

Ejemplo:

Total animales muertos = 7
 Total animales inicial = 491
 % mortalidad = $\frac{7 \times 100}{491} = 1.42\%$

En el cuadro 12 se puede observar los valores promedios de los índices técnicos en animales de 20 Kg hasta 100 Kg desde muy bueno hasta muy deficiente.

Cuadro 12. METAS PARA ANIMALES DE 20-100 KG

Índices	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente	Muy deficiente
Mortalidad	1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	> 4
%					
Ganancia / día	> 650	600 – 650	550 – 600	500 - 550	< 500
Conversión	< 3.1	3.1 - 3.4	3.4 - 3.7	3.7 – 4	> 4

Fuente: Espinoza & Castaño, (2017).

G. MODELOS DE SIMULACIÓN

Según Machado et al (2016), se llama modelo a la imagen o representación de un sistema, generalmente simplificada e incompleta. Y se llama simulación a la experimentación con un modelo para extraer conclusiones o realizar predicciones.

Los modelos de simulación constituyen una buena alternativa para la comprensión sistémica de una dinámica o problemática y la proyección de posibles combinaciones de decisiones, escenarios y resultados. Con la misma se han desarrollado diferentes herramientas informáticas abordando diferentes aspectos de la producción animal y agroindustria.

1. Proceso de simulación

Almoguera (2007), afirma que en el desarrollo de una simulación se pueden distinguir las siguientes etapas

- ✓ **Formulación del problema:** En este paso debe quedar perfectamente establecido el objeto de la simulación. El cliente y el desarrollador deben acordar lo más detalladamente posible los siguientes factores: los resultados que se esperan del simulador, el plan de experimentación, el tiempo disponible, las variables de interés, el tipo de perturbaciones a estudiar, el tratamiento estadístico de los resultados, la complejidad de la interfaz del simulador, etc. Se debe establecer si el simulador será operado por el usuario o si el usuario sólo recibirá los resultados. Finalmente, se debe establecer si el usuario solicita un trabajo de simulación o un trabajo de optimización.
- ✓ **Definición del sistema:** El sistema a simular debe estar perfectamente definido. El cliente y el desarrollador deben acordar dónde estará la frontera del sistema a estudiar y las interacciones con el medioambiente que serán consideradas.
- ✓ **Formulación del modelo:** Esta etapa es un arte y será discutida más adelante. La misma comienza con el desarrollo de un modelo simple que captura los aspectos relevantes del sistema real. Los aspectos relevantes del sistema real dependen de la formulación del problema; para un ingeniero de seguridad los aspectos relevantes de un automóvil son diferentes de los aspectos

considerados por un ingeniero mecánico para el mismo sistema. Este modelo simple se irá enriqueciendo como resultado de varias iteraciones.

- ✓ **Colección de datos:** La naturaleza y cantidad de datos necesarios están determinadas por la formulación del problema y del modelo. Los datos pueden ser provistos por registros históricos, experimentos de laboratorios o mediciones realizadas en el sistema real. Los mismos deberán ser procesados adecuadamente para darles el formato exigido por el modelo.
- ✓ **Implementación del modelo en la computadora:** El modelo es implementado utilizando algún lenguaje de computación. Existen lenguajes específicos de simulación que facilitan esta tarea; también, existen programas que ya cuentan con modelos implementados para casos especiales.
- ✓ **Verificación:** En esta etapa se comprueba que no se hayan cometido errores durante la implementación del modelo. Para ello, se utilizan las herramientas provistas por el entorno de programación.
- ✓ **Validación:** En esta etapa se comprueba la exactitud del modelo desarrollado. Esto se lleva a cabo comparando las predicciones del modelo con: mediciones realizadas en el sistema real, datos históricos o datos de sistemas similares. Como resultado de esta etapa puede surgir la necesidad de modificar el modelo o recolectar datos adicionales.
- ✓ **Diseño de experimentos:** En esta etapa se decide las características de los experimentos a realizar: el tiempo de arranque, el tiempo de simulación y el número de simulaciones. No se debe incluir aquí la elaboración del conjunto de alternativas a probar para seleccionar la mejor, la elaboración de esta lista y su manejo es tarea de la optimización y no de la simulación. Debe quedar claro cuando se formula el problema si lo que el cliente desea es un estudio de simulación o de optimización.
- ✓ **Experimentación:** En esta etapa se realizan las simulaciones de acuerdo el diseño previo. Los resultados obtenidos son debidamente recolectados y procesados.
- ✓ **Interpretación:** Se analiza la sensibilidad del modelo con respecto a los parámetros que tienen asociados la mayor incertidumbre. Si es necesario, se deberán recolectar datos adicionales para refinar la estimación de los parámetros críticos.

- ✓ **Implementación:** Conviene acompañar al cliente en la etapa de implementación para evitar el mal manejo del simulador o el mal empleo de los resultados de este.
- ✓ **Documentación:** Incluye la elaboración de la documentación técnica y manuales de uso. La documentación técnica debe contar con una descripción detallada del modelo y de los datos; también, se debe incluir la evolución histórica de las distintas etapas del desarrollo. Esta documentación será de utilidad para el posterior perfeccionamiento del simulador.

2. Simulador por computadora

Un simulador por computadora está compuesto por las siguientes partes:

- ✓ Un modelo: Es un modelo simbólico. Puede ser un conjunto de ecuaciones, reglas lógicas o un modelo estadístico.
- ✓ El evaluador: Es el conjunto de procedimientos que procesarán el modelo para obtener los resultados de la simulación. Puede contener rutinas para la resolución de sistemas de ecuaciones, generadores de números aleatorios, rutinas estadísticas, etc.
- ✓ La interfaz: Es la parte dedicada a interactuar con el usuario, recibe las acciones de este y presenta los resultados de la simulación en una forma adecuada

3. Software para la elaboración de modelos de simulación

Con la ayuda de un software de la simulación los gerentes pueden entender sus procesos de negocio como nunca. Este tipo de software puede mostrar el flujo de trabajo a través de un sistema usando gráficos. Esto permite que los gerentes vean, sin obstrucción, donde los problemas pueden dar señales engañosas y a su vez obtienen indicaciones de cómo mejorarlas. Una vez que se identifiquen las áreas problemáticas, el software se puede utilizar para cambiar cualquier parámetro que el usuario desee. Así se activa la simulación nuevamente y se ve inmediatamente el impacto del cambio. De esta manera, las compañías pueden cambiar sus procesos de negocio en un entorno de computadora, sin arriesgar reverses costosos en un mundo real con necesidad de evaluaciones a prueba de error (Almoguera, 2007).

4. Registros

Palacio (2015), señala que se debe contar con formatos documentales en los cuales se encuentran plasmadas las actividades llevadas a cabo en las unidades de producción, dichos formatos pueden ser físicos o digitales, los cuales servirán para evidenciar el control de los procesos y el comportamiento de la granja. Los sistemas de administración de cerdos no están muy difundidos en nuestro medio, no existe demanda de estos tipos de productos, porque al parecer no se evalúan los beneficios que se podrían alcanzar con una inversión en la automatización del proceso. Muchas de las granjas de nuestro medio trabajan aun artesanalmente y de igual forma no llevan registros de sus explotaciones lo que dificulta el manejo técnico.

Para García (2015), indica que, en nuestros días, la mayoría de los productores intensivos cuentan con programas computarizados que facilitan la determinación de resultados, se recolecta y se obtiene información necesaria para monitorear el progreso de las actividades y el desempeño reproductivo, productivo, y económico de la granja.

5. Tipos de Software en Porcicultura

Almoguera (2007), el software corresponde a una base de datos por medio de la cual se ofrecen soluciones empresariales; en el ámbito de la agricultura, como en los demás ámbitos se constituye en una importante herramienta que permite llevar un control pormenorizado de todas y cada una de las actividades que en este campo se realizan. Proporciona soluciones empresariales que consiste en la integración de bases de datos que permite intercambiar información entre diversos módulos, el software puede ser utilizado por las compañías integradoras para seguimiento cercano de la producción completa.

El sistema, implementado en la porcicultura puede incluir diversos módulos, que van desde el planeamiento, inventario, control de entradas y salidas, control de plagas, aseo y mantenimiento, etc., todo dependerá de los materiales y recursos con que se cuenten en determinado momento. Los avances tecnológicos permiten cada día nuevos avances en este tema, ofreciendo nuevas versiones de sistemas de gestión que son altamente escalables y aumentan la velocidad de flujo,

confiabilidad y seguridad en los datos, lo que repercute en eficiencia y control en las granjas que se aplica. A continuación, se nombran algunos ejemplos de software que pueden servir de base para la construcción de una base de datos propia, que dé cabida a la sistematización de las herramientas que se tengan.

a. Sistema de gestión de la producción porcina Pig-Champ

Pig-Champ es un sistema desarrollado por SIS-PRO INC empresa de los Estados Unidos y cuenta con representantes en algunos países de Latinoamérica. Ha sido desarrollado por investigadores de la Universidad de Minnesota. Se comercializa en sus versiones DOS y Windows.

La funcionalidad que ofrece este sistema es:

- ✓ Esquema de configuración por módulos: hato reproductivo, producción, extracción de datos y análisis.
- ✓ Ingreso al sistema, recolección de datos de la granja y acceso a los datos usando la poderosa sección de reportes.
- ✓ Seguimiento a eventos de la granja tales como; cubriciones, revisión de celos, partos, destetes, grupos y lugares. Puede además analizar la productividad de varios sitios a la vez, con costos de producción y rendimientos al sacrificio.
- ✓ Diversidad de reportes, tales como el desempeño de sementales y cerdas, monitor de desempeño, eficiencia en gestación, análisis de mortalidad, reporte de ventas y otros.
- ✓ Monitoreo de problemas en base a metas de crecimiento.

Reportes

PigCHAMP ayuda a organizar y mantener sus datos de producción y finanzas con la facilidad de crear reportes personalizados.

Tipos de reportes

- ✓ Hato reproductivo.
- ✓ Crecimiento y engorde.
- ✓ Reportes de la granja.
- ✓ Consolidados de granjas.

- ✓ Reporte de uso de alimento.
- ✓ Reportes financieros.
- ✓ Reportes personalizados.
- ✓ Aplicaciones de base de datos.
- ✓ Macros de reportes.
- ✓ Reportes varios.

b. Sistema de gestión porcina HMBOOT4

HMBOOT es un sistema desarrollado por Oulston Computers Limited, empresa del Reino Unido. Es distribuido vía Internet y el pago es realizado por medio electrónico. Es un sistema completo para la administración de las operaciones de cría y alimentación, incluye los expedientes individuales de los cerdos, listas de acciones, supervisión del crecimiento del rebaño, tarifas alimenticias y nivel financiero. A las funcionalidades generales que son cubiertas por este sistema se añaden las siguientes:

PMS. - Dirigido a los profesionales que necesitan vigilar al detalle las operaciones financieras y crianza, resúmenes en semanas y meses, flujo de liquidez.

- ✓ PigPro. - Supervisión de las marranas y verracos, control de la población.
- ✓ SowPro. - Manejo de expedientes individuales de la marrana, lista de la acción, muertes del animal, relación con el verraco.
- ✓ GroPro. - Está dirigido para operaciones financieras del rebaño, tarifas de crecimiento de los rebaños, la conversión de la alimentación y los costos de alimentación por kilogramo para cada unidad del cerdo.
- ✓ HerdPro. - Está destinado para el registro total del rebaño, donde no se puede acceder al detalle de la marrana y del verraco.

c. Programa porcino Porcitec Studio 20065

Porcitec es un sistema desarrollado por Agritec Software en Estados Unidos, empresa que cuenta con soluciones para todo el mercado de explotación de animales. El programa permite trabajar en granjas individuales como en grupos. Posee un módulo Web para consolidar información de diferentes granjas.

Las principales funcionalidades que posee son:

- ✓ Incluye una extensa lista de informes para la gestión de reproductores, engorde y datos económicos. Permite modificar los reportes existentes.
- ✓ Gestión de engorde, movimientos y rendimientos.
- ✓ Gestión de Alimentación, formulación de raciones.
- ✓ Gestión económica, ingresos y gastos.
- ✓ Configurable con dispositivos móviles para toma de datos.

d. FARMER® Porcino

Programa comercial que genera informes sobre inventarios de animales por edad y categorías, montas o inseminación, efectividad del servicio, resultados de palpaciones, abortos, partos, intervalos entre partos, días abiertos, lechones

destetados, cerdas para secar, compras, ventas y muertes de animales, producción e ingresos y gastos totales y su composición y análisis financiero; además realiza proyecciones de partos, destetes y engorde, permite cargar fotos de animales, registra activos fijos y tareas a realizar (García, 2015).

e. PIGWIN®

Realiza un seguimiento individual de cada cerdo y por lotes, registro de la productividad de las cerdas, uso de sementales; verifica preñez, proyecta partos, resúmenes para reemplazos, eficiencia de alimentación, consumo diario, tasa de ganancia, producción de carne, % de carne magra. Analiza y selecciona animales genéticamente superiores, evalúa camadas puras y cruzadas, tratamientos sanitarios, informes personalizados y evaluación comparativa online (García, 2015).

Para la elección del software se deben considerar los siguientes aspectos: (1) Numero de hembras reproductoras, ya que se considera que en granjas con un número mayor a 1000 hembras en reproducción es necesario el uso de este sistema para facilitar el monitoreo. Con un número menor a 1000 reproductoras se pueden diseñar sistemas de registros no computarizados. (2) Nivel de complejidad de toma de datos, ya que existen programas avanzados que permiten crear bases de datos para monitorear el desempeño reproductivo, productivo, estado sanitario y económico de la unidad de producción. (3) Pago de licencias, existe gran

diversidad de aplicaciones que dependiendo su grado de complejidad para análisis de información son costeadas por sus creadores, pero también existen aplicaciones demostrativas (gratuitas) que permiten gestionar una granja. (García, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Computación de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Panamericana Sur km 1 ½, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. El tiempo de duración de la investigación fue de 90 días, los cuales fueron distribuidos conforme a las necesidades

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Por tratarse de un trabajo de generación de procedimientos técnicos automatizados para el procesamiento de la información periódica de las granjas porcinas en los diferentes sitios de producción, no se consideraron unidades experimentales, por lo que simplemente se dispuso de registros productivos correspondientes al periodo 2010 - 2016 de siete granjas de producción porcina.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en la presente investigación son:

1. Materiales

- ✓ Libreta de campo
- ✓ Esfero
- ✓ Cámara Fotográfica

2. Equipos

- ✓ Computador
- ✓ Cámara fotográfica

3. Instalaciones

- ✓ La creación del sistema automatizado se realizó laboratorio de Computación de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La presente investigación consistió en la creación de un sistema automatizado para el cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos en base a la información proveniente de registros existentes en cada uno de los planteles productivos considerados, razón por la cual no se utilizó diseño experimental alguno.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

En el presente trabajo de investigación las mediciones realizadas fueron obtenidas a partir de los registros de las granjas consideradas, y que permitieron la determinación de indicadores técnicos y económicos de acuerdo a los diferentes sitios de producción, los mismos que se detallan a continuación:

1. Mediciones Sitio I

- ✓ Número de multíparas
- ✓ Número de remplazos
- ✓ Servicios/concepción
- ✓ Tasa de concepción (%)
- ✓ Repeticiones totales (%)
- ✓ Tasa de fertilidad (%)
- ✓ Anestro (%)
- ✓ Abortos (%)
- ✓ Descarte reproductoras (%)
- ✓ Mortalidad reproductoras (%)

- ✓ Tamaño de camada al nacimiento
- ✓ Natimortalidad (%)
- ✓ Peso camada al nacimiento (kg)
- ✓ Tamaño de camada al destete
- ✓ Peso camada al destete (kg)
- ✓ Mortalidad predestete (%)
- ✓ Partos/cerda/año
- ✓ Servicios/cerda/año
- ✓ Lechones destetados/cerda/año

2. Mediciones Sitio II

- ✓ Total lechones destetados
- ✓ Lechones selectos (%)
- ✓ Ganancia de peso total (g)
- ✓ Ganancia de peso diaria (g)
- ✓ Conversión Alimenticia
- ✓ Descarte lechones (%)
- ✓ Mortalidad lechones (%)

3. Mediciones Sitio III

- ✓ Total marranos engorde
- ✓ Ganancia de peso total (g)
- ✓ Ganancia de peso diaria (g)
- ✓ Conversión Alimenticia
- ✓ Descarte engorde (%)
- ✓ Mortalidad engorde (%)
- ✓ Marranos vendidos/cerda/año

✓ Utilidad B/C (\$)

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

En la elaboración del sistema automatizado para el cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, se utilizó exclusivamente estadística descriptiva.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de la presente investigación, inicialmente se firmó convenios con los productores para que de esta manera nos permitieran acceder a la información procedente de las granjas, después se observó y clasifíco la información productiva y reproductiva acorde a cada uno de los sitios considerados en la producción porcina y existentes en las granjas, la recopilación de la información de acuerdo a la etapa productiva se realizó como se describe a continuación:

Sitio 1: Se encuentran las hembras de reemplazo, hembras vacías destetadas, hembras en celo e inseminadas, cerdas gestantes y madres con sus respectivas camadas.

Sitio 2: Se encuentran los lechones destetados desde los 29 días hasta que hayan alcanzado los 25 kg de peso lo cual ocurre aproximadamente hasta los 70 días.

Sitio 3: Se encuentran los cerdos de engorde que cumplen la última fase de producción desde los 70 días hasta la saca, que generalmente se alcanza a los 165 días con un peso de 100 kg de peso.

Luego se clasificó y agrupó la información de acuerdo a la etapa fisiológica, en vacías, gestantes, maternidad, preceba y engorde.

Finalmente mediante la ayuda de expertos en informática se procedió a establecer sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos mediante el uso de la plataforma de desarrollo integrado libre NetBeans IDE 6.5 desarrollado principalmente para el lenguaje de programación Java. Por su parte la Máquina Virtual Java es un lenguaje de programación de

propósito general, que fue diseñado específicamente con la intención de permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo (conocido en inglés como WORA, o "write once, run anywhere"), lo que quiere decir que el código que es ejecutado en una plataforma no tiene que ser recompilado para correr en otra. Java es, a partir de 2012, uno de los lenguajes de programación más populares en uso, particularmente para aplicaciones de cliente-servidor de web.

El desarrollo del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, está constituido de información de entrada acorde a las etapas fisiológicas, información de salida mediante reportes de indicadores productivos y reproductivos mensual y anual, así como también reportes de gráficos de comportamiento de parámetros a través del tiempo.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Recopilación de información productiva y reproductiva

Se realizó una recopilación de la información obtenida de las granjas, la misma que fue facilitada por los productores.

2. Clasificación y ordenamiento de información productiva y reproductiva

Se realizó una clasificación previa y ordenamiento de la información de acuerdo a las etapas fisiológicas de los animales en sitios de producción existentes en cada una de las granjas (Sitio 1, Sitio 2 y Sitio 3).

3. Creación de plataforma informática para la ingreso de datos

Se creó una plataforma que permita el ingreso mensual de parámetros, de acuerdo a la etapa fisiológica de acuerdo a los siguientes grupos: Cerdas vacías, gestantes, maternidad, preceba y engorde.

4. Análisis de requisitos

Fue necesario analizar los requisitos ó necesidades de información y fórmulas de cálculo que llevaría el sistema tanto para el ingreso como para los procesos de cálculo y salida de la información.

5. Especificación

Buscar las especificaciones técnicas del sistema, lo que fue acordado con expertos en informática para lo cual se utilizó la plataforma de desarrollo integrado libre NetBeans IDE 6.5 desarrollado principalmente para el lenguaje de programación Java.

6. Diseño y arquitectura

La arquitectura de software, tiene que ver con el diseño y la implementación de estructuras de software de alto nivel. Es el resultado de ensamblar un cierto número de elementos arquitectónicos de forma adecuada para satisfacer la mayor funcionalidad y requerimientos de desempeño de un sistema, así como requerimientos no funcionales, como la confiabilidad.

7. Programación

Consistió en programar los paquetes para el cálculo de indicadores técnicos y económicos, en base a la información ingresada, a fin de comparar comportamientos de los parámetros técnicos dentro y entre varias granjas.

Con ello se obtiene información de los índices técnicos a través de la información ingresada y del uso del programa creado.

8. Prueba

Probar que el sistema funcione con datos previamente obtenidos de granjas de producción porcina de acuerdo a las etapas fisiológicas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, es un programa que posibilita la determinación de reportes de indicadores productivos y reproductivos de las granjas porcinas de acuerdo al sitio de producción y fue desarrollado principalmente para favorecer a la gestión técnica de las granjas de producción porcina, a fin de obtener información de primera mano que posibilite determinar puntos críticos del proceso productivo para la toma de decisiones. Al respecto García (2015), indica que, en nuestros días, la mayoría de los productores intensivos cuentan con programas computarizados que facilitan la determinación de resultados. Se recolecta y obtiene información necesaria para monitorear el progreso de las actividades y el desempeño reproductivo, productivo, y económico de la granja. El presente sistema fue creado en una plataforma de desarrollo integrado libre NetBeans IDE 6.5 desarrollado principalmente para el lenguaje de programación Java, el cual se describe a continuación:

A. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE CÁLCULO DE INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS PARA GRANJAS DE CERDOS.

1. Ingreso al sistema

El sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, permite inicialmente crear uno o varios usuarios para ingresar al programa, debiendo definir un Usuario y una Clave la misma que permitirá la protección de la información ingresada, como se muestra en el gráfico 2.



Gráfico 2. Entrada al sistema automatizado de cálculo de indicadores porcinos.

2. Barra de menú

Una vez ingresado al sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, se presenta tres menús; Administrar, Ingreso de datos y Reportes, grafico 3.

a. Menú administrar

El menú administrar presenta las opciones; Incorporación de Usuarios, Incorporación de Granjas, Definición de etapas fisiológicas y salir del programa, gráfico 3, de acuerdo a las siguientes características:

- ✓ Usuarios: Permite ingresar nuevos usuarios o a su vez buscar usuarios definidos anteriormente a fin de disponer de la información que cada usuario haya incorporado en la base de datos.
- ✓ Granjas: Sirve para buscar, eliminar ó incorporar nuevas granjas al sistema a fin de posteriormente ingresar la información productiva y reproductiva de las mismas.
- ✓ Etapas: Define las etapas fisiológicas que cada una de las granjas dispone, no necesariamente todas las granjas de producción porcina disponen de todas las etapas, es así que el programa permite incorporar la información que el usuario precise.
- ✓ Salir: Únicamente se trata de una opción que permite salir rápidamente del programa.

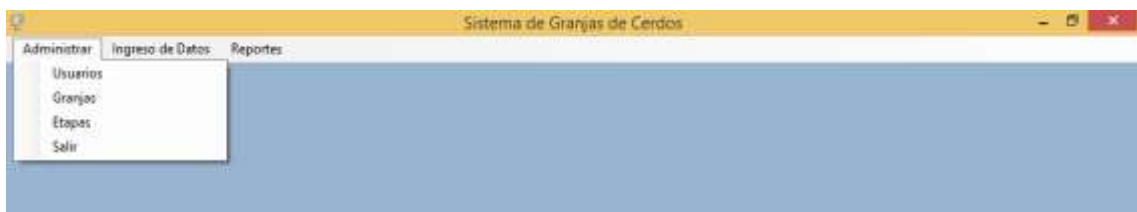


Gráfico 3. Opciones del menú administrar en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

b. Menú ingreso de datos

En el menú ingreso de datos se presenta únicamente la opción Datos de granja por etapa, la misma que permite ingresar los parámetros mensuales de los diferentes

registros productivos y reproductivos de las granjas de acuerdo a la etapa fisiológica en la que se encuentren los semovientes y que previamente fueron definidas en el menú Administrar opción Etapas, así se dispone de las etapas Vacía, Gestación, Maternidad, Preceba y Engorde, gráfico 4.

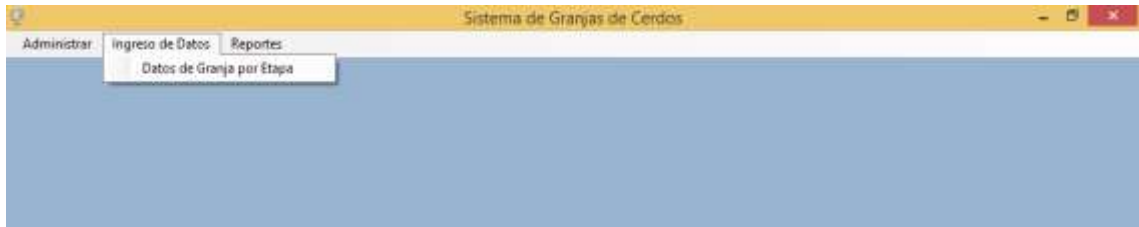


Gráfico 4. Opciones del menú ingreso de datos en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

c. Menú reportes

Finalmente el menú reportes presenta las opciones; Datos recogidos y el comportamiento de granja, grafico 5, de acuerdo a las siguientes características:

- ✓ Datos recogidos: Ayuda a obtener reportes mensuales o anuales, mediante una hoja de salida con los principales indicadores técnicos y económicos de acuerdo al sitio de producción los mismos que pueden ser comparados entre las diferentes granjas.
- ✓ Comportamiento de granja: Emite graficos individuales o comparativos entre granjas a travez del tiempo, para lo cual es necesario definir el tipo de reporte que necesitamos.

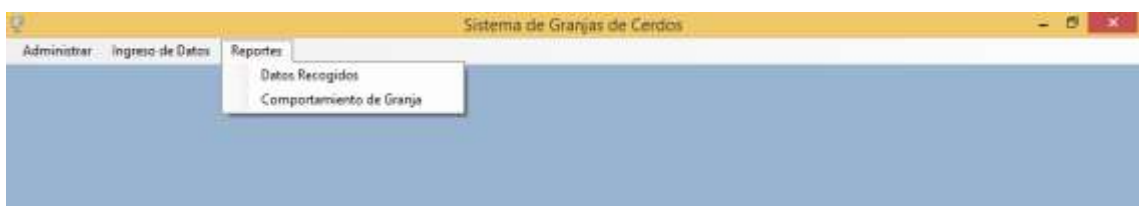


Gráfico 5. Opciones del menú reportes en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

B. MANEJO GENERAL DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE CÁLCULO DE INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS PARA GRANJAS DE CERDOS.

Al respecto del manejo general del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, hay que considerar que existen programas avanzados que permiten crear bases de datos para monitorear el desempeño reproductivo, productivo, estado sanitario y económico de la unidad de producción (Mendoza, 2014).

1. Incorporación de usuarios

En esta opción del menú administrar, es posible incorporar varios usuarios con su respectiva clave de seguridad el mismo que se mantendrá activo mientras no sea eliminado o editado, para lo cual se procede de la siguiente manera:

- ✓ Inicialmente se define el nombre del usuario, para lo cual se pueden utilizar diferentes nombres ya sea del propietario, del técnico encargado o el nombre de la empresa porcina.
- ✓ Posteriormente ingresamos una clave de mas de cuatro digitos en adelante la misma que debe ser recordada por el usuario.
- ✓ Mediente la herramienta editar presente en el conjunto de usuarios registrados es posible cambiar el usuario y la clave a criterio y necesidades de seguridad.

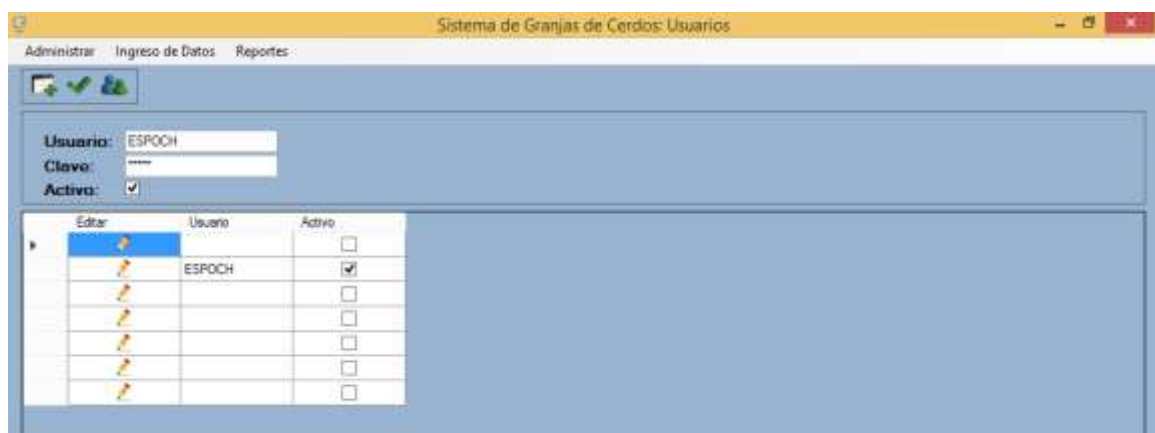


Gráfico 6. Creación y adición de usuarios el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

2. Incorporación de granjas

Para incorporar granjas dentro del sistema se permite la adición de diferentes granjas con la respectiva información definida por el usuario de acuerdo a las siguientes características:

- ✓ Primeramente se define el nombre de la granja, la cual es definida por el usuario el mismo que puede añadir cuantas granjas sean posibles.
- ✓ De la misma manera mediante la herramienta editar presente en el conjunto de granjas registradas es posible cambiar el nombre de la granja a criterio técnico y actualizarla mediante la opción aceptar.

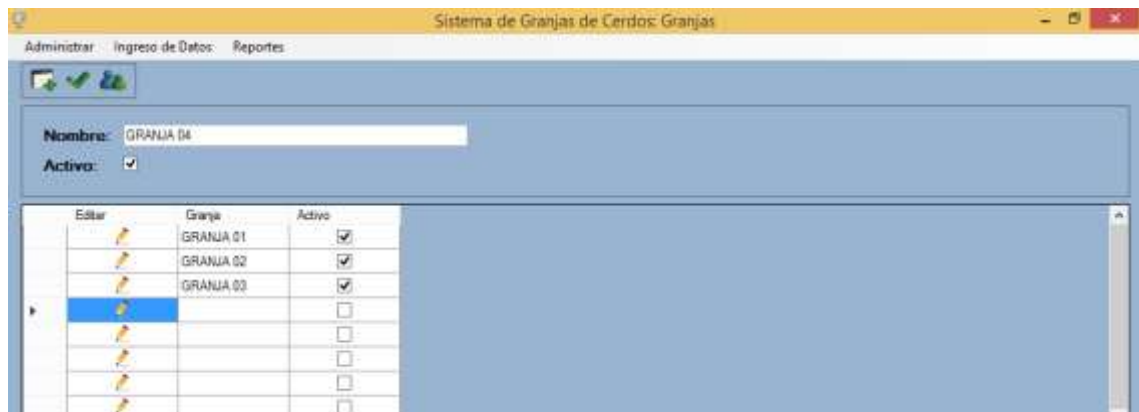


Gráfico 7. Adición de granjas en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

3. Definición de etapas fisiológicas de acuerdo a la granja

La definición de etapas fisiológicas de las granjas incorporadas responderá a cada una de las etapas productivas presentes en cada una de las granjas registradas como se detalla a continuación:

- ✓ Inicialmente se debe seleccionar la granja en la cual vamos a definir las etapas fisiológicas que son explotadas.
- ✓ Luego es necesario definir el nombre de la etapa disponible en cada granja y el tipo de etapa que previamente se halla definido en el sistema y que debe ser

seleccionado mediante la tabla dinamica que se despliega en la opcion tipo, considerando que no todas las etapas fisiologicas estan presentes en las diferentes granjas registradas.

- ✓ Finalmente es necesario designar un orden a cada una de las etapas la cual sera definida de manera logica y ordenada de acuerdo al ciclo productivo.

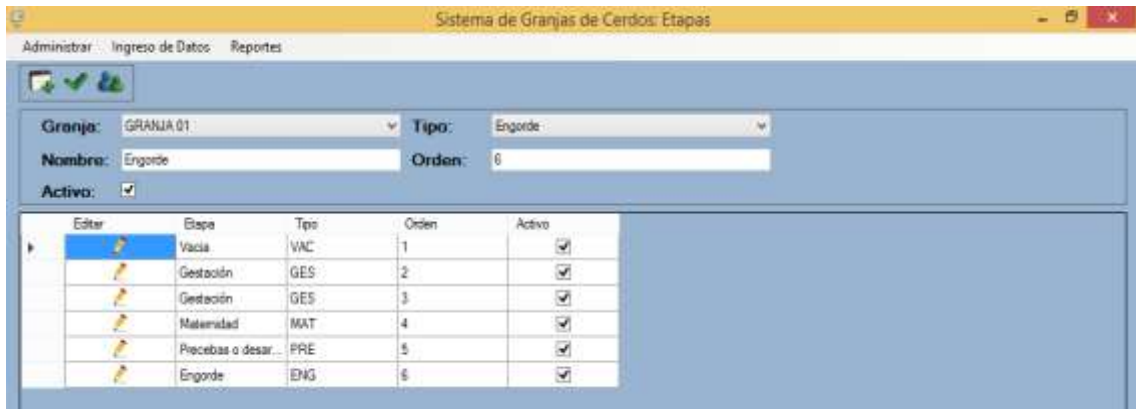


Gráfico 8. Definición de las etapas fisiológicas de producción en el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

4. Ingreso de información mensual de acuerdo a la etapa fisiológica

Para ingresar la información mensual de acuerdo a la etapa fisiológica es necesario disponer de la información periódica mensual de cada uno de los indicadores productivos y reproductivos de cada una de las etapas establecidas en los diferentes sitios de producción porcina, las mismas que se describen a continuación.

a. Etapa de vacías

En esta etapa se incorporan la información de las cerdas destetadas y cerdas de reemplazo que se encuentran disponibles para ser servidas, generalmente una cerda vacía luego del destete permanece un periodo de diez días hasta que es servida sea por inseminación artificial o monta natural. Para esta etapa se ha considerado la siguiente información:

- ✓ No. múltiparas: son el número de cerdas que han sido destetadas y permanecen por un periodo de hasta diez días, en donde la cerda debe ser servida.
- ✓ No. remplazos: son el número de cerdas que han pasado en primer celo y están disponibles para la inseminación artificial o monta natural.
- ✓ No. Inseminaciones totales: representan la suma de todas las inseminaciones realizadas durante un mes calendario.
- ✓ No. cerdas servidas Grupo 1: en este grupo se cuantifican todas las cerdas múltiparas que han presentado celo y han sido servidas el 3 y 4 día post destete.
- ✓ No. cerdas servidas Grupo 2: en este grupo se cuantifican todas las cerdas múltiparas que han presentado celo y han sido servidas el 5 y 7 día post destete.
- ✓ No. cerdas servidas Grupo 3: en este grupo se cuantifican toda la cerda primeriza, repetidora y aparte las cerdas múltiparas que han presentado celo en más de 7 días post destete.
- ✓ No. cerdas anéstricas: son las cerdas múltiparas que no han presentado celo en los diez días posteriores al destete.
- ✓ Edad al primer servicio (meses): representa la edad promedio a la que entran al servicio las cerdas primerizas durante el mes calendario.
- ✓ Peso al primer servicio (Kg): es el peso promedio a la que entran al servicio las cerdas primerizas durante el mes calendario.
- ✓ No. descartes: se cuantifica el número de cerdas que son descartadas mensualmente y que pertenecen a la etapa de vacías.
- ✓ No. muertes: se cuantifica el número de muertes en el grupo de cerdas que pertenecen a la etapa de vacías.

Datos de la Etapa:			
No. multiparas	600	No. cerdas anestricas	6
No. remplazos	60	Edad al primer servicio (meses)	6,5
No. Inseminaciones totales	1300	Peso al primer servicio (Kg)	125,8
No. cerdas servidas Grupo 1	250	No. descartes	3
No. cerdas servidas Grupo 2	270	No. muertes	1
No. cerdas servidas Grupo 3	130		

Gráfico 9. Formato para el ingreso de la información en la etapa de vacías dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

b. Etapa de gestación

La etapa de gestación incorpora la información de las cerdas inseminadas tanto multíparas como cerdas de reemplazo, en esta etapa se aprecia la información de la gestación temprana hasta los noventa días post servicio y gestación avanzada hasta el día del parto, de acuerdo a la siguiente descripción:

- ✓ No. cerdas repetidoras Grupo 1, 2 y 3: son el número de cerdas que han repetido celo durante el mes calendario y pertenecen a los diferentes grupos del servicio anterior.
- ✓ No. cerdas preñadas Grupo 1, 2 y 3: son el número de cerdas que han preñado en el servicio anterior y han sido confirmadas durante el mes calendario.
- ✓ No. de abortos: es registrado mediante el número de cerdas que han abortado durante el mes calendario.

- ✓ No. descartes, abortos y muerte: es registrado mediante el número de cerdas que han sido descartadas, abortado y han muerto durante el mes calendario.



The screenshot shows a window titled "Datos por Etapa" with a blue header and a light blue background. At the top left, there are two green circular icons. Below them is a dropdown menu labeled "Etapa:" with "Gestación" selected. Underneath is the section "Datos de la Etapa:" containing two columns of input fields. The first column lists "No. cerdas repetidoras Grupo 1" (15), "No. cerdas repetidoras Grupo 2" (11), "No. cerdas repetidoras Grupo 3" (8), "No. cerdas preñadas Grupo 1" (235), "No. cerdas preñadas Grupo 2" (259), and "No. cerdas preñadas Grupo 3" (122). The second column lists "No. de abortos" (6), "No. descartes" (2), and "No. muertes" (1).

Datos de la Etapa:			
No. cerdas repetidoras Grupo 1	15	No. de abortos	6
No. cerdas repetidoras Grupo 2	11	No. descartes	2
No. cerdas repetidoras Grupo 3	8	No. muertes	1
No. cerdas preñadas Grupo 1	235		
No. cerdas preñadas Grupo 2	259		
No. cerdas preñadas Grupo 3	122		

Gráfico 10. Formato para el ingreso de la información en la etapa de gestación dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

c. Etapa de maternidad

La maternidad en cerdas considera la información de las cerdas que han cumplido la etapa de gestación y han ingresado a la sala de maternidad donde permanecerán un periodo de 28 días con sus respectivas camadas. La información que se debe incorporar en esta etapa es la siguiente:

- ✓ N° de multíparas: son el número de cerdas multiparas que han ingresado a la sala de maternidad durante el mes calendario.
- ✓ N° de primíparas: son el número de cerdas que han ingresado por primera vez a la sala de maternidad durante el mes calendario.
- ✓ N° de partos multíparas: son el número de cerdas multiparas que han parido durante el mes calendario.
- ✓ de partos primíparas: son el número de cerdas que han parido por primera vez durante el mes calendario.
- ✓ Duración de la gestación: es el periodo promedio de gestación de las cerdas que han parido durante el mes.

- ✓ No. marranas muertas: se cuantifica el número de muertes en el grupo de cerdas que pertenecen a la etapa de maternidad.
- ✓ Tamaño de camada al nacimiento: es el valor promedio de lechones nacidos en las diferentes camadas registradas durante el mes.
- ✓ Total nacidos vivos: es el valor total de lechones nacidos vivos en las diferentes camadas registradas durante el mes.
- ✓ Total nacidos muertos: es el valor total de lechones nacidos muertos en las diferentes camadas registradas durante el mes.
- ✓ Peso camada al nacimiento (Kg): es el peso promedio de las camadas registradas en el mes.
- ✓ Tamaño de camada al destete: es el valor promedio de lechones destetados en las diferentes camadas registradas durante el mes.
- ✓ No. vivos al destete: es el valor total de lechones destetados en las diferentes camadas registradas durante el mes.
- ✓ No. muertos al destete: es el valor total de lechones muertos hasta el desdete.
- ✓ Peso camada al destete (Kg): es el peso promedio de las camadas registradas en el mes.

Etapa:

Datos de la Etapa:

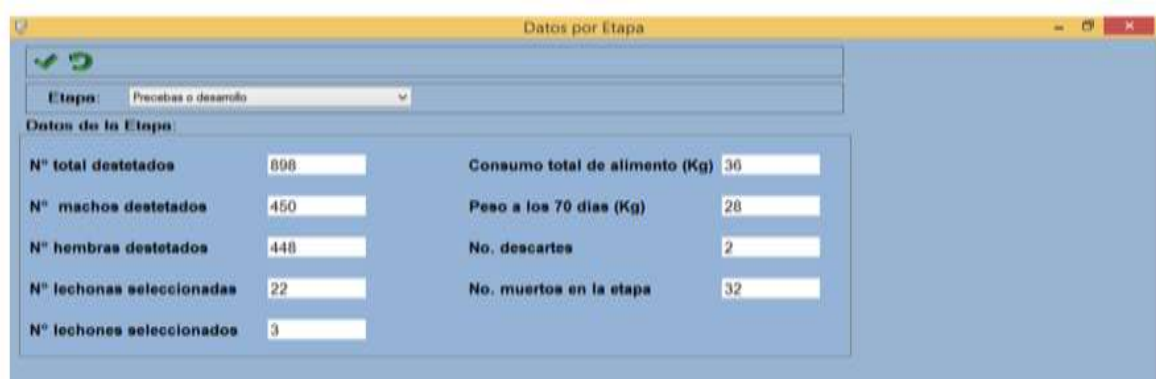
N° de multiparas	<input type="text" value="55"/>	Total nacidos vivos	<input type="text" value="976"/>
N° de primiparas	<input type="text" value="25"/>	Total nacidos muertos	<input type="text" value="21"/>
N° de partos multiparas	<input type="text" value="51"/>	Peso camada al nacimiento (Kg)	<input type="text" value="16,16"/>
N° de partos primiparas	<input type="text" value="23"/>	Tamaño de camada al destete	<input type="text" value="12,15"/>
Duración de la gestación	<input type="text" value="113,2"/>	No. vivos al destete	<input type="text" value="898"/>
No. marranas muertas	<input type="text" value="1"/>	No. muertos al destete	<input type="text" value="78"/>
Tamaño de camada al nacimiento	<input type="text" value="13,47"/>	Peso camada al destete (Kg)	<input type="text" value="303,75"/>

Gráfico 11. Formato para el ingreso de la información en la etapa de maternidad dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

d. Etapa de preceba o desarrollo

En la etapa de preceba o desarrollo se considera la información de las camadas destetadas provenientes de la etapa de maternidad hasta los 70 días post destete, etapa en la cual se consideró la siguiente información:

- ✓ N° total destetados: es el valor total de lechones destetados en las diferentes camadas registradas durante el mes.
- ✓ N° machos destetados: es el valor total de lechones machos destetados en las diferentes camadas registradas durante el mes.
- ✓ N° hembras destetados: es el valor total de lechonas destetadas en las diferentes camadas registradas durante el mes.
- ✓ N° lechonas seleccionadas: es el valor total de lechonas seleccionadas finalizan la etapa de preceba durante el mes.
- ✓ N° lechones seleccionados: es el valor total de lechones seleccionados que finalizan la etapa de preceba durante el mes.
- ✓ Consumo total de alimento (Kg): representa el consumo promedio en los lechones que finalizan la etapa durante el mes de evaluación.
- ✓ Peso a los 70 días (Kg): es el peso promedio de los gorrinos que terminan la etapa y registrados en el mes.
- ✓ No. descartes y muertos en la etapa: es registrado mediante el numero de gorrinos que han sido descartados y han muerto al finalizar la etapa y han sido registrados durante el mes calendario.



Datos de la Etapa	
N° total destetados	898
N° machos destetados	450
N° hembras destetados	448
N° lechonas seleccionadas	22
N° lechones seleccionados	3
Consumo total de alimento (Kg)	36
Peso a los 70 días (Kg)	28
No. descartes	2
No. muertos en la etapa	32

Gráfico 12. Formato para el ingreso de la información en la etapa de preceba ó desarrollo dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

e. Etapa de engorde

En la etapa de ceba o engorde se considera la información de los lechones provenientes de la etapa de preceba o desarrollo hasta la saca que se cumple aproximadamente entre los 5 y 6 meses con un peso promedio de 100 Kg, para esta etapa se considera los siguientes parámetros:

- ✓ N° total cerdos al ingreso: representa el total de cerdos que ingresan a esta etapa provenientes de la etapa de preceba.
- ✓ N° machos engorde: representa el número de cerdos machos que ingresan a esta etapa provenientes de la etapa de preceba
- ✓ N° hembras engorde: representa el número de cerdas hembras que ingresan a esta etapa provenientes de la etapa de preceba
- ✓ Consumo total de alimento (Kg) : representa el consumo promedio de los cerdos que finalizan la etapa durante el mes de evaluación
- ✓ Peso a los 160 días: representa el peso promedio de los cerdos que finalizan la etapa durante el mes de evaluación.
- ✓ No. descartes y muertos en la etapa: es registrado mediante el número de cerdos que han sido descartados y han muerto al finalizar la etapa y han sido registrados durante el mes calendario.

The screenshot shows a software window titled "Datos por Etapa" with a dropdown menu set to "Engorde". Below it, a section titled "Datos de la Etapa:" contains several input fields with numerical values:

N° total cerdos al ingreso	750	Peso a los 160 días	97,6
N° machos engorde	310	No. descartes	3
N° hembras engorde	440	No. muertos en la etapa	12
Consumo total de alimento (Kg)	198		

Gráfico 13. Formato para el ingreso de la información en la etapa de engorde dentro del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

C. REPORTES DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE CÁLCULO DE INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS PARA GRANJAS DE CERDOS.

Los reportes obtenidos a partir del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, se clasifican en dos grupos, el primero que se activa en el menú reportes opción datos recogidos que emite un informe mensual ó anual de los principales indicadores técnicos y económicos de la producción porcina clasificados de acuerdo al sitio de producción y el segundo tipo de reporte se emite en forma de comportamiento gráfico dependiendo del parámetro que se ordene el mismo que puede ser individual por granja ó comparativo de diferentes granjas a travez del tiempo. Es así que el sistema servirá de mucha utilidad ya que una problemática a la que se enfrentan muchos productores, es que la mayoría de los sistemas automatizados para la gestión técnica de uso cotidiano en el tratamiento de la información de las granjas, son diseñados para países desarrollados (Marcos, D. 2006).

1. Reportes mensuales

Los reportes mensuales se establecen mediante el menú reportes y la opción datos recogidos, donde ordenamos se emita los indicadores técnicos mensuales de cada granja ingresada, obteniéndose los siguientes indicadores calculados:

a. Reporte sitio 1

- ✓ Servicios/concepción: Es la relación entre el número de servicios realizados mensualmente entre el número de cerdas que no han repetido celo.
- ✓ Tasa de concepción (%): Indica el valor relativo determinado a partir de la relación entre el número de cerdas que no han repetido celo y el número de cerdas servidas durante un mes calendario.
- ✓ Repeticiones totales (%): Representa el valor relativo determinado a partir de la relación entre el número de cerdas que han repetido celo y el número de cerdas servidas durante un mes calendario.
- ✓ Anestro (%): Constituye el valor relativo determinado a partir de la relación entre el número de cerdas que no han presentado celo postdestete durante el mes calendario y el número de cerdas destetadas en el mismo mes.

- ✓ Abortos (%): Es un valor relativo calculado a partir de la relación entre el número de cerdas que han abortado durante el mes calendario y el número de cerdas determinadas gestantes durante un mes.
- ✓ Descarte reproductoras (%): Constituye un valor relativo calculado a partir de la relación entre el número de cerdas que han sido descartadas por varias razones durante el mes calendario y el número de cerdas que han permanecido en el sitio 1.
- ✓ Mortalidad reproductoras (%): Lo compone un valor relativo calculado a partir de la relación entre el número de cerdas que han muerto durante el mes calendario y el número de cerdas que han permanecido en el sitio 1.
- ✓ Natimortalidad (%): Está determinado por un valor relativo calculado a partir de la relación entre el número de lechones nacidos muertos durante el mes calendario y el número total de lechones nacidos durante el mismo periodo.
- ✓ Mortalidad predestete (%): Representa el valor relativo determinado a partir de la relación entre el número de lechones muertos en lactancia durante el mes calendario y el número total de lechones nacidos vivos durante el mismo periodo.

b. Reporte sitio 2

Lechones selectos (%): Representa el valor relativo entre el número total de lechonas y lechones seleccionados en la etapa de preceba durante el mes calendario entre el número de lechones que ingresan al sitio 2.

- ✓ Ganancia de peso total (Kg): Es el valor promedio determinado por la ganancia de peso de los lechones durante su permanencia en el sitio 2.
- ✓ Ganancia de peso diaria (g): Es el valor promedio determinado por la ganancia de peso diaria de los lechones durante su permanencia en el sitio 2.
- ✓ Conversión Alimenticia: Es el valor medio determinado por la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso total de los lechones que terminan la etapa de preceba durante el mes calendario.
- ✓ Descarte y mortalidad de lechones (%): Representa el valor relativo entre el número total de lechones descartados y aparte muertos en la etapa de preceba durante el mes calendario entre el número total de lechones que ingresan al sitio 2.

c. Reporte sitio 3

- ✓ Ganancia de peso total (Kg): Es el valor promedio determinado por la ganancia de peso de los gorrinos durante su permanencia en el sitio 3
- ✓ Ganancia de peso diaria (g): Es el valor promedio determinado por la ganancia de peso diaria de los gorrinos durante su permanencia en el sitio
- ✓ Conversión Alimenticia: Es el valor medio determinado por la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso total de los gorrinos que terminan la etapa de ceba durante el mes calendario.
- ✓ Descarte y mortalidad de gorrinos (%): Representa el valor relativo entre el número total de gorrinos descartados y aparte muertos en la etapa de ceba durante el mes calendario entre el número total de gorrinos que ingresaron al sitio 3.

Sistema de Granjas de Cerdos: Datos Recogidos por Granja

Administrar Ingreso de Datos Reportes

Granja: GRANJA 01 Fechas de Datos: 01/01/2017 15:10:39 Preview

Datos Recogidos de la Granja:

GRANJA 01 01/01/2017 15:10:39

ENERO

SITIO 1		SITIO 2		SITIO 3	
Número de multiparas	600	Total lechones destetados	898	Total marranos engorde	750
Número de reemplazos	60	Lechones selectos (%)	2,78	Ganancia de peso total (g)	69,60
Servicios/concepción	1,97	Ganancia de peso total (Kg)	20,74	Ganancia de peso diaria (g)	828,57
Tasa de concepción (%)	94,77	Ganancia de peso diaria (g)	493,81	Conversión Alimenticia	2,84
Repeticiones totales (%)	5,23	Conversión Alimenticia	1,73	Descarte engorde (%)	0,40
Anestro (%)	0,90	Descarte lechones (%)	0,22	Mortalidad engorde (%)	1,60
Abortos (%)	0,97	Mortalidad lechones (%)	3,56		
Descarte reproductoras (%)	0,75				
Mortalidad reproductoras (%)	0,45				
Tamaño de camada al nacimiento	13,47				
Natimortalidad (%)	2,10				
Peso camada al nacimiento (kg)	16,16				
Tamaño de camada al destete	12,15				
Peso camada al destete (kg)	303,75				
Mortalidad predestete (%)	7,99				

Gráfico 14. Formato para la emisión de reportes mensuales emitidos por el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

2. Reportes anuales

Los reportes anuales se dictaminan mediante el menú reportes y la opción datos recogidos, donde ordenamos se emita los indicadores técnicos anuales de cada granja ingresada, obteniéndose los siguientes indicadores calculados:

a. Reporte sitio 1

Los reportes anuales representan algunos valores medios y otros absolutos de los indicadores obtenidos durante el año calendario, es así que aparte de los indicadores que se presentaron en el reporte mensual, el reporte anual determina otros índices adicionales los mismos que se detallan a continuación.

- ✓ Lechones destetados/cerda/año: Es el número de lechones destetados por parto multiplicado por el número total de partos, dividido por el promedio de cerdas presentes.
- ✓ Partos/cerda/año: El número total de partos por año, dividido por el número de cerdas trabajando ese año.
- ✓ Servicios/cerda/año: El número total de servicios promedio sea por monta natural o inseminación artificial que se ha realizado a la cerda durante el año.
- ✓ Tasa de fertilidad (%): Es la relación relativa entre el número de partos entre el número de hembras inseminadas.

b. Reporte sitio 2

En el sitio 2 los reportes anuales representan algunos valores medios y otros absolutos de los indicadores obtenidos durante el año calendario, es así que los indicadores que se presentaron en el reporte coinciden con el reporte anual diferenciándose únicamente que en lugar de ser mensual el indicador es anual.

c. Reporte sitio 3

Finalmente en el sitio 3 los reportes anuales representan algunos valores medios y otros absolutos de los indicadores obtenidos durante el año calendario, es así aparte que los indicadores que de se presentaron en el reporte mensual, el reporte

anual determina otros índices adicionales los mismos que se detallan a continuación.

- ✓ Marranos vendidos/cerda/año: es el número de cerdos vendidos en un año dividido entre el número de las madres presentes en ese año
- ✓ Utilidad B/C (\$): La utilidad anual se halla representada en términos de beneficio/costo en donde se relacionan los ingresos obtenidos anualmente entre los egresos recurridos en el mismo periodo.

Sistema de Granjas de Cerdos: Datos Recogidos por Granja

Administrar Ingreso de Datos Reportes

Granja: GRANJA 01 Fecha de Datos: 2017 15:10:39

AÑO 2017

SITIO 1		SITIO 2		SITIO 3	
Número de multiparas	600	Total lechones destetados	10776	Total marranos engorde	9015
Número de reemplazos	60,00	Lechones selectos (%)	2,98	Ganancia de peso total (g)	70,10
Servicios/concepción	1,97	Ganancia de peso total (g)	21,30	Ganancia de peso diaria (g)	834,52
Tasa de concepción (%)	94,77	Ganancia de peso diaria (g)	498,00	Conversión Alimenticia	2,75
Repeticiones totales (%)	5,23	Conversión Alimenticia	1,69	Descarte engorde (%)	0,35
Tasa de fertilidad (%)	95	Descarte lechones (%)	0,24	Mortalidad engorde (%)	1,54
Anestro (%)	0,9	Mortalidad lechones (%)	4,2	Marranos vendidos/cerda/año	28,61
Abortos (%)	0,97			Utilidad B/C (\$)	1,26
Descarte reproducciones (%)	0,75				
Mortalidad reproductoras (%)	0,5				
Tamaño de camada al nacimiento	13,47				
Natimortalidad (%)	2,1				
Peso camada al nacimiento (kg)	18,16				
Tamaño de camada al destete	12,15				
Peso camada al destete (kg)	303,75				
Mortalidad predestete (%)	7,99				
Partos/cerda/año	2,37				
Servicios/cerda/año	4,58				
Lechones destetados/cerda/año	28,44				

Gráfico 15. Formato para la emisión de reportes anuales emitidos por el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

3. Reportes gráficos

Este tipo de reporte se emite en forma de comportamiento gráfico dependiendo del parámetro que se ordene al sistema, el mismo que puede ser individual por granja ó comparativo de diferentes granjas a travez del tiempo, para obtener un reporte de este tipo es necesario activar el menú reportes y la opción comportamiento de

granja, donde se selecciona la granja, la etapa, la fecha y la variable que se desea obtener el reporte, finalmente ordenamos que se emita el informe correspondiente.



Gráfico 16. Selección de variables y granjas para la obtención de reportes gráficos a través del sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

a. Reportes gráficos individuales

En este tipo de reporte gráfico, seleccionamos la granja de acuerdo al nombre, ubicamos la etapa fisiológica el tipo de establecimiento, la fecha inicial y final del reporte y la variable ó índice que se desea representar, de esta manera el grafico obtenido nos muestra el comportamiento mensual de la variable atravez del tiempo.



Gráfico 17. Reporte grafico de comportamiento emitido por el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

b. Reportes gráficos comparativos

Cuando se desea obtener un reporte comparativo entre dos o más granjas se deben activar el número de granjas requeridas para la comparación luego ubicamos la etapa fisiológica el tipo de establecimiento, la fecha inicial y final del reporte y la variable ó índice que se desea representar, de esta manera el grafico obtenido nos muestra el comportamiento mensual comparativo de la variable atravez del tiempo.

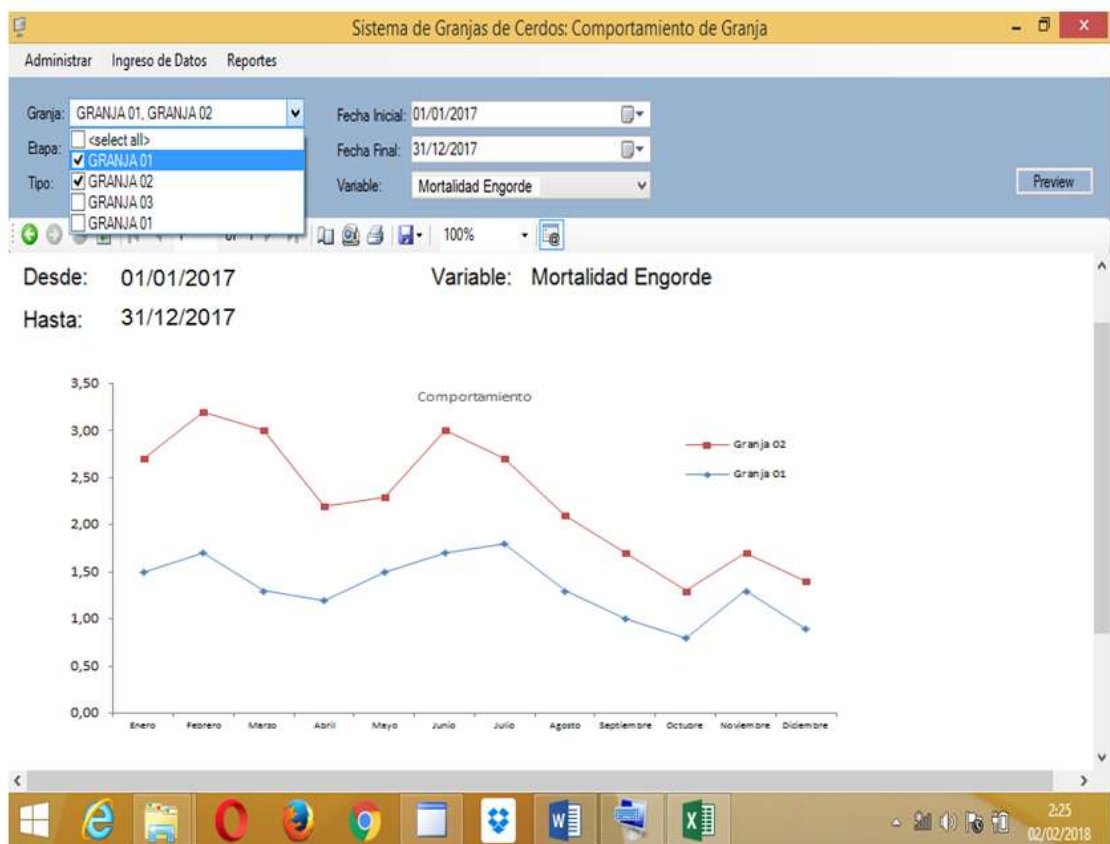


Gráfico 18. Reporte grafico comparativo de comportamiento emitido por el sistema automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos.

V. CONCLUSIONES

Luego de obtener con éxito el programa automatizado de cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos, se emiten las siguientes conclusiones:

1. Se han identificado los diferentes parámetros técnico-productivos registrados periódicamente en las granjas de producción porcina de acuerdo a los diferentes sitios y etapas de producción, clasificando la información de una manera ordenada y estableciendo los lineamientos básicos del sistema.
2. Mediante conocimientos básicos de gestión se establecieron los procedimientos de cálculo, para la determinación de los diferentes indicadores técnicos y económicos de mayor importancia en los diferentes sitios de producción de cerdos.
3. Se desarrolló un sistema automatizado para la obtención de reportes de los indicadores técnicos y económicos en las granjas porcinas, de acuerdo a los diferentes sitios de producción, el mismo que emite reportes mensuales, anuales y reportes gráficos que permiten apreciar y comparar el comportamiento de las granjas a través del tiempo.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

1. Utilizar el sistema automatizado para el cálculo de indicadores técnicos y económicos para granjas de cerdos (SACITEG), considerando los diferentes aspectos que permitan mejorar la gestión en las granjas existentes en nuestro país, a fin de alcanzar una óptima producción.
2. Divulgar los resultados obtenidos a fin de que las granjas de producción porcina dispongan de un sistema automatizado, para la determinación de indicadores técnicos y económicos que permitan una mejoría en la toma de decisiones.
3. Realizar otras investigaciones en las cuales se puedan desarrollar sistemas automatizados que incorporen la información inherente a la administración de granjas porcinas, a fin de promover el desarrollo del sector porcícola en el país.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABALCO, E. 2013. Elaboración de un manual técnico de crianza y manejo de ganado porcino (*Sus scrofa domestica*). Tumbaco, Pichincha. Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador.
2. AGROCALIDAD.2013. Manual de requisitos para los usuarios de Agrocalidad.Riobamba, Ecuador.p.165.Recuperado el 15 de enero del 2018.<http://www.agrocalidad.gob.ec/agrocalidad/html/files/manual%20usuario%20revisi%20n%20final.pdf>.
3. ALMOGUERA, J. 2007. Modelo teórico agro-forestal para la simulación de sistemas adhesados. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. p 54-65.
4. ASOCIACIÓN DE PORCICULTORES ECUADOR.2007. Estadísticas piscícolas. Recuperado el 20 de enero del 2018.Obtenido de <http://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/estadisticas-porcicolas-2013>.
5. ASOCIACIÓN DE PORCICULTORES ECUADOR.2013. Estadísticas piscícolas. Recuperado el 22 de enero del 2018.Obtenido de <http://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/estadisticas-porcicolas-2013>.
6. CAMPION, D. 2013. Calidad de la carne porcina según el sistema de producción. Tesis de grado. Ingeniero en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.

7. CARRERO, H. 2010. Alimentación de la reposición y de la cerda de reemplazo. Universidad Autónoma de Barcelona - España. Recuperado el 27 de noviembre del 2017, de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/0_produccion_porcina_general/82-CAP_VIII.pdf.
8. ESCRIBANO, M. 2014. Estudio de factibilidad para la instalación de una granja de cerdos en la provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque. Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Perú.
9. ESPINOZA, C. & CASTAÑO, G. 2017. Manual de Producción Porcícola. Tuluá, febrero 2005.
10. FLORES, L. 2008. Texto básico de producción porcina. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
11. GARCÍA, H. 2015. Diseño de un manual de buenas prácticas de manejo porcícola en la granja Agua Tibia, Villa de San Francisco, Honduras. Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
12. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2017. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2014, 2015 2016. Recuperado el 13 de junio de 2017, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
13. JOAQUIN, A. 2017. Dietas en etapas de la producción Porcina. Ver en: <http://bioalimentar.com/index.php/unidades-de-negocio/productos-industriales/nutricion-pecuaria/cerdos>.

14. MACHADO, C., MANGUDO, P., PONSSA, E., & ARROQUI, M. 2016. Software de simulación para la facilitación del aprendizaje sobre sistemas de producción animal y agroindustrial. Recuperado el 18 marzo del 2018 de http://www.produccion-animal.com.ar/software/39-Software_de_simulacion.pdf.
15. Marcos, D. 2006. Sistema automatizado para la administración del proceso productivo en granjas de crianza de cerdos. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima - Perú. Recuperado el 16 de enero del 2017, <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273550/2/DMarco.pdf>.
16. MARCOS, D. 2013. Sistema automatizado para la administración del proceso productivo en granjas de crianza de cerdos. Tesis de grado. Ingeniero en sistemas. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Recuperado el 16 de enero del 2018, de <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273550/2/DMarco.pdf>.
17. MEJÍA, E. 2012. Diseño de y Elaboración de un Modelo de Simulación Matemático en la Producción de Cerdos UPP-ESPOCH. Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
18. MENDOZA, C. 2014. Análisis de factibilidad para el establecimiento de una granja porcina en Ecuador. Tesis de grado. Ingeniero en Administración de Agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
19. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2000. Base de datos FAO. Recuperado el 16 de junio del 2017, de <http://faostat3.fao.org/>.

20. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2012. Cerdos y la producción animal. FAO. Recuperado el 14 de febrero del 2017, de <http://www.fao.org/faostat/es/#country>.
21. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Cerdos y la producción animal. FAO. Recuperado el 6 de febrero del 2016, de <http://www.fao.org/faostat/es/#data>.
22. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2016. Base de datos FAO. Recuperado el 16 de junio del 2017, de <http://faostat3.fao.org/>.
23. PALACIO, D. 2015. Elaboración de un Software Agropecuario para la recopilación de datos de producción en la Granja San Silvestre. Tesis de grado. Ingeniero en administración en Ciencias Agropecuarias. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas, Antioquia.
24. PARAMIO, I. 2010. Manejo y producción de porcino. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona - España. Recuperado el 23 de marzo del 2017, de: https://es.slideshare.net/thonsk/cerdos_
25. Ruiz, M. 2013. La porcicultura en Argentina, a través de la historia de una empresa exitosa. Tesis de grado. Ingeniero en administración Rural. Facultad Regional Concordia. Universidad Tecnológica Nacional.
26. SALCEDO, N. 2017. Efecto del probiotico (lactobacillus.Sp) en el desempeño productivo de las hembras de reemplazo de la líneas supermom 52 de la Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña. Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente. Universidad francisco de paula Santander Ocaña. Colombia.

27. SAMANIEGO, I. 2014. Diagnóstico de la producción porcina en el cantón Loja, provincia de Loja. Tesis de grado. Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.

28. ZAMBRANO, J. & ZAMBRANO, j. 2017. Propuesta de un sistema de gestión por procesos para el hato porcino de la carrera de Pecuaria. Tesis de grado. Ingeniero Comercial con mención especial en administración agroindustrial y agropecuaria.