

# PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS POR EVENTOS CLIMÁTICOS

“Como parte del estudio de prácticas efectivas para adaptación de sectores prioritarios  
para seguros, en Costa Rica”

## FICHA TÉCNICA

### SECTOR PRODUCTIVO PORCINO EN COSTA RICA

*Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación*

**Elaborado por:**

Armando Vargas Céspedes, Bsc<sup>1</sup>

Mariela Morales, MSc<sup>2</sup>.

William Watler, MSc<sup>3</sup>

Raffaele Vignola, PhD<sup>4</sup>

Marzo , 2018

Para la realización de este estudio se reconoce el apoyo de los especialistas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y de funcionarios del Instituto Tecnológico de Costa Rica-TEC, quienes aportaron significativamente al desarrollo de la investigación.

---

<sup>1</sup> Consultor CLADA, CATIE

<sup>2</sup> Investigadora/Coordinadora de proyectos del Programa de Investigación en Desarrollo, Economía y Ambiente-CATIE.

<sup>3</sup> Miembro del Programa de Cambio Climático y Cuencas, CATIE

<sup>4</sup> Director de la Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA), CATIE

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>5</b>
<b>TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PORCINO</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Especificaciones técnicas</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Fases productivas</b> .....	<b>8</b>
2.1 Descripción general de las fases productivas .....	8
2.2 Especificaciones de las fases del ciclo productivo por región productiva .....	10
<b>3. Prácticas recomendadas para el manejo porcino</b> .....	<b>18</b>
3.1 Sistemas de producción .....	18
3.2 Instalaciones .....	19
3.3 Equipos .....	20
3.4 Alimentación .....	22
3.5 Control de enfermedades .....	23
3.6 Parásitos .....	25
3.7 Manejo de plagas .....	26
<b>ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL SECTOR PRODUCTIVO PORCINO DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS</b> .....	<b>26</b>
1. Ubicación espacial de las regiones porcinas, en Costa Rica .....	27
2. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos que afectan la productividad del sector porcino, en Costa Rica .....	28
3. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción porcina de las cuatro principales regiones .....	34
4.1 Base de datos DesInventar .....	34
<b>IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITEN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN EL SISTEMA PRODUCTIVO PORCINO</b> .....	<b>38</b>
1. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase productiva de acuerdo con la consulta a expertos .....	38
2. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema .....	58
3. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas .....	60
<b>ANEXOS</b> .....	<b>67</b>
<b>ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS</b> .....	<b>67</b>
<b>ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO</b> .....	<b>77</b>

## LISTA DE ACRÓNIMOS

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CLADA	Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global
DDC	Dirección de Cambio Climático
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INS	Instituto Nacional de Seguros
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
PBAE	Programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Animal
SEPSA	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria

## INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo es una de las principales fuentes alimenticias y de mayor consumo a nivel mundial; con volúmenes de producción anual alrededor de los 100 millones de toneladas métricas. China es el principal productor de carne de cerdo, seguido de la Unión Europea, los Estados Unidos y Brasil; mientras que los principales importadores son Japón, Rusia, México y Estados Unidos (SEPSA, 2006).

Costa Rica es uno de los países más importantes de Centroamérica, ya que posee las parras más numerosas y de mayor producción de carne de cerdo (representando un 23,8%); el desarrollo del sector porcino costarricense se debe a los avances tecnológicos que se han adquirido, la calidad genética y los sistemas de alimentación adecuados a las necesidades de los cerdos (Castillo, 2005).

A nivel nacional, el sector porcino representa una de las principales actividades pecuarias, registrando un importante aporte en la generación de divisas, empleos, uso de factores productivos, contribución en el valor agregado de la economía y mayor participación de pequeños productores. La actividad porcina se desarrolla en todas las regiones del país y según datos históricos la región central se posiciona como la zona de mayor concentración de granjas porcinas (Urbina, S.f).

Debido a la relevancia del sector en el país y considerando la variabilidad esperada en los patrones climáticos actuales y futuros como efecto del cambio climático, se requiere en primera instancia identificar y desarrollar las estrategias que permitan disminuir la vulnerabilidad del sector y así poder facilitar su adaptación para reducir los impactos negativos que estos cambios puedan traer al sector.

El presente documento resume los principales resultados del estudio realizado para el Instituto Nacional de Seguros y por la Cátedra Latinoamericana de Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA) del CATIE. Estudio enfocado en la identificación de prácticas que se puedan realizar para prevenir o mitigar el impacto de eventos climáticos y no climáticos en Costa Rica.

Como objetivo del estudio se pretende construir el conocimiento sobre buenas prácticas existentes que pueden ayudar a los sectores a mitigar los impactos de los eventos extremos en el país, y al mismo tiempo proveer al Instituto Nacional de Seguros (INS) información técnica confiable y aplicable en sus diseños de productos financieros y seguros agropecuarios.

## METODOLOGÍA

El estudio tiene como objetivo conocer, desde un enfoque nacional considerando las áreas más representativas de producción, las buenas prácticas para la reducción de impactos de eventos climáticos extremos sobre los sistemas productivos.

Para alcanzar el objetivo propuesto, el estudio se dividió en tres grandes secciones, las cuales buscan responder a la complejidad del análisis de los impactos del clima sobre los cultivos, ya que esto depende de muchas variables de contexto y del tipo de evento. Se utilizó una combinación de métodos basados en conocimiento experto y búsqueda de información secundaria para obtener la información requerida que permita reducir la incertidumbre de inversiones de agentes financieros y de seguros sobre los sistemas agropecuarios de interés.

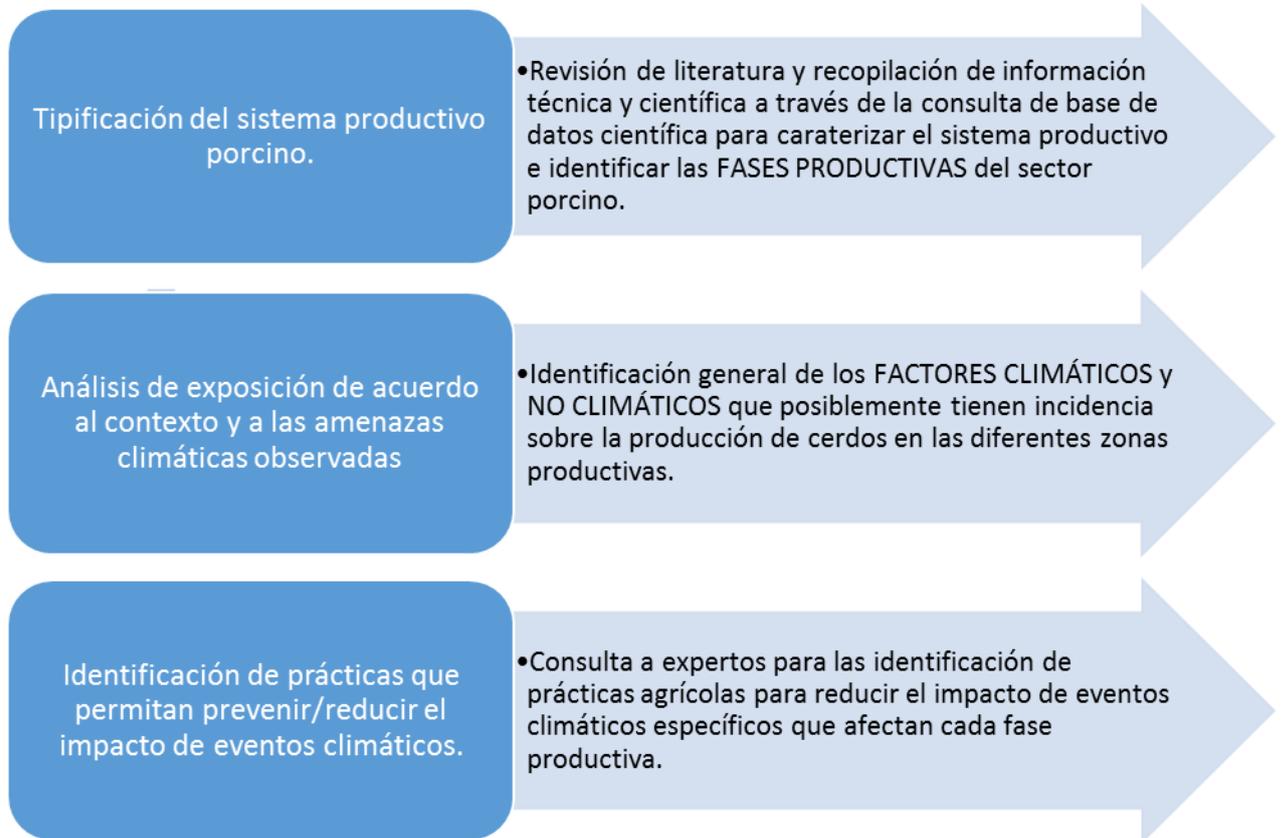
En la primera sección se realizó una caracterización del sistema productivo porcino en Costa Rica y una descripción de las fases productivas del cerdo. A partir de las fases productivas descritas, se identificaron los eventos que tienen mayor impacto en cada fase.

En la segunda sección, se presenta el análisis de exposición que resume los eventos climáticos y no climáticos que son recurrentes en cada una de las regiones productivas y que podrían tener algún impacto negativo en el desarrollo del sector. Esta identificación general sirvió como base para detallar cuáles son los eventos climáticos que más impacto tienen en cada una de las fases productivas del sector porcino.

En la tercera sección, definir las prácticas que los expertos realizan para reducir o prevenir el impacto de factores climáticos en cada fase productiva. Asimismo, en la tercera sección se cuantificaron los costos de implementación de las prácticas y se realizó una valoración de las prácticas bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria y el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAG.

El marco metodológico se enfoca en responder a los siguientes objetivos:

- I. Tipificar el sistema productivo de interés.
- II. Determinar el grado de exposición de los sectores, basado en sus condiciones de sitio y de las amenazas climáticas observadas.
- III. Identificar prácticas que permitan prevenir o bien reducir el impacto de los eventos climáticos en los sistemas productivos de interés.



**Figura 1.** Proceso metodológico seguido para la identificación de prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en el sector productivo porcino.

## TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PORCINO

### 1. Especificaciones técnicas

El origen de los cerdos domésticos se deriva del cruce del cerdo europeo *Sus scrofa* y el cerdo del sureste de Asia *Sus vittatus* aproximadamente hace unos 6000 años. La raza europea se caracterizaba por tener crecimiento lento y maduración tardía; mientras que la raza asiática presentaba maduración temprana y crecimiento rápido. La primera intrusión de cerdos al continente americano fue por la conquista de los españoles, principalmente en los países de México y Brasil (Abalco, 2013).

La porcicultura es uno de los sistemas productivos de mayor importancia en el territorio nacional por su gran aporte económico al PIB (Producto Interno Bruto); en Costa Rica el consumo per cápita de carne de cerdo es de 9-11 kilogramos anuales, lo que lo posiciona por debajo de otros sistemas productivos como la carne de res y pollo (SENASA, 2009).

#### Líneas genéticas

A nivel nacional existen alrededor de 5 líneas genéticas que están a disposición de los poricultores; las cuales algunas han sido introducidas para mejorar la calidad de la carne y disminuir la cantidad de grasa por cerdo; otras se han conservado o mejorado a través de los años dependiendo de las necesidades del mercado y el productor. Las principales líneas genéticas que se utilizan en el mercado se describen a continuación:

- 1) **Yorkshire:** es una raza de origen inglesa que se caracteriza por ser un cerdo de color blanco, cabeza ligeramente cóncava con orejas erectas y de tamaño mediano. El hato reproductor de esta línea son muy prolíficas, presenta excelente producción de carne y habilidad materna; es una raza muy utilizada para mejorar la producción de carne mediante la hibridación y el cruzamiento simple con otras líneas (Carrero, 2005).
- 2) **Landrace:** es un cerdo de origen danés proveniente del cruce de razas portuguesas, inglesas españolas y chinas; se caracteriza por ser de coloración blanca, de perfil rectilíneo, con cuerpo alargado, espalda recta, vientre recogido y profundo. Presenta un buen desarrollo en sus tercios anteriores y posteriores, además de tener mamas bien conformadas. Es una de las líneas más utilizadas como madre, ya que presenta alta fertilidad, buena fecundidad, buen número de lechones por camada, madres protectoras y poca rusticidad (Carrero, 2005).
- 3) **Duroc:** está línea genética se originó en Estados Unidos del cruzamiento de cerdos colorados de Guinea, España y Portugal con cerdos de las líneas Berkshire y Tamworth; esta raza presenta un color rojo sólido, manchas negras, un remolino en la mitad superior del cuerpo, se caracteriza por tener la cabeza estrecha, un perfil

cóncavo, conformación vigorosa y la parte posterior más conformada. Se considera una de las razas con más rusticidad y prolificidad, de alta calidad de carne en canal, buenos rendimientos en ceba, muy utilizado como terminal en los cruzamientos y presenta problemas de agresividad y baja producción de leche (Carrero, 2005).

- 4) **Pietrain:** la línea pietrain proviene de la provincia Valona de Brabante en Bélgica y se caracteriza por tener fuerte musculatura, de cabeza pequeña, perfil recto o semi-cóncavo, de apariencia pequeña (altura promedio de 0,80m y longitud corporal de 1,5m) y coloración blanca con manchas negras y/o rojas. Se considera la raza de mayor calidad de carne en canal, aunque comienza a perder calidad después de los 75 kilogramos, ya que empieza a engrasarse y aumentar el índice de conversión; además, presenta muy bajo índice reproductivo, camadas pequeñas, baja producción de leche, bajo número de lechones por parto y alta probabilidad de sufrir infartos cardiacos por su desarmonía anatómica-funcional en relación con el corazón (Carrero, 2005).
- 5) **Topig:** la línea genética topig es muy eficiente, ya que combina una alta ganancia diaria con una baja conversión alimenticia, las camadas son numerosas, uniformes y vigorosas al final del proceso; la progenie se adecua a sistemas de alimentación a libre consumo, lo que brinda excelentes porcentajes de carne y jamones, así como estándares de calidad de canal y carne. Se caracteriza por el crecimiento superior de carne magra, combinando vitalidad y robusticidad en cerdos de mayor valor con un coto de producción menor (Topigs Norsvin, 2014).
- 6) **Traxx:** es utilizado principalmente como cerdo terminal para la producción de progenies con un crecimiento rápido, excelente conversión de alimento y una conformación de músculos con énfasis en cortes primarios de pesos aproximados de 120 kilogramos o más. La progenie de esta línea genética se caracteriza por ser muy uniformes, vigorosos, robustos y con porcentajes bajos de mortalidad; además, posee buenos porcentajes de carne magra aún en pesos elevados y un alto rendimiento en canal (Topigs Norsvin, 2017).

## 2. Fases productivas

El ciclo productivo de porcino se puede dividir en 5 fases, iniciando desde la fase de destete (fase 1), hasta la fase de engorde o finalizado del cerdo (fase 5). La duración del ciclo productivo está determinado por la línea genética y los manejos que se realicen en cada granja porcina.

### 2.1 Descripción general de las fases productivas

A continuación, se describen las fases productivas para la producción de carne de cerdo.

Estas fases fueron adaptadas con base en la consulta con expertos (A. Urbina, directora Programa Nacional Porcino, Ministerio de Agricultura y Ganadería; comunicación personal, 27 de Noviembre de 2017) y revisión de literatura (Campabadal, 2004).

- **Fase de lactante:** la fase de lactancia comprende desde el nacimiento del lechón hasta el destete; esta labor se realiza entre los veintinueve y veintiocho días. La producción de leche por parte de la cerda debe ser alta, ya que es el principal alimento para el desarrollo y crecimiento de los cerditos; además, en esta fase se recomienda suministrar alimento palatable de pre inicio a los siete o diez días de nacidos para que empiecen acostumbrarse al alimento sólido para después del destete.
- **Preinicio:** esta fase comienza después de realizar el destete de los lechones y se puede dividir en dos prefases de alimentación para cumplir con los requerimientos nutricionales para el crecimiento del cerdo. La fase uno comienza cuando el lechón pesa alrededor de 8 kg hasta los 12 kg; mientras que la fase dos comienza a los 12 kg hasta los 18 kg.
- **Iniciador:** la fase de inicio o fase 3 comienza después de que los cerdos alcanzan los 18 kg de peso y termina a los 30 kg aproximadamente. Se recomienda en esta fase darle libre consumo al animal para favorecer el máximo crecimiento y desarrollo.
- **Desarrollo:** el periodo de desarrollo comienza a los 30 kg de peso, en esta etapa el animal comienza a ganar mayor cantidad de peso, aumenta el consumo y mejora la eficiencia alimenticia; la finalización de esta fase se considera cuando el cerdo alcanza un peso promedio de 50 kg.
- **Engorde o finalizado:** la última fase comprende desde que el cerdo pesa alrededor de 50 kg hasta llevarlo al matadero con pesos aproximados de 100 kg en pie; al igual que en la fase de desarrollo el cerdo consume un 75-80% de alimento consumido en su vida. Esta etapa el cerdo aumenta su masa muscular, la cantidad de carne y dependiendo de la línea genética puede aumentar la calidad de carne.
- **Hato reproductor:** se refiere a la cerda gestante o productora de lechones; la cual es seleccionada principalmente por sus características maternas y con altos porcentajes de lechones por parto. Las cerdas alcanzan la pubertad alrededor de los seis meses, son poliéstricas anual con ciclos aproximados de 21 días, ovula 36 a 44 horas después del estro y la gestación dura alrededor de 114 días.
- **Finalizador o verraco:** el finalizador es un reproductor no estacional utilizado para la producción de semen; el cerdo seleccionado como padrote determina la eficacia reproductiva de la granja. La pubertad la alcanza similar a la hembra alrededor de los seis meses, sin embargo la fertilidad de los espermatozoides maduros empieza hasta

los ocho meses de edad. En la actualidad se está dando la tendencia a utilizar semen congelado y realizar la inseminación artificial.

## ***2.2 Especificaciones de las fases del ciclo productivo por región productiva***

A continuación, se presentan las especificaciones que los expertos definieron con respecto al ciclo productivo del cerdo en las diferentes regiones productivas del país. Cabe resaltar que para esta especificación se incluyeron cuatro regiones productivas identificadas como prioritarias a nivel nacional.

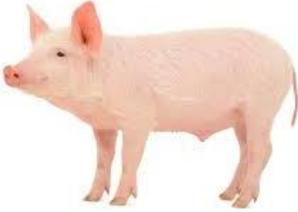
### **- Región productiva San Carlos**

De acuerdo con expertos de la región de San Carlos, el ciclo productivo del cerdo en esta región tiene una duración aproximada de ciento cuarenta y ocho días. En esta zona se producen cerdos durante todo el año, se lleva a cabo en corrales confinados con sistemas convencionales en su mayoría; algunos productores utilizan sistemas más tecnificados con ambiente controlado utilizando nebulizadores, extractores y ventiladores para controlar las condiciones requeridas por el cerdo. Bajo el sistema de confinamiento, los cerdos se adecuan a espacios o densidades necesarias para evitar el hacinamiento, se les proporciona un ambiente más estable y condiciones óptimas para su desarrollo productivo, sin embargo este sistema conlleva una alta inversión inicial. En esta zona al cerdo se le proporciona una alimentación de acuerdo a su fase productiva para suministrar los requerimientos nutricionales de cada etapa.

La fase lactante en esta región tiene una duración de aproximadamente veinticuatro días (24) desde su nacimiento hasta el destete con pesos aproximados de 7 kilogramos, la etapa de preinicio termina cuando el cerdo alcanza los 19 kilogramos después de transcurridos treinta y tres días después del destete; seguido de la fase de preinicio comienza la fase de inicio que dura (32) treinta y dos días, con pesos promedios de 36 kilogramos. La fase de desarrollo comienza a los ochenta y nueve días después del nacimiento y dura alrededor treinta días alcanzando pesos de 60 kilogramos; y por último la etapa de engorde o finalizado termina a los ciento cuarenta y ocho días después del nacimiento con pesos alrededor de 101 kilogramos. Las líneas genéticas más utilizadas en esta región en madres son Landrace y Yorklandrace; mientras que las paternas o terminales son Traxx, Topig y TN-60.

En el cuadro 1 se ilustra el ajuste realizado en los días de duración de cada fase productiva en la región productiva San Carlos.

**Cuadro 1.** Fases del ciclo productivo porcino en la región productiva San Carlos.

0 ----- 0 -----24DDN-----57DDN-----89DDN-----119DDN-----148DDN					
0 ----- 0 -----7 Kg-----19 Kg-----36 Kg-----60 Kg-----101 Kg					
Criterio	Fase: Lactante	Fase: preiniciación	Fase: Iniciador	Fase: desarrollo	Fase: engorde o finalizado
					
DDN: días después del nacimiento					
Kg: Kilogramos					

Fuente: Consulta a expertos.

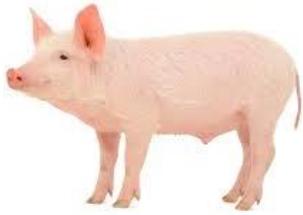
## - Región productiva Alajuela

De acuerdo con expertos de la región de Alajuela, el ciclo productivo del cerdo en esta región tiene una duración aproximada de ciento ochenta y ocho días. En esta zona se producen cerdos durante todo el año, se lleva a cabo en corrales confinados con sistemas convencionales en su mayoría; algunos productores utilizan sistemas de cama profunda para aumentar la producción de carne sin causar grandes impactos ambientales y reducir el costo de mano de obra. Bajo el sistema de confinamiento, los cerdos se adecuan a espacios o densidades necesarias para evitar el hacinamiento, se les proporciona un ambiente más estable y condiciones óptimas para su desarrollo productivo, sin embargo este sistema conlleva una alta inversión inicial. En esta zona al cerdo se le proporciona una alimentación de acuerdo a su fase productiva para suministrar los requerimientos nutricionales de cada etapa.

La fase lactante en esta región tiene una duración de aproximadamente veinticinco días desde su nacimiento hasta el destete con pesos aproximados de 7,5 kilogramos, la etapa de preinicio termina cuando el cerdo alcanza los 18 kilogramos después de transcurridos cuarenta y dos días después del destete; seguido de la fase de preinicio comienza la fase de inicio que dura veintiséis días, con pesos promedios de 35 kilogramos. La fase de desarrollo comienza a los noventa y tres días después del nacimiento y dura alrededor treinta y seis días alcanzando pesos de 50 kilogramos; y por último la etapa de engorde o finalizado termina a los ciento ochenta y ocho días después del nacimiento con pesos alrededor de 115 kilogramos. Las líneas genéticas más utilizadas en esta región en madres son Landrace y C-40; mientras que las paternas o terminales son Traxx, Topig y Duroc.

En el cuadro 2 se ilustra el ajuste realizado en los días de duración de cada fase productiva en la región productiva Alajuela.

**Cuadro 2.** Fases del ciclo productivo porcino en la región productiva Alajuela.

	0	25DDN	67DDN	93DDN	129DDN	188DDN
	0	7,5 Kg	18 Kg	35 Kg	50 Kg	115 Kg
Criterio	Fase: Lactante	Fase: preiniciación	Fase: Iniciador	Fase: desarrollo	Fase: engorde o finalizado	
						
DDN: días después del nacimiento						
Kg: Kilogramos						

Fuente: Consulta a expertos

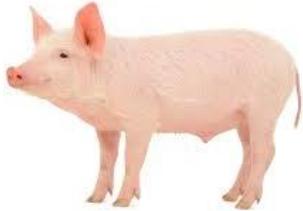
#### - Región productiva Cartago

De acuerdo con expertos de la región de Cartago, el ciclo productivo del cerdo en esta región tiene una duración aproximada de ciento setenta y tres días. En esta zona se producen cerdos durante todo el año, se lleva a cabo en corrales confinados con sistemas convencionales en su mayoría. Bajo el sistema de confinamiento, los cerdos se adecuan a espacios o densidades necesarias para evitar el hacinamiento, se les proporciona un ambiente más estable y condiciones óptimas para su desarrollo productivo, sin embargo este sistema conlleva una alta inversión inicial. En esta zona al cerdo se le proporciona una alimentación de acuerdo a su fase productiva para suministrar los requerimientos nutricionales de cada etapa.

La fase lactante en esta región tiene una duración de aproximadamente veintiún días desde su nacimiento hasta el destete con pesos aproximados de 6,5 kilogramos, la etapa de preinicio termina cuando el cerdo alcanza los 27 kilogramos después de transcurridos cuarenta y dos días después del destete; seguido de la fase de preinicio comienza la fase de inicio que dura veintiocho días, con pesos promedios de 40 kilogramos. La fase de desarrollo comienza a los noventa y un días después del nacimiento y dura alrededor de cincuenta y cuatro días alcanzando pesos de 77 kilogramos; y por último la etapa de engorde o finalizado termina a los ciento setenta y tres días después del nacimiento con pesos alrededor de 103 kilogramos. Las líneas genéticas más utilizadas en esta región en madres son Choice genetic y Landrace; mientras que las paternas o terminales son Traxx y Topig.

En el cuadro 3 se ilustra el ajuste realizado en los días de duración de cada fase productiva en la región productiva de Cartago.

**Cuadro 3.** Fases del ciclo productivo porcino en la región productiva Cartago.

0 ----- 0 ----- 21DDN ----- 63DDN ----- 91DDN ----- 145DDN ----- 173DDN					
0 ----- 0 ----- 6,5 Kg ----- 27 Kg ----- 40 Kg ----- 77 Kg ----- 103 Kg					
Criterio	Fase: Lactante	Fase: preiniciación	Fase: Iniciador	Fase: desarrollo	Fase: engorde o finalizado
					
DDN: días después del nacimiento					
Kg: Kilogramos					

Fuente: Consulta a expertos.

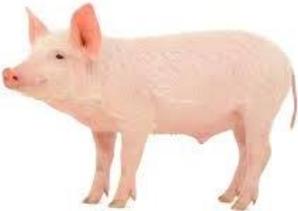
#### - Región productiva Pérez Zeledón

De acuerdo con expertos de la región de Pérez Zeledón, el ciclo productivo del cerdo en esta región tiene una duración aproximada de ciento sesenta y dos días. En esta zona se producen cerdos durante todo el año, se lleva a cabo en corrales confinados con sistemas convencionales en su mayoría. Bajo el sistema de confinamiento, los cerdos se adecuan a espacios o densidades necesarias para evitar el hacinamiento, se les proporciona un ambiente más estable y condiciones óptimas para su desarrollo productivo, sin embargo este sistema conlleva una alta inversión inicial. En esta zona al cerdo se le proporciona una alimentación de acuerdo a su fase productiva para suministrar los requerimientos nutricionales de cada etapa.

La fase lactante en esta región tiene una duración de aproximadamente veintiséis días desde su nacimiento hasta el destete con pesos aproximados de 9,7 kilogramos, la etapa de preinicio termina cuando el cerdo alcanza los 30 kilogramos después de transcurridos cuarenta días después del destete; seguido de la fase de preinicio comienza la fase de inicio que dura treinta días, con pesos promedios de 52 kilogramos. La fase de desarrollo comienza a los noventa y seis días después del nacimiento y dura alrededor de treinta días alcanzando pesos de 73 kilogramos; y por último la etapa de engorde o finalizado termina a los ciento sesenta y dos días después del nacimiento con pesos alrededor de 108,4 kilogramos. Las líneas genéticas más utilizadas en esta región en madres son Landrace; mientras que las paternas o terminales son Duroc, Traxx y Topig.

En el cuadro 4 se ilustra el ajuste realizado en los días de duración de cada fase productiva en la región productiva de Pérez Zeledón.

**Cuadro 4.** Fases del ciclo productivo porcino en la región productiva Pérez Zeledón.

0 ----- 0 -----26DDN-----66DDN-----96DDN-----126DDN-----162DDN					
0 ----- 0 -----9,7 Kg-----31 Kg-----52 Kg-----73 Kg-----109 Kg					
Criterio	Fase: Lactante	Fase: preiniciación	Fase: Iniciador	Fase: desarrollo	Fase: engorde o finalizado
					
DDN: días después del nacimiento					
Kg: Kilogramos					

Fuente: Consulta a expertos

### 3. Prácticas recomendadas para el manejo porcino

En esta sección se describe, de acuerdo con la literatura existente, un conjunto de prácticas que se realizan para el manejo porcino en Costa Rica.

La producción de carne de cerdo en el país está controlada por normas reguladas por SENASA; este último es el encargado de fiscalizar y certificar los procesos de sanidad animal, inocuidad, higiene y calidad de los alimentos, productos e insumos para que cumplan con las demandas y exigencias de los mercados nacionales e internacionales. Además, autoriza y vela que las granjas porcinas cuenten con el Certificado de Operación Veterinario necesario para desarrollar la actividad porcina (SENASA, 2010; MAG, 2012).

#### 3.1 Sistemas de producción

A nivel nacional los productores utilizan diferentes sistemas para el manejo de la granja porcina, tomando en cuenta las necesidades y aprovechando los elementos dentro de la finca para establecer un sistema más eficiente y rentable para el desarrollo de los cerdos. Según Padilla (2007) existen diferentes sistemas de explotación porcina, que se describen a continuación:

##### - **Confinado**

El sistema confinado consiste en mantener los cerdos encerrados durante todas las etapas del ciclo de vida; donde se requiere instalaciones y la alimentación es básicamente proporcionada a las necesidades del animal. Al utilizar el confinamiento permite la producción de mayor número de cerdos en menores áreas, favorece el manejo y en instalaciones tecnificadas se puede controlar las condiciones internas; las desventajas de este sistema son los altos costos de inversión en la infraestructura, alto valor en la operación y la exigencia sobre los controles sanitarios.

##### - **Extensivo (pastoreo)**

Este sistema se caracteriza por mantener a los animales permanentemente en pastoreo y la alimentación con residuos de cosecha. Para emplear este sistema se debe tener disponibilidad de tierras para establecer potreros, sistemas de árboles de sombra y climas favorables para el desarrollo del cerdo. Las ventajas que tiene es la reducción en el costo de instalaciones, la alimentación es a base de pasto y el costo de mano de obra es muy baja; pero puede aumentar la mortalidad, el ciclo de producción es más largo y el aumento de problemas con parásitos internos y externos.

##### - **Mixto (semiconfinado)**

Es la mezcla de los sistemas mencionados anteriormente donde se aprovecha las ventajas de cada uno; el sistema pastoreo se utiliza para el desarrollo de las hembras gestantes y el mantenimiento de los verracos; mientras que la parición de cerdas en lactancia, los lechones y el resto del ciclo productivo se mantienen en confinamiento.

Otro de los sistemas que se están utilizando en el país es el uso de camas profundas para la producción de cerdos en desarrollo y engorde; esta es una alternativa

sustentable para productores pequeños y de mediana escala, ya que disminuyen los costos de mano de obra, baja la huella de carbono y contribuye al aumento de la producción de carne sin causar grandes impactos ambientales en el proceso. Al utilizar camas de aserrín, borucha o bagazo encima del piso (tierra o cemento) se disminuye el uso del recurso hídrico (al no efectuar el tradicional sistema de lavado de corrales) y al final del proceso se puede utilizar como abono orgánico; además para evitar los malos olores y enriquecer el sustrato se aplica microorganismos benéficos o microorganismos de montaña (Urbina, S.f).

Los corrales utilizados para cama profunda deben contar con las dimensiones requeridas para el desarrollo del animal, se estima que el espacio que ocupa un cerdo adulto es de 1.20 m<sup>2</sup> y si el productor quiere utilizar camadas de 20 lechones, se debe asegurar que el corral cuente con 24m<sup>2</sup>. Antes de ingresar el material a utilizar en la cama se debe desinfectar, después se incorpora la cama y después de ingresar los animales se aplican los microorganismos una vez al día con una bomba de espalda (Urbina, S.f).

### 3.2 Instalaciones

Las granjas destinadas a la producción de cría de cerdos o carne para consumo humano deben diseñarse de forma que permitan mantener un nivel aceptable de bioseguridad, que prevenga el ingreso de vectores y microorganismos potencialmente peligrosos para la salud humana y animal (SENASA, 2005). También se recomienda construir infraestructuras en lugares alejados de la ciudadanía, en terrenos altos, protegidos de los vientos fuertes y con acceso durante el año. Las principales consideraciones que se deben tomar en cuenta según Calvo el ál. (2007) para la implementación de instalaciones porcinas se mencionan a continuación.

#### - Localización

La granja se debe instalar en una zona alejada de rutas y lugares con alta influencia de personas; que cumplan con las leyes y normativas actuales del país para evitar problemas de ruido y malos olores que pueden ser transportados por el viento. Además, se adecua la posición de los edificios para orientarse en un eje longitudinal y la posibilidad de seguir ampliando la granja.

#### - Accesos

Las instalaciones deben de contar con caminos en buen estado el mayor tiempo del año para evitar problemas de transporte del cerdo al matadero.

#### - Topografía

El levantamiento topográfico antes de construir las instalaciones es de suma importancia; ya que permite realizar la evaluación del movimiento de tierras con curvas a nivel cada metro y los lugares indicados para realizar la construcción de los deferentes edificios.

- **Estudio climático**

El clima es un factor importante a considerar para el desarrollo del sector porcino; el estudio del clima referencia las condiciones *in situ* donde se establecerá la granja como la temperatura (máxima y mínima), humedad relativa, vientos dominantes y los antecedentes pluviométricos; con esta información se precisa la toma de decisiones para definir la los sistemas de aclimatación (ventilación, calefacción o refrigeración).

- **Disponibilidad de servicios**

Las granjas deben de contar con disponibilidad de los servicios de electricidad, gas y agua potable. El suministro de energía es vital para el desarrollo del sector porcino, tanto en calidad como en cantidad; ya que muchos sistemas de aclimatación utilizan los servicios antes mencionados.

- **Almacenamiento y tratamiento de efluentes**

El tratamiento de efluentes en el sector productivo porcino es uno de los principales requisitos establecidos por las instituciones de salud y ambiente. Esta práctica disminuye la contaminación ambiental, los malos olores y los residuos se pueden utilizar como abono orgánico para la explotación agrícola. Algunos ejemplos de sistemas de tratamiento son:

- **Lagunas de oxidación:** se basa en la utilización de una o varias lagunas para reducir la cantidad de materia orgánica, incrementar el oxígeno disuelto en el agua, eliminar los sólidos suspendidos y sedimentales; así como eliminar grasas, aceites, detergentes, jabones y patógenos. Se recomienda utilizar al menos dos lagunas para realizar un buen tratamiento, ya que la primera soporta alta carga orgánica superficial y la oxidación se realiza por vía anaeróbica; mientras la segunda laguna puede almacenar la mitad de carga orgánica superficial y oxidación es facultativa (González, 2013).
- **Biodigestor:** es un contenedor que almacena los efluentes de las granjas, el excremento de los cerdos o desechos vegetales; este sistema mantiene un ambiente hermético (sin olores) y biológicamente activo. El proceso de fermentación de materiales orgánicos producen gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en potasio, fosforo y nitrógeno; el proceso de biodigestión se lleva a cabo por los microorganismos bacterianos anaeróbicos (ausencia de oxígeno) que se encuentran dentro de las heces (Moreta, 2013).

### 3.3 Equipos

- **Lámparas de calefacción o fuentes de calor:**

Este equipo se utiliza principalmente en las maternidades para adecuar las temperaturas requeridas por el lechón (temperaturas alrededor de 30-32°C); generalmente se colocan atrás de la paridera o jaula para la protección del cerdo. Se pueden utilizar bombillos o lámparas infrarrojas de 150-250 vatios dependiendo de la altura que se instale; también se pueden usar lámparas de gas, producido en la misma granja por el uso de biodigestores (Padilla, 2007).

#### - Ventilación

Es una técnica muy utilizada para regular las temperaturas dentro de las instalaciones porcinas y va depender de la temperatura que haya dentro del alojamiento en relación con la temperatura fuera del mismo; así como la altura de los techos, salidas de aire, velocidad y dirección del viento. Los principales objetivos del uso de la ventilación es eliminar gases nocivos, disminuir la humedad relativa, reducción de temperatura, eliminación de olores corporales y aportar oxígeno para la respiración (Abalco, 2013).

La construcción y diseño de los corrales con estas equipaciones deben de tomar en cuenta la región, las condiciones edáficas y climáticas para alcanzar el mayor aprovechamiento. Según Abalco (2013) existen varios tipos de ventilación que se describen a continuación.

#### - Sistemas constructivos con ventilación natural

El uso del recurso eólico natural es fundamental para reducir el gasto energético y se obtiene debido a la circulación natural del aire que ingresa a través de las ventanas laterales o cortinas y sale por la apertura más alta de la instalación; el cual muchas veces se localiza en la cumbre de los techos.

#### - Sistemas constructivos con ventilación natural por medio de una chimenea

Este sistema se caracteriza por la extracción del aire a través de la fabricación de chimeneas montadas en el vértice de los techos (entre más grande sea la altura de la chimenea, mayor será la succión); las instalaciones deben de contar con ventanas basculantes para el ingreso de aire fresco.

#### - Ventilación natural (clima cálido)

Esta metodología es utilizada en regiones donde no haya grandes diferencias entre las temperaturas externas y las internas dentro de las instalaciones; al construir las naves con orientación perpendicular a la dirección de los vientos fuertes y al mantener paredes semi-abiertas (cortinas) o paredes con aberturas; el viento traspasa de lado a lado dentro del galerón y regula el clima dentro del mismo.

#### - Comederos

A nivel nacional los porcicultores utilizan diferentes estilos de comederos que varían desde la forma, uso y del material utilizado para su elaboración (madera, cemento, galvanizada, entre otros). Según Padilla (2007) los comederos se pueden dividir en dos tipos fundamentales:

**Comederos automáticos:** este sistema de alimentación se recomienda utilizarlos en cerdos con libre consumo en las etapas después del destete y en cerdas lactantes. El objetivo de este diseño es reducir los costos de mano de obra, evitar el desperdicio y mantener el estado nutricional del alimento; sin embargo se requiere revisar las salidas del alimento para evitar que se atasque y limpiarlos cada vez que se vacíen para evitar el acumulamiento de alimento descompuesto.

**Comederos de canoa:** el uso de comederos de canoa es recomendado principalmente para la alimentación de cerdas gestantes y verracos; aunque se puede utilizar en las

etapas de desarrollo y engorde para proveer suplementos proteicos. Se recomienda que sean de cemento por resistencia, durabilidad y facilidad de lavar; además de dividirlos con barras de hierro para evitar que los cerdos se suban y provoquen contaminación en el alimento.

#### - **Bebederos**

El suministro de agua para los cerdos debe considerarse como uno de los principales factores para el desarrollo del animal, permitiendo el abastecimiento líquido en la calidad y cantidad requerida por cada animal. Según Carrero (2005) los bebederos se pueden dividir en:

- **Bebederos de cemento o fijos:** es el sistema tradicional utilizado para proveer agua a los cerdos, las dimensiones dependen del tamaño del cerdo, se ubican en las zonas más bajas del galerón para evitar el aumento de humedad y facilitar la limpieza. La desventaja que tiene es que requiere más mano de obra y tiene un gran impacto en el recurso hídrico; ya que los bebederos necesitan ser lavados constantemente por la contaminación y fermentación del agua depositada.
- **Bebederos automatizados:** actualmente este sistema es el más recomendado para el desarrollo del sector; ya que es económico, higiénico, mantiene el agua fresca, limpia y reduce considerablemente el desperdicio. Los bebederos pueden ser tipo tetina, tipo taza, tipo automático y tipo taza a nivel constante.

### 3.4 Alimentación

Un 80-85% de los rendimientos productivos de una granja porcina están sujetos a un excelente programa de alimentación; un factor importante es el conocimiento de conceptos básicos que debe tener el productor, como las fases de desarrollo del cerdo, los requerimientos nutricionales, la composición e ingredientes del alimento o concentrado (Campabadal, Sf.).

La alimentación de los cerdos conlleva gran diversidad de nutrientes facultados para realizar un programa alimenticio; según Campabadal (2009) los principales ingredientes utilizados en una dieta balanceada se describen a continuación:

#### - **Fuentes de energía**

Las principales fuentes de energía utilizadas en el sector porcino son el maíz, aceites y subproductos agroindustriales afines. El primero contiene 3,5 Mcal/kg de energía digestible y 3,3 Mcal/kg de energía metabolizable; además presenta niveles deficientes de proteína, lisina, calcio y fósforo aprovechable. Una de las ventajas que tiene el maíz es que no posee restricciones nutricionales en su composición que limiten el nivel de inclusión en los programas de alimentación; sin embargo, presenta limitantes sobre el contenido de micotoxinas y el grado de molienda.

Los aceites más utilizados en el país son el aceite de soya, de palma africana y la grasa amarilla; al igual que el maíz proveen energía necesaria para el desarrollo del cerdo, pero difieren en la cantidad de energía, la estabilidad y proporción de ácidos grasos

insaturados. La ventaja de los aceites de origen vegetal es que contienen altos niveles de energía digestible (entre 7,5-9 Mcal/kg) y la desventaja que se ponen rancias en menos tiempo. Otros de los subproductos agroindustriales utilizados para proveer energía son el arroz, el trigo y la caña de azúcar.

#### - **Fuentes de proteína**

A nivel nacional se pueden utilizar dos fuentes de proteína para la elaboración de alimentos balanceados; la primera es la fuente de origen vegetal, específicamente la harina de soya y la fuente de origen animal que incluyen la harina de pescado, la harina de carne, subproductos de leche, el plasma porcino, las células sanguíneas y esporádicamente subproductos avícolas. De las anteriores solo la harina de soya es la única fuente que puede utilizarse sin problemas para la alimentación de los cerdos (excepto en lechones recién destetados); la harina de soya más utilizada es la de 48% por su gran patrón de aminoácidos y contenido de lisina (3,2%).

La fuente de proteínas que provee el mejor balance de nutrimentos es la harina de pescado, posee entre un 40-70% de proteína, lisina 3-5,5%, calcio 5,4-8%, fósforo entre 2,2-3,9%, vitaminas y minerales; sin embargo es muy limitado su uso por el procesamiento que lleva, el material utilizado, las contaminaciones y el costo. Otra fuente es la harina de carne y hueso que posee alrededor de 40-42% y en muchas ocasiones se utiliza como fuente de calcio y fósforo, entre 12 y 6% respectivamente.

#### - **Fuentes de vitaminas y minerales**

Los fosfatos mono y dicálcicos son las principales fuentes utilizadas para satisfacer los requerimientos de calcio y fósforo; el mono cálcico es el más utilizado, provee 21% de fósforo y 16% de calcio. El carbonato de calcio es utilizado para complementar únicamente los requerimientos de calcio; mientras que minerales como el cloro y sodio son agregados con el uso de sal.

#### - **Aditivos no nutricionales**

Esta categoría de ingredientes se utilizan por recomendaciones veterinarias o por las casas comerciales; ya que es el uso de promotores de crecimiento, antibióticos o probióticos para mejorar los rendimientos productivos; la utilización de inhibidores de hongos, enzimas, levaduras y antioxidantes como mejoradores de la calidad del alimento. Por último es uso de antagonistas beta adrenogénicos y hormonas de crecimiento para mejorar la calidad del canal.

### **3.5 Control de enfermedades**

#### - **Síndrome reproductivo-respiratorio porcino (PRRS)**

Es una de las principales enfermedades del sector y es causada por un virus ARN; afecta todas las fases del cerdo, provoca alteraciones reproductivas por el incremento en la incidencia de lechones muertos y momificados dentro del vientre, repeticiones, reducción de lechones destetados y aumenta la susceptibilidad de enfermedades respiratorias (Abalco, 2013).

La diseminación del virus se da principalmente por contacto directo de animales, transmisión de reproductores a cerdas por medio del semen, por el viento y compra de animales en cuarentena. El control de la enfermedad debe ser preventivo con vacunas, mejorar las condiciones ambientales, utilizar terminales o semen sanos y reducir el número de animales por metro cuadrado (Abalco, 2013).

#### - Complejo mastitis-metritis-agalactia

La enfermedad se presenta las primeras 24-48 horas después del parto y reduce considerablemente la cantidad de leche; ya que las cerdas sufren secreción vulvar mucopurulenta, constipación, reducción en el intestino materno, fiebre y congestión de la glándula mamaria (Germán *et ál*, 2005).

Normalmente esta enfermedad es ocasionada por el mal manejo de la cerda recién parida, infecciones, trastornos hormonales, alteraciones bruscas en la alimentación cerca del parto, contaminación en las parideras, aumento de estrés y cambios fuertes en el ambiente. El manejo es preventivo, se recomienda mantener las parideras limpias, controlar la condición corporal y el estrés mediante la aclimatación de la cerda; además se utilizan hormonas como la oxitocina para estimular la producción de leche, infusiones uterinas, aplicación de analgésicos y antibióticos como las quinonas de segunda y tercera generación (Germán *et ál*, 2005).

#### - Diarrea

Es una de las enfermedades más comunes en cerdos, generalmente ocurre cuando se cambia la dieta o fase de alimentación y es causada principalmente por *Escherichia coli*; los animales afectados presentan diarreas menores (oscura y sin moco) o diarreas graves (con sangre o hemorrágicas) que provocan rápida pérdida de la condición y hasta la muerte por deshidratación. Para evitar diarreas se recomienda suministrarle a los lechones un suplemento alimenticio antes del destete para que se vaya acostumbrando al cambio de dieta, excelente disponibilidad de agua, aplicación de vacunas contra *Escherichia coli* (oxitetraciclina) y aplicar ácido láctico por diez días después del destete (Calvo *et ál*, 2007).

#### - *Mycoplasma hyoneumonidae*

La neumonía enzootica o mycoplasma pueden afectar las fases productivas desde del destete del lechón hasta el engorde o finalización; el cerdo se ve afectado cuando las explotaciones son intensivas, hacinamiento y poca o nula ventilación. La sintomatología se presenta con fiebres altas alrededor de los 42°C, la dificultar al respirar, tos persistente y seca, bajo consumo y disminución de peso. El manejo se realiza previamente con la aplicación de antibióticos, mantener la higiene dentro de la infraestructura, proveer un ambiente óptimo con buena ventilación y utilizar densidades adecuadas de cerdos según su peso y tamaño (FAO, 2010).

#### - Enteritis necrótica

Esta enfermedad es provocada por *Clostridium perfringens* tipo C, la cual segrega toxinas que causan los daños los primeros días de edad del lechón y dependiendo de la

concentración de las toxinas, la muerte se da entre 12-24 horas después del contagio; ya que la contaminación se da al momento del nacimiento, invade el intestino delgado, provoca la necrosis de la mucosa y hemorragias. En la actualidad no existe un tratamiento eficaz curativo, pero se recomienda la vacunación preventiva de un toxoide a las 5 semanas antes del parto y un refuerzo 2 semanas antes del parto (Germán *et ál*, 2005).

- ***Actinobacillus pleuropneumoniae***

*A. pleuropneumoniae* puede afectar todas las etapas del ciclo productivo, sin embargo las etapas de crecimiento y desarrollo están más propensas al contagio por esta enfermedad respiratoria; el riesgo de contaminación aumenta después de un brote de neumonía enzootica, hacinamiento y mantener cerdos enfermos dentro de la misma camada. Los síntomas se pueden presentar de forma sub-aguda, aguda y crónica. El principal manejo se realiza con las desinfecciones de la galera, mantener las condiciones óptimas para el desarrollo del cerdo y utilizar densidades adecuadas (Abalco, 2013).

### 3.6 Parásitos

El parasitismo interno y externo es una problemática que limita la producción de cerdos en nuestro país, ya que actúan como huéspedes y causan daños irreversibles; los principales parásitos de Costa Rica son:

- ***Ascaris suum***

Este parásito ataca principalmente a cerdos jóvenes y al ingresar en estado larvario provoca daños en el hígado (manchas blanquecinas en forma de estrella) y pulmones durante su recorrido al intestino delgado donde permanece en estado adulto; además provoca la reducción significativa en el crecimiento del cerdo, obstrucción de alimentos y cuando ataca los pulmones ocasiona disnea, secreciones nasales y tos. El control se realiza con la aplicación de antiparasitarios como Carbendazol, Febendazol y la Ivermectina (Zumbado *et ál*, 2009).

- ***Trichuris suis***

Es un nematodo que se localiza en las heces, es muy resistente al medio ambiente y puede permanecer por alrededor de 5 años; infesta al cerdo al ingerir agua o alimentos contaminados. Se almacenan en el intestino delgado, eclosionan y penetran en las paredes del intestino, se alimentan de la sangre y de células de la mucosa; lo que genera fiebre, anemia, inapetencia, diarrea con mucosidades y muerte. Para evitar daños por *Trichuris* se recomienda cumplir con un programa de desparasitación adecuado y utilizar antiparasitarios como Diclorvos, Febendazol, Mebendazol o Levamisol (FAO, 2010).

- ***Macracanthorhynchus hirudinaceus***

Es el parásito o lombriz de mayor tamaño que se encuentra en sistema digestivo del cerdo, causa inflamación en las paredes de la víscera, disminuye el crecimiento y el desarrollo del animal (aunque se le provee el alimento requerido). El diagnóstico de heces fecales en laboratorio es uno de las principales métodos para determinar la presencia del parásito; así como también la examinación de animales muertos o

sacrificados que confirmen la presencia de adulto (FAO, 2010).

### 3.7 Manejo de plagas

#### - *Sarcoptes scabie* (Sarna)

La sarna es ocasionada por un acaro pequeño, considerado como un parásito de la piel, ataca todas las fases productivas y se caracteriza porque crea constante comezón, transformaciones en la piel; además, disminuye la fertilidad de las cerdas reproductoras, baja la producción de leche, reduce la ganancia de peso diaria y aumenta la posibilidad de contagio de enfermedades que ingresan por las heridas en la piel.

El insecto se transmite por el contacto directo entre animales enfermos con animales sanos, por la compra de cerdos portadores asintomáticos (sin verse enfermos), de madres infectadas a lechones y por el contacto con infraestructuras contaminadas como paredes, comederos o bebederos. Se recomienda realizar monitoreos constantes, enviar muestras al laboratorio de posibles brotes, efectuar baños con Amitraz al 1% cada 3 o 4 meses y aplicar vacunas con Ivermectina a dosis de 300mg/Kg de peso vivo (vía subcutánea) (FAO, 2010).

#### - Roedores

Los roedores son una plaga generalmente nocturna, por lo que observar ratas o ratones durante el día indica que el problema es grave; los roedores provocan daños en las instalaciones, consumen y contaminan los concentrados, son vectores de enfermedades y ocasionan daños en las pezuñas de los cerdos (Borrás & Monterubbianesi, S.f).

El control de ratones se debe ejecutar mediante varias líneas de defensa, la primera línea de defensa se basa en realizar un adecuado diseño y construcción de corrales para la explotación porcina, programas de limpieza y desinfección, almacenar el alimento, materiales y equipo en lugares cerrados herméticamente; la segunda línea de defensa está constituida por elementos dirigidos a eliminar la plaga que logró superar la primera línea de defensa, dentro de estas medidas se encuentra: el uso de cebos adecuados, sistema de trampas, aplicación de roedenticidas y la implementación del control biológico (SENASA, 2005).

#### - Moscas

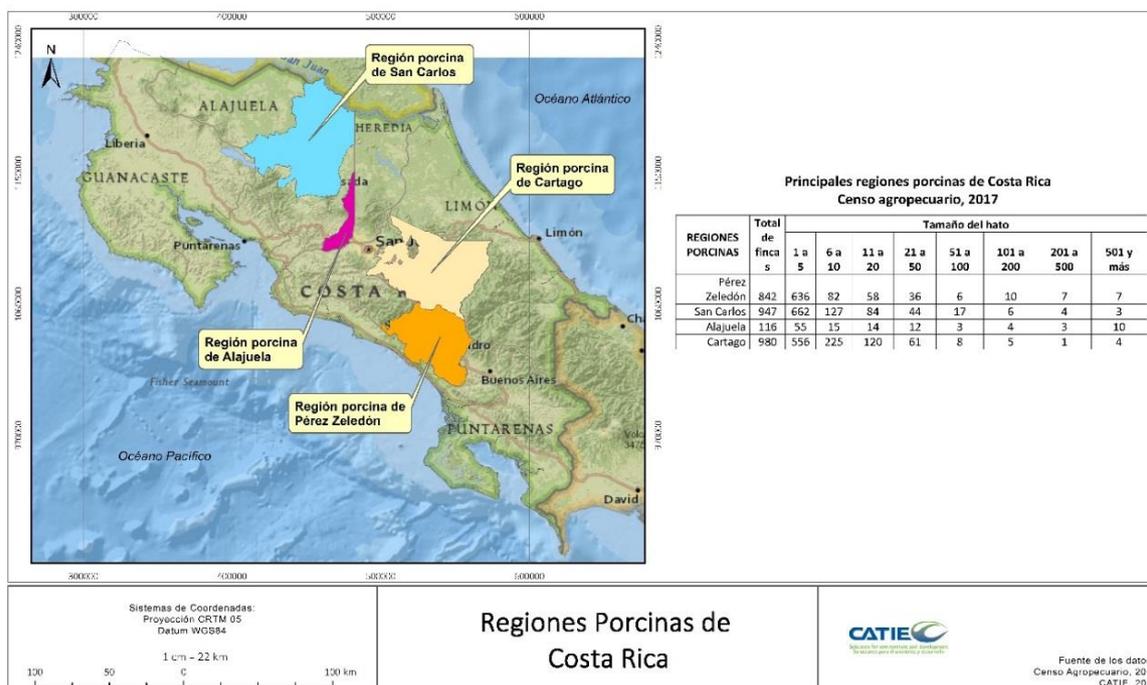
Las moscas son insectos transmisores de enfermedades respiratorias, disminuye el desarrollo, bajo rendimiento y baja en la producción de carne. Las moscas generan aumento en la producción de amoníaco debido a la actividad de los estadios larvales de la mosca en el excremento y por consiguiente generando estrés y fatiga en los cerdos. Para el control de las poblaciones de mosca se recomienda el uso de trampas atrayentes dentro los galpones, la implementación de trampas amarillas pegajosas, y el uso de insecticidas para el control de adultos y larvas (Coto, 2005).

## ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL SECTOR PRODUCTIVO PORCINO DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS

En este acápite se presentan los resultados del análisis de exposición del sector porcino considerando las condiciones de sitio/región versus sus potenciales amenazas climáticas y no climáticas que lo impactan. Inicialmente, se elaboró el mapa de ubicación geoespacial de las regiones con las mayores cantidades de granjas porcinas en el territorio nacional según el Censo Agropecuario (2017), luego se procedió a la identificación y análisis de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos a la que está expuesto el sector, esto para las cuatro regiones de mayor producción porcina (región de San Carlos, Alajuela, Cartago y Pérez Zeledón). La información fue obtenida por medio de las consultas a los representantes del MAG para cada región productiva.

### 1. Ubicación espacial de las regiones porcinas, en Costa Rica

Las regiones porcinas como se observa en la figura 2, tienen su mayor concentración de producción en cuatro regiones del territorio nacional. La región de San Carlos, ubicada en la provincia de Alajuela del cantón de San Carlos, en los distritos de Monterrey, Venado, Aguas Zarcas, Fortuna, Palmera, Florencia, Quesada, Venecia, Tigra, Buena Vista, Cutris, Pital y Pocosol; la región de Alajuela del cantón de Alajuela, en los distritos de Sarapiquí, Sabanillo, San Isidro, Carrizal, Desamparado, Tambor, Alajuela, San José, Garita, Río Segundo, San Antonio, Guácima, San Rafael y Turrubares; la región de Cartago de los cantones de Cartago, El Guarco, Jiménez, La Unión, Oreamuno, Paraíso y Turrialba, en los distritos de Tierra Blanca, Llano Grande, San Nicolás, Quebradilla, Guadalupe, Agua Caliente, Corralillo, Dulce Nombre, Tobosi, San Isidro, Patio de Agua, Juan Viñas, Tucurrique, Pejibaye, Dulce Nombre, San Ramón, San Rafael, San Diego, Río Azul, Santa Rosa, Potrero Cerra, Cipreses, Cot, Santiago, Cachi, Orosi, Paraíso, Santa Cruz, Santa Teresita, Peralta, Pavones, Tuis, Turrialba, La Isabel, Tayutic, Tres Equis, La Suiza y Chirripo; y finalmente la región de Pérez Zeledón de la provincia de San José del cantón de Pérez Zeledón, en los distritos de Paramo, Rivas, Río Nuevo, San Isidro del General, General, San Pedro, Cajón, Barú, Daniel Flores, Platanares y Pejibaye (Censo Agropecuario, 2017).



**Figura 2. Regiones productoras de porcino, en Costa Rica**  
Fuentes: Censo Agropecuario, 2017; CATIE, 2017-2018

## 2. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos que afectan la productividad del sector porcino, en Costa Rica

Para realizar el análisis de exposición se identificó y valoró el grado de impacto de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que repercuten en la productividad porcina, y luego se procedió a valorar el grado de su impacto en cada etapa del desarrollo productivo, esto para cada una de las cuatro regiones productivas de porcino. Los resultados de la identificación de los factores de exposición tienen como fuente de información primaria las consultas realizadas a los especialistas de cada región productiva, las cuales fueron complementadas y/o comparadas con información existente, como por ejemplo, la información de la plataforma DesInventar, la base de datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y del Censo agropecuario del año 2017.

A continuación, se hace una descripción de los resultados obtenidos para las cuatro regiones productivas (San Carlos, Alajuela, Cartago y Pérez Zeledón), con su grado de afectación, y resaltando los eventos climáticos y no climáticos que las impactan.

#### - Región productiva San Carlos

En la región de San Carlos los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 60 caracterizada de media afectación climática y no climática a la exposición. Información que se resume en la figura 3.

*En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la producción porcina, sobresalen:*

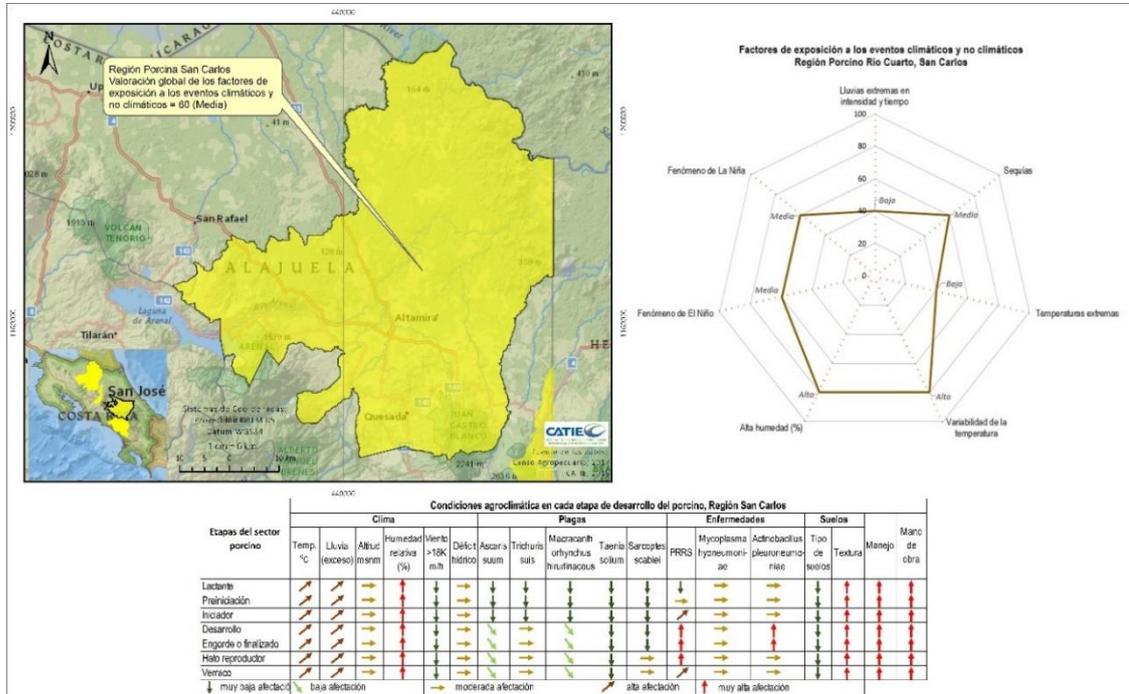
##### Alta afectación:

- Variabilidad de la temperatura
- Alta humedad (%)
- Temperaturas extremas
- Erosión de suelos

*En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo, se resaltan:*

- Lactante; esta etapa tiene muy alta afectación por humedad relativa (%), por textura del suelo, manejo y mano de obra; y una alta afectación por temperatura y lluvia en exceso.
- Preiniciación; muy alta afectación por humedad relativa (%), por textura del suelo, manejo y mano de obra; y una alta afectación por temperatura y lluvia en exceso.
- Iniciador; muy alta afectación por humedad relativa (%), por textura del suelo, manejo y mano de obra; y una alta afectación por temperatura, lluvia en exceso y por la enfermedad PRRS.
- Desarrollo; muy alta afectación por humedad relativa (%), por enfermedades como la PRRS y *Actinobacillus pleuroneumoniae*, textura del suelo, manejo y mano de obra; y una alta afectación por temperatura y lluvia en exceso.
- Engorde o finalizado; muy alta afectación por humedad relativa (%), por enfermedades como la PRRS y *Actinobacillus pleuroneumoniae*, textura del suelo, manejo y mano de obra; y una alta afectación por temperatura y lluvia en exceso.
- Hato reproductor; muy alta afectación por humedad relativa (%), por la enfermedad como la PRRS, textura del suelo, manejo y mano de obra; y una alta afectación por temperatura y lluvia en exceso.
- Verraco; muy alta afectación por humedad relativa (%), textura del suelo, manejo y mano de obra; y una alta afectación por temperatura, lluvia en exceso

y por la enfermedad como la PRRS.



**Figura 3.** Mapa de exposición de los eventos climáticos y no climáticos en la Región porcina de San Carlos

**- Región productiva Alajuela**

En la región de Alajuela los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 58 caracterizada de media afectación climática y no climática a la exposición. Información que se resume en la figura 4.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la producción porcina, sobresalen:

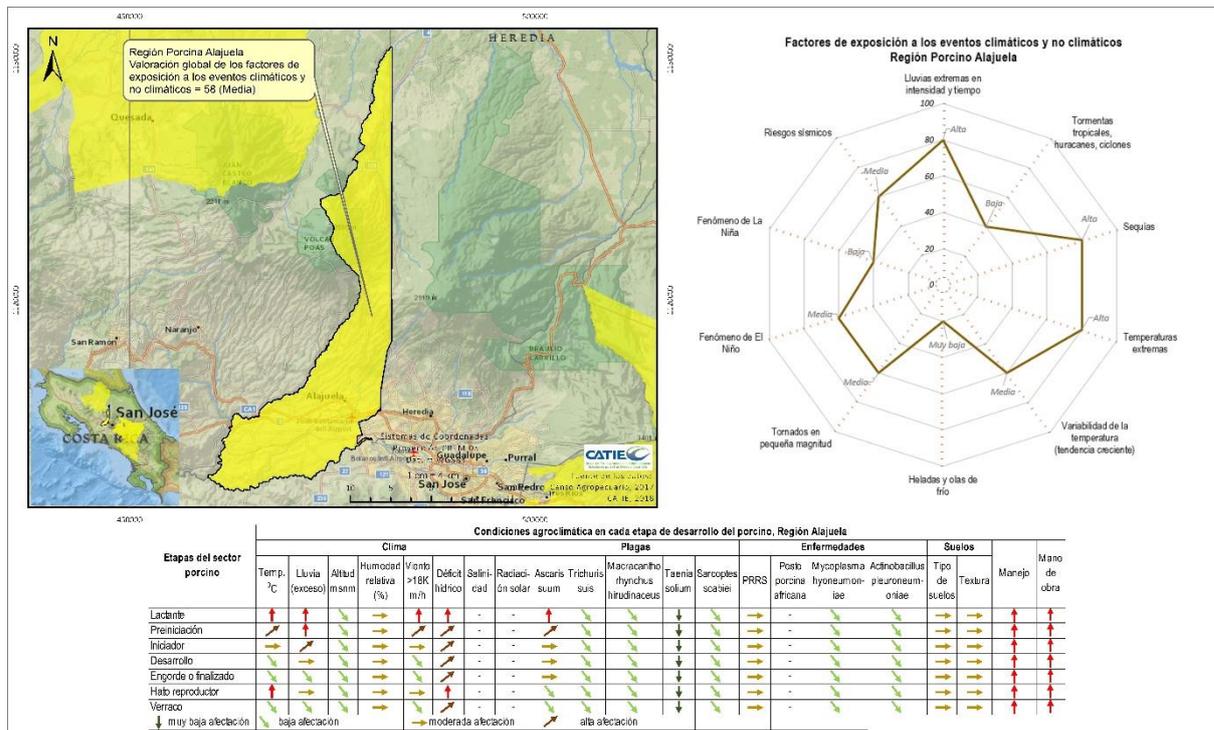
Alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Sequías
- Temperaturas extremas
- Erosión de suelos

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo, se resaltan:

- Lactante; esta etapa tiene muy alta afectación por temperaturas, lluvia en exceso, viento >18 km/h y déficit hídrico, por plaga como la Ascaris suum, por manejo y mano de obra.

- Preiniciación; tiene muy alta afectación por lluvia en exceso, por manejo y mano de obra; y alta afectación por temperatura, viento >18 km/h, déficit hídrico y plaga como la *Ascaris suum*.
- Iniciador; muy alta afectación por manejo y mano de obra; y alta afectación por lluvia en exceso y déficit hídrico.
- Desarrollo; muy alta afectación por manejo y mano de obra; y alta afectación por déficit hídrico.
- Engorde o finalizado; muy alta afectación por manejo y mano de obra; y alta afectación por déficit hídrico.
- Hato reproductor; muy alta afectación por temperatura, déficit hídrico, así como por manejo y mano de obra.
- Verraco; muy alta afectación por manejo y mano de obra; y alta afectación por déficit hídrico.



**Figura 4.** Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la Región porcina de Alajuela

**- Región productiva Cartago**

En la región de Cartago los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 55,4 caracterizada de media afectación climática y no climática a la exposición. Información que se resume en la figura 5.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y

no climáticos en la producción porcina, sobresalen:

Muy alta afectación:

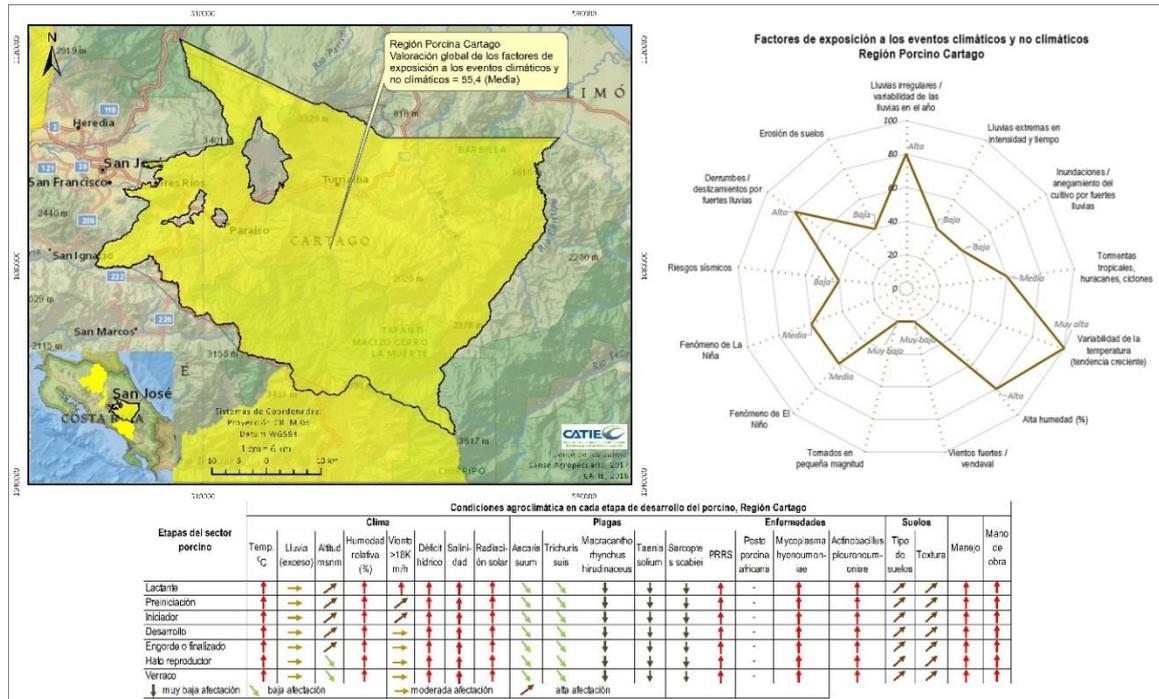
- Variabilidad de la temperatura (tendencia creciente)

Alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
- Alta humedad
- Derrumbes / deslizamientos por fuertes lluvias

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo, se resaltan:

- Lactante; esta etapa tiene muy alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%), viento >18 km/h, déficit hídrico, salinidad y radiación solar, por enfermedades como la PRRS, *Mycoplasma hyoneumoniae* y *Actinobacillus pleuroneumoniae*, por manejo y mano de obra; y alta afectación por altitud (msnm), tipo de suelos y textura.
- Preiniciación; muy alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%), déficit hídrico, salinidad y radiación solar, por enfermedades como la PRRS, *Mycoplasma hyoneumoniae* y *Actinobacillus pleuroneumoniae*, por manejo y mano de obra; y alta afectación por altitud (msnm), viento >18 km/h, tipo de suelos y textura.
- Iniciador; muy alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%), déficit hídrico, salinidad y radiación solar, por enfermedades como la PRRS, *Mycoplasma hyoneumoniae* y *Actinobacillus pleuroneumoniae*, por manejo y mano de obra; y alta afectación por altitud (msnm), viento >18 km/h, tipo de suelos y textura.
- Desarrollo; muy alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%), déficit hídrico, salinidad y radiación solar, por enfermedades como la PRRS, *Mycoplasma hyoneumoniae* y *Actinobacillus pleuroneumoniae*, por manejo y mano de obra; y alta afectación por altitud (msnm), tipo de suelos y textura.
- Engorde o finalizado; muy alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%), déficit hídrico, salinidad y radiación solar, por enfermedades como la PRRS, *Mycoplasma hyoneumoniae* y *Actinobacillus pleuroneumoniae*, por manejo y mano de obra; y alta afectación por altitud (msnm), tipo de suelos y textura.
- Hato reproductor; muy alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%), déficit hídrico, salinidad y radiación solar, por enfermedades como la PRRS, *Mycoplasma hyoneumoniae* y *Actinobacillus pleuroneumoniae*, por manejo y mano de obra; y alta afectación por tipo de suelos y textura.
- Verraco; muy alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%), déficit hídrico, salinidad y radiación solar, por enfermedades como la PRRS, *Mycoplasma hyoneumoniae* y *Actinobacillus pleuroneumoniae*, por manejo y mano de obra; y alta afectación por tipo de suelos y textura.



**Figura 5.** Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la Región porcina de Cartago

**- Región productiva Pérez Zeledón**

En la región de Pérez Zeledón los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 52 caracterizada de media afectación climática y no climática a la exposición. Información que se resume en la figura 6.

*En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la producción porcina, en la región no existe afectación alta a muy alta.*

*En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo, se resaltan:*

- Lactante; esta etapa tiene alta afectación por humedad relativa (%), viento >18 km/h, déficit hídrico, por la enfermedad como la PRRS y manejo del animal.
- Preiniciación; alta afectación por viento >18 km/h, déficit hídrico, por la enfermedad como la PRRS y manejo del animal.
- Iniciador; alta afectación por viento >18 km/h, déficit hídrico, por la enfermedad como la PRRS y manejo del animal.
- Desarrollo; alta afectación por temperatura, viento >18 km/h, déficit hídrico y la enfermedad como la PRRS.
- Engorde o finalizado; muy alta afectación por temperaturas y déficit hídrico; y alta afectación por humedad relativa (%), por la enfermedad como la PRRS y el manejo del animal.

- Hato reproductor: muy alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%), déficit hídrico y manejo del animal; y alta afectación por las enfermedades como la PRRS y *Mycoplasma hyoneumoniae*.
- Verraco: muy alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%), déficit hídrico y manejo del animal; y alta afectación por las enfermedades como la PRRS y *Mycoplasma hyoneumoniae*.

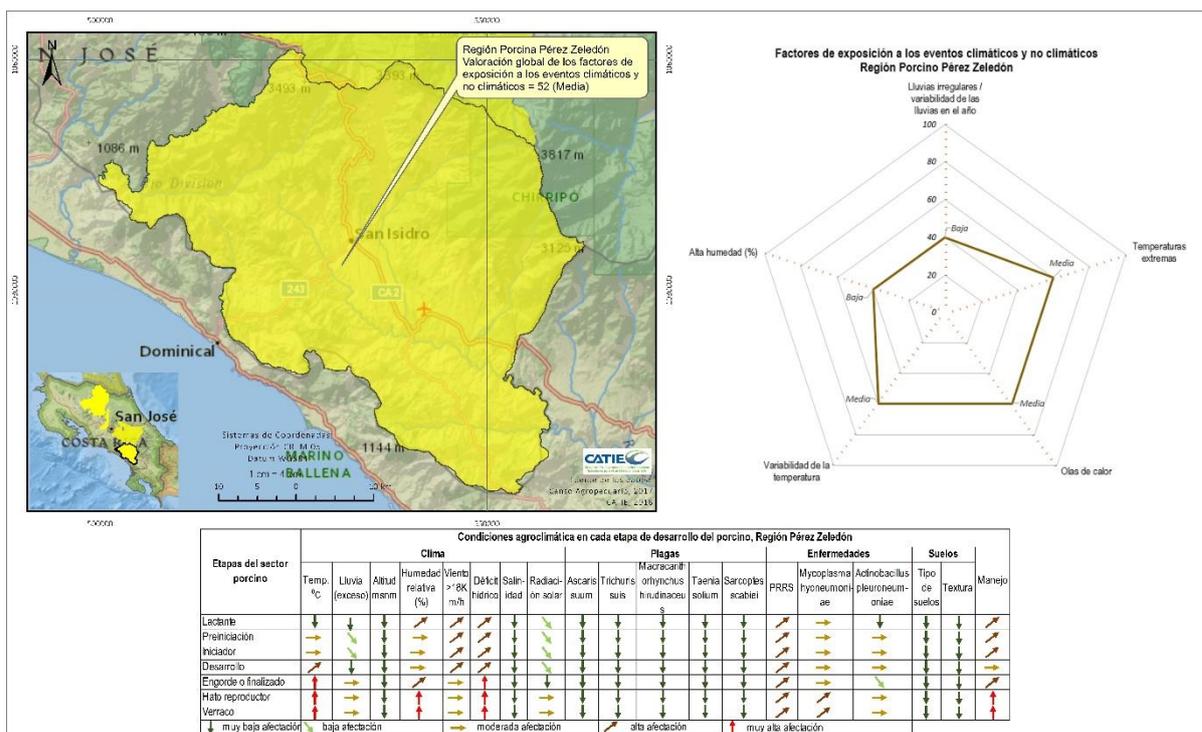


Figura 6. Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la Región porcina de Pérez Zeledón

### 3. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción porcina de las cuatro principales regiones

Como una agregación a los resultados obtenidos de las consultas realizadas a los especialistas en la producción porcina, y del análisis de la información existente en relación a la recurrencia de impacto de los eventos climáticos y no climáticos para las cuatro regiones productivas. A continuación se describe la base de datos del Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar).

#### 4.1 Base de datos DesInventar<sup>5</sup>

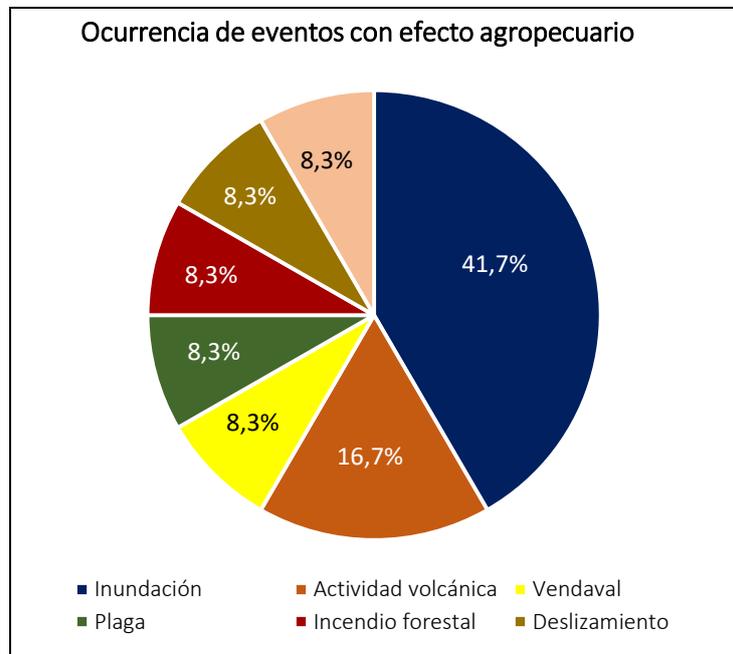
La base de datos disponible del sistema de inventario de efectos de desastres (DesInventar), para Costa Rica concierne del período 1968 al 2017, y contiene el inventario histórico sobre la ocurrencia de los desastres cotidianos de pequeño, mediano

<sup>5</sup> DesInventar es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres. <http://www.desinventar.org/es/database>

y grande impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones de nueve países de América Latina. A continuación, se grafican los eventos de desastres de impactos (base de datos DesInventar) para la variable *afectación agropecuaria* a nivel de los distritos con mayor cantidad de granja porcinas (regiones porcinas de San Carlos, Alajuela, Cartago y Pérez Zeledón). Nota de aclaración: en la base de datos DesInventar, no existe la variable que especifique al sector porcino.

- **Región productiva San Carlos**

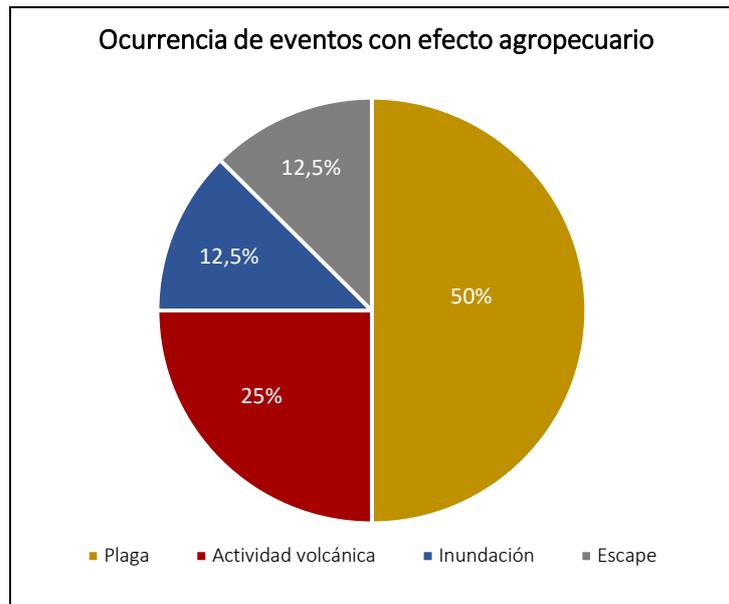
El gráfico que se muestra a continuación contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región porcina de San Carlos; la cual comprende los siguientes distritos: Monterrey, Venado, Aguas Zarcas, Fortuna, Palmera, Florencia, Quesada, Venecia, Tigra, Buena Vista, Cutris, Pital y Pocosol.



**Gráfico 7.** Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los sectores y bosques por hectáreas en la región de San Carlos.

- **Región productiva Alajuela**

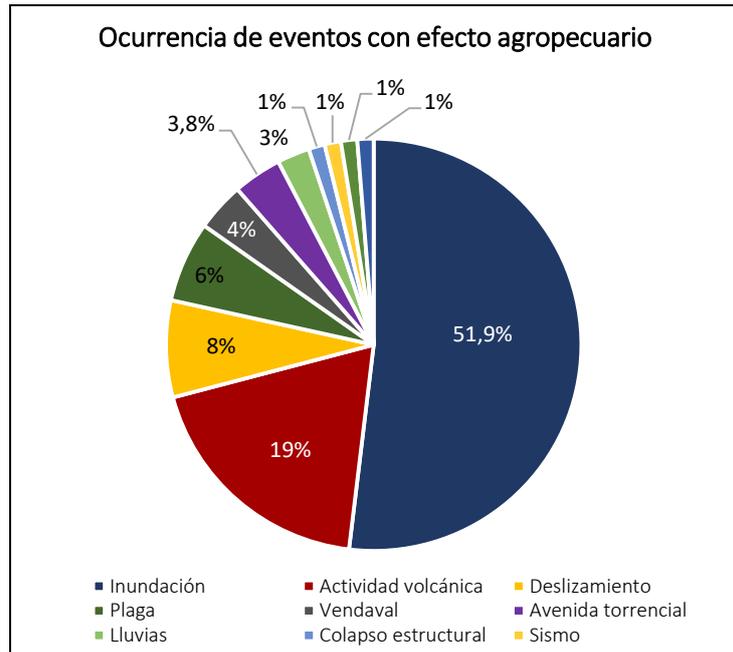
El gráfico contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región porcina de Alajuela; la cual comprende los siguientes distritos: Sarapiquí, Sabanillo, San Isidro, Carrizal, Desamparado, Tambor, Alajuela, San José, Garita, Río Segundo, San Antonio, Guácima, San Rafael y Turubares, en la provincia de Alajuela.



**Gráfico 8.** Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los sectores y bosques por hectáreas en la región de Alajuela.

#### - Región productiva Cartago

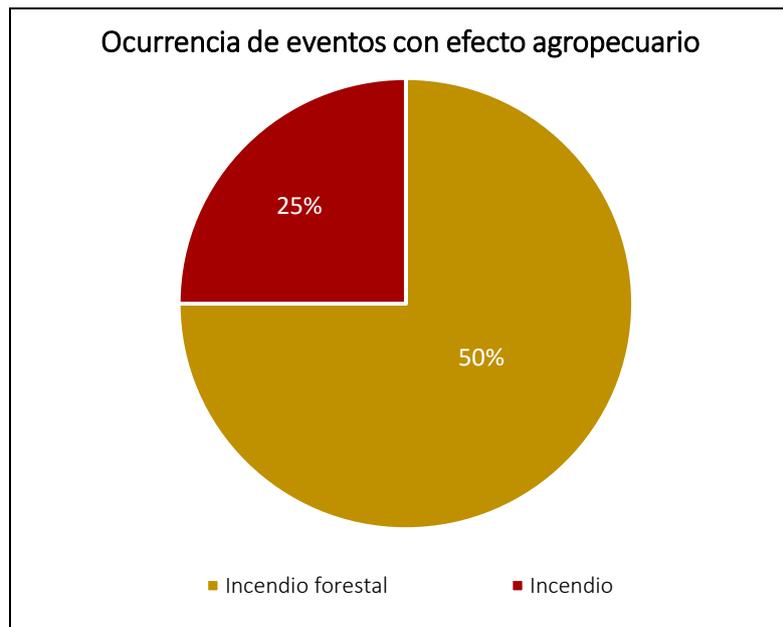
El gráfico contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región porcina de Cartago, el cual comprende los distritos de Tierra Blanca, Llano Grande, San Nicolás, Quebradilla, Guadalupe, Agua Caliente, Corralillo, Dulce Nombre, Tobosi, San Isidro, Patio de Agua, Juan Viñas, Tucurrique, Pejibaye, Dulce Nombre, San Ramón, San Rafael, San Diego, Río Azul, Santa Rosa, Potrero Cerra, Cipreses, Cot, Santiago, Cachi, Orosi, Paraíso, Santa Cruz, Santa Teresita, Peralta, Pavones, Tuis, Turrialba, La Isabel, Tayutic, Tres Equis, La Suiza y Chirripo, en la provincia de Cartago.



**Gráfico 9.** Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los sectores y bosques por hectáreas en la región de Cartago.

- **Región productiva Pérez Zeledón**

El gráfico contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región porcina de Pérez Zeledón, el cual comprende los distritos de Paramo, Rivas, Río Nuevo, San Isidro del General, General, San Pedro, Cajón, Barú, Daniel Flores, Platanares y Pejibaye.



**Gráfico 10.** Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los sectores y bosques por hectáreas en la región de Pérez Zeledón.

## IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITEN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN EL SISTEMA PRODUCTIVO PORCINO

Para la identificación de prácticas que permiten reducir o prevenir el impacto de los eventos climáticos en el ciclo productivo porcino, se realizaron consultas a expertos en las principales regiones productivas con el fin de validar las amenazas climáticas identificadas en el análisis de exposición, determinar el impacto de los eventos climáticos en cada fase, y finalmente identificar las prácticas que se realizan para reducir este impacto en cada fase productiva.

### 1. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase productiva de acuerdo con la consulta a expertos

Para un entendimiento de los términos de eventos climáticos y prácticas mencionadas, se elaboró un glosario que enmarca los conceptos utilizados durante las consultas y profundiza en las prácticas identificadas a través del estudio (ver Anexo 1).

#### - Región productiva San Carlos

##### 1) FASE LACTANTE

##### - Impacto por altas temperaturas

Las temperaturas altas que no sobrepasen los 32°C benefician el desarrollo de los lechones antes del destete; sin embargo temperaturas que sobrepasen los 32°C pueden provocar diarreas graves, disminución en el peso, crecimiento y desarrollo de los cerdos pequeños.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Aplicación de antibióticos.
2. Aplicación de probióticos.

##### - Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes provocan aumento de la humedad relativa dentro de los galerones porcinos, lo que provoca problemas de neumonía y el incremento de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma*, entre otros. La humedad relativa alta dificulta el desarrollo del lechón ya que baja consumo de leche y provoca diarreas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Uso de sistemas de cortinas.
2. Aplicación de antibióticos.

3. Drenajes.
4. Uso de calefacción.

#### - **Impacto por fuertes vientos**

El impacto de los fuertes vientos ocasiona principalmente el incremento de enfermedades respiratorias; ya que aumenta las posibilidades de contagio y predisposición del lechón.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de fuertes vientos:

1. Aplicación de vacunas preventivas.
2. Uso de sistemas de cortinas.

#### - **Impacto por lluvias prolongadas**

La caída de lluvias constantes por cinco días o más provocan que los lechones se vean perjudicados por el aumento de la humedad relativa y diarreas ocasionadas principalmente por *E. coli*.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias prolongadas:

1. Uso de sistemas de cortinas.
2. Aplicación de antibióticos.

#### - **Impacto por bajas temperaturas**

Las bajas temperaturas en esta fase afectan en gran medida a los lechones, ya que en esta fase requiere temperaturas más altas para mantener o equilibrar las temperaturas del vientre de la madre. A temperaturas bajas el lechón reduce el consumo de leche, disminuye el peso, crecimiento y desarrollo; lo que ocasiona la posibilidad de tener cerdos enfermos con diarrea, parásitos o mycoplasma. Además, los lechones pueden morir por hipotermia o inanición; como también muerte por aplastamiento por la misma cerda, ya que los lechones buscan el calor de la madre.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las bajas temperaturas:

1. Alimento medicado.
2. Confinamiento.
3. Uso de cajones.
4. Uso de calefacción.
5. Uso de sistemas de cortinas.

## 2) **FASES DE PREINICIACIÓN, INICIO, DESARROLLO Y ENGORDE**

El ciclo productivo de cerdos en el país está dividido en 5 fases: lactante, preiniciación, inicio, desarrollo y engorde; de las cuales la fase lactante lleva una manipulación alimenticia, manejo de condiciones ambientales y control de enfermedades de forma diferente al resto del ciclo. Las fases restantes son afectadas por los mismos eventos

climáticos, provoca los mismos impactos y requiere las mismas medidas o prácticas para reducir los problemas, daños y pérdidas económicas. A continuación se presenta los principales impactos y prácticas para las fases de preiniciación, inicio, desarrollo y engorde.

#### - Impacto por altas temperaturas

El estrés ocasionado por las altas temperaturas afectan considerablemente el desarrollo del cerdo, ya que disminuyen el consumo de alimento y aumenta el consumo de agua; lo que provoca disminución en los rendimientos productivos de carne, los pesos de los cerdos atrasan la transición de las fases y por ende la alimentación. Los animales presentan mayor cansancio por el agotamiento de reservas, provoca jadeos o respiraciones más rápidas que pueden producir complicaciones cardíacas y muertes por un paro respiratorio; además un cerdo con bajas defensas alimenticias, estresado y con jadeos es muy propenso a contagiarse con virus o bacterias que ocasionan enfermedades respiratorias como mycoplasma, Síndrome reproductivo-respiratorio porcino (PRRS), entre otras.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Aplicación de antibióticos.
2. Aplicación de vacunas preventivas.
3. Alimento medicado.
4. Buena alimentación.
5. Densidad adecuada.
6. Implementar techos altos.
7. Uso de charcas.
8. Uso de líneas genéticas mejoradas.
9. Uso de sistemas de cortinas.
10. Uso de ventiladores.

#### - Impacto por lluvias fuertes

La caída de lluvias fuertes acompañada con fuertes vientos puede ocasionar el aumento en la humedad relativa dentro de las instalaciones, incrementando las posibilidades de diarreas principalmente por *Escherichia coli* y el desarrollo de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma* o neumonía. Las lluvias fuertes provocan problemas de deslizamientos de tierra y daños en los caminos que afectan el traslado de cerdos al matadero.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Uso de sistemas de cortinas.
2. Aplicación de vacunas preventivas.
3. Drenajes.
4. Alimento medicado.
5. Buena alimentación.

#### - **Impacto por fuertes vientos**

El impacto de los fuertes vientos en cualquier etapa de desarrollo puede provocar el incremento de enfermedades respiratorias; ya que aumenta las posibilidades de contagio por medio del viento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de fuertes vientos:

1. Aplicación de vacunas preventivas.
2. Uso de sistemas de cortinas.

#### - **Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación**

Las lluvias intermitentes y fuera de estación generan un aumento en la incidencia de enfermedades respiratorias y diarreas; ya que los cambios bruscos de temperatura propician las condiciones ambientales favorables para su desarrollo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de impacto de lluvias prolongadas:

1. Aplicación de vacunas preventivas.
2. Uso de sistemas de cortinas.

#### - **Impacto por lluvias prolongadas**

La caída de lluvia constante por varios días acompañada con fuertes vientos puede ocasionar el aumento en la humedad relativa dentro de las instalaciones, incrementando las posibilidades de diarreas principalmente por *Escherichia coli* y el desarrollo de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma* o neumonía. Las lluvias fuertes provocan problemas de deslizamientos de tierra y daños en los caminos que afectan el traslado de cerdos al matadero.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias prolongadas:

1. Uso de sistemas de cortinas.
2. Aplicación de vacunas preventivas.

#### - **Impacto por bajas temperaturas**

Los cerdos después del destete y específicamente en la región norte no son afectados por bajas temperaturas; en algunas zonas los cerdos disminuyen el consumo de alimento, reduce el crecimiento y baja conversión alimenticia necesaria para optimizar magredad.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las bajas temperaturas:

1. Buena alimentación.
2. Confinamiento.
3. Uso de piso plástico principalmente después del destete.
4. Aplicación de vacunas preventivas.

### 3) HATO REPRODUCTOR

#### - Impacto por altas temperaturas

La temperatura alta es el principal evento climático que afecta el desarrollo y la gestación de la cerda; al igual que los cerdos presenta estrés calórico, baja el consumo y aumenta el gasto de energía por termorregulación a través del jadeo; lo que conduce a una deficiente conversión alimenticia, baja la producción de leche o del parto necesaria para el desarrollo del lechón (posparto), problemas al momento del parto y repeticiones. Además, a la cerda gestante se le disminuye las defensas, lo que provoca susceptibilidad al ataque de enfermedades respiratorias.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Uso de ventiladores.
2. Alimento medicado.
3. Aplicación de vitaminas.
4. Uso de extractores.
5. Uso de nebulizadores.
6. Uso de sistema de cortinas.
7. Uso de líneas genéticas mejoradas.
8. Implementar techos altos.
9. Goteo de agua en el lomo.
10. Aplicación de vacunas preventivas.
11. Aplicación de antibióticos.

### 4) VERRACOS

#### - Impacto por altas temperaturas

Los verracos o finalizadores se estresan con el aumento de las temperaturas, lo que provoca que pierda fertilidad. En la región se utiliza la inseminación artificial, ya sea por la recolección de semen dentro de la misma granja o la compra de pajillas de semen de líneas genéticas mejoradas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Buena alimentación.

## BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN DE SAN CARLOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región de San Carlos, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de cerdos. En el cuadro 5, se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

**Cuadro 5.** Barreras identificadas por expertos de la región de San Carlos para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Alimento medicado	Cultural	Se compra el alimento más barato y no el que se necesita en la fase
Aplicación de antibióticos	Económico	No hay dinero para comprar y no hay precio justo en el mercado
Aplicación de probióticos	Cultural	No hay información y hay desconocimiento de la práctica
Aplicación de vacunas preventivas	Cultural	Se tiene que hacer preventivo
	Institucional	Poco apoyo de las instituciones del gobierno
Buena alimentación	Cultural	Se compra el alimento más barato y no el que se necesita en la fase
Confinamiento	Económico	Alto costo
Densidad adecuada	Cultural	Se pierde más mantener cerdos en grupos elevados
Densidad adecuada	Cultural	No se acostumbra a utilizar las densidades adecuadas según el crecimiento
Drenajes	Cultural	es una práctica de sentido común
Implementar techos altos	Cultural	Siempre se han utilizado techos bajos
Nebulizadores	Económico	Alta inversión
Reservorios de agua	Económico	Alta inversión
Uso de calefacción	Económico	No hay dinero para comprar y no hay precio justo en el mercado
	Cultural	Es una forma de utilizar y pensar del porcicultor
Uso de extractores	Económico	Alto costo
Uso de líneas genéticas mejoradas	Cultural	se utilizan las mismas de siempre
Uso de piso plástico	Económico	Alta inversión
Uso de sistemas de cortinas	Cultural	Falta de conocimiento
Uso de ventiladores	Económico	Alto costo

- **Región productiva Alajuela**

**1) FASE LACTANTE**

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes en la fase de lactancia provocan el aumento de cerdos con problemas diarreicos; aunado al bajo desarrollo del lechón por bajo consumo de leche.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Uso de calefacción (cajones de madera con bombillo interior).
2. Jaulas de maternidad elevadas o parideras.

- **Impacto por fuertes vientos**

El impacto de los fuertes vientos disminuye la temperatura dentro de las parideras e incrementan las posibilidades de enfermedades respiratorias sobre el lechón.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Uso de sistemas de cortinas.

- **Impacto por bajas temperaturas**

La fase de lactancia se considera como la más susceptible para el desarrollo de los cerdos; ya que las bajas temperaturas provocan diarreas a muy temprana edad, lo que significa que disminuye el consumo de leche materna, reduce las defensas y aumento los riesgos adquirir enfermedades respiratorias; en casos más severos los cerdos mueren por neumonía y por aplastamiento por la misma cerda, ya que los lechones buscan el calor de la madre.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las bajas temperaturas:

1. Uso de calefacción (cajones de madera con bombillo interior).
2. Uso de calefacción (Lámparas de electricidad)
3. Confinamiento.

**2) FASES DE PREINICIACIÓN, INICIO, DESARROLLO Y ENGORDE**

El ciclo productivo de cerdos en el país está dividido en 5 fases: lactante, preiniciación, inicio, desarrollo y engorde; de las cuales la fase lactante lleva una manipulación alimenticia, manejo de condiciones ambientales y control de enfermedades de forma diferente al resto del ciclo. Las siguientes fases son afectadas por los mismos eventos climáticos, provoca los mismos impactos y requiere las mismas medidas o prácticas para reducir los problemas, daños y pérdidas económicas. A continuación se presenta los principales impactos y prácticas para las fases de preiniciación, inicio, desarrollo y engorde.

- **Impacto por altas temperaturas**

El estrés ocasionado por las altas temperaturas afectan considerablemente el

desarrollo del cerdo, ya que disminuyen el consumo de alimento y aumenta el consumo de agua; lo que provoca disminución en los rendimientos productivos de carne, los pesos de los cerdos atrasan la transición de las fases y por ende la alimentación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Implementar techos altos.
2. Uso de sistemas de cortinas.
3. Uso de ventiladores.

#### - Impacto por lluvias fuertes

El aumento de humedad relativa a causa de la caída de lluvias fuertes provoca problemas serios en la salud del animal, ya que la diseminación de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma* o *Actibacillus* puede generar muerte de los cerdos por neumonía.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Uso de camas profundas.
2. Aplicación de vacunas preventivas.
3. Alimento medicado.
4. Buena alimentación.

#### - Impacto por fuertes vientos

El impacto de los fuertes vientos en la región afecta en las zonas altas donde las velocidades de las corrientes de aire son excesivas y perjudica la economía del productor al causar daños en las infraestructuras como el destechado, caída de árboles en caminos y fuentes eléctricas; como también acelera la diseminación de enfermedades respiratorias y diarreas (en las primeras etapas es más susceptible, conforme el cerdo crece aumenta las defensas).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de fuertes vientos:

1. Aplicación de vacunas preventivas.
2. Uso de sistemas de cortinas.
3. Alimento medicado.
4. Barreras rompevientos.
5. Confinamiento.

#### - Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas en tiempo e intensidad, aumenta los problemas de humedad relativa en las zonas de desarrollo porcino; lo que provoca un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma* o neumonía.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Uso de sistemas de cortinas.

2. Aplicación de vacunas preventivas.
3. Alimento medicado.
4. Uso de ventiladores.
5. Aplicación de antibióticos.
6. Uso de camas profundas.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La región de Alajuela se caracteriza por ser una zona cálida y es impactada por sequías prolongadas que disminuye la disponibilidad del recurso hídrico utilizada para el desarrollo de los cerdos; la baja disposición de agua compromete el crecimiento del cerdo al no cumplir con sus requerimientos hídricos, aumenta las posibilidades de contagio de enfermedades al no realizar el lavado de las porquerizas, desinfección de las instalaciones y otras labores fundamentales de inocuidad animal.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las sequías prolongadas:

1. Reservorios de agua.

### 3) HATO REPRODUCTOR

- **Impacto por altas temperaturas**

Las temperaturas en la región Alajuela sobrepasan los límites óptimos para el desarrollo y la gestación de cerdas; ya que las cerdas deben de estar a temperaturas inferiores a los 24°C para evitar el estrés calórico y una deficiente producción de leche. Las cerdas afectadas pueden alterar sus ciclos menstruales, aumentar el número de repeticiones y disminuir el consumo de alimento; este último indirectamente puede reducir el número de lechones por camada y el número de lechones destetados.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Uso de ventiladores.
2. Alimento medicado.
3. Uso de nebulizadores.
4. Uso de sistema de cortinas.
5. Implementar techos altos.
6. Goteo de agua en el lomo.
7. Aplicación de vacunas preventivas.
8. Buena alimentación.
9. Uso de árboles de sombra.

### 4) VERRACOS

Para esta fase no se encontraron impactos negativos sobre el desarrollo y mantenimiento de los verracos, ya que según los productores al tenerlos aislados y en confinamiento no se ven afectados.

## BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN DE ALAJUELA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región de Alajuela, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de cerdos. En el cuadro 6, se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

**Cuadro 6.** Barreras identificadas por expertos de la región de Alajuela para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Alimento medicado	Cultural	No lo creen necesario
Aplicación de antibióticos	Cultural	Desconocen y no creen que sea necesario
Aplicación de vacunas preventivas	Cultural	Desconocimiento de los beneficios
	Cultural	Se tienen que hacer estas prácticas
Barreras rompevientos	Cultural	Desconocen y no creen que sea necesario
Buena alimentación	Cultural	Se tienen que hacer estas prácticas
Camas profundas	Cultural	Se tienen que hacer estas prácticas
	Económico	Aumenta los costos
Confinamiento	Económico	Aumenta los costos
Jaulas o paridera elevadas	Económico	Aumenta los costos
Implementar techos altos	Cultural	Desconocen y no creen que sea necesario
Nebulizadores	Cultural	Desconocen y no creen que sea necesario
Reservorios de agua	Cultural	Se tienen que hacer estas prácticas
Uso de calefacción	Económico	Aumenta los costos
	Cultural	No es necesario en la zona
Uso de árboles de sombra	Cultural	Desconocimiento de los beneficios
Uso de sistemas de cortinas	Económico	Aumenta los costos
	Cultural	Desconocen y no creen que sea necesario
Uso de ventiladores	Económico	Alto costo

- **Región productiva Cartago**

1) **FASE LACTANTE**

- **Impacto por altas temperaturas**

Los cerdos lactantes presentan muy bajas defensas después del nacimiento, lo que provoca susceptibilidad a los cambios bruscos por el aumento de temperaturas mayores a los 32°C; al sobrepasar los grados óptimos, los cerdos se estresan, se agitan por el cansancio y pueden llegar hasta la muerte.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Uso de sistemas de cortinas.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan aumento de la humedad relativa dentro de los galerones porcinos, lo que provoca problemas de neumonía y el incremento de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma*, entre otros. La humedad relativa alta dificulta el desarrollo del lechón ya que baja consumo de leche y provoca diarreas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Alimento medicado.
2. Aplicación de antibióticos.
3. Drenajes.
4. Confinamiento.

- **Impacto por fuertes vientos**

El impacto de los fuertes vientos puede causar daños en las infraestructuras como el destechado, caída de árboles en caminos y fuentes eléctricas; como también acelera la diseminación de enfermedades respiratorias y diarreas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de fuertes vientos:

1. Confinamiento.
2. Mantenimiento de instalaciones.

- **Impacto por bajas temperaturas**

Los lechones son muy susceptibles a temperaturas inferiores a los 28°C, ya que en esta fase requiere temperaturas altas para mantener o equilibrar las temperaturas del vientre de la madre; las principales muertes de lechones se dan por aplastamiento de la cerda cuando buscan el calor de la madre. A temperaturas bajas el lechón reduce el consumo de leche, disminuye el peso, crecimiento y desarrollo; lo que ocasiona la posibilidad de tener cerdos enfermos con diarrea, parásitos o mycoplasma.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las bajas temperaturas:

1. Alimento medicado.

2. Confinamiento.
3. Aplicación de antibióticos.
4. Uso de calefacción.

**Nota:** para la región de Cartago, la fase productiva de lactancia casi no se realiza; ya que la producción de cerdos comienza con la compra de lechones ya destetados, con el fin de reducir pérdidas económicas por muerte de lechones. No obstante, Porcina Americana si realiza el ciclo completo de cría y engorde para carne.

## 2) FASES DE PREINICIACIÓN, INICIO, DESARROLLO Y ENGORDE

El ciclo productivo de cerdos en el país está dividido en 5 fases: lactante, preiniciación, inicio, desarrollo y engorde; de las cuales la fase lactante lleva una manipulación alimenticia, manejo de condiciones ambientales y control de enfermedades de forma diferente al resto del ciclo. Las fases restantes son afectadas por los mismos eventos climáticos, provoca los mismos impactos y requiere las mismas medidas o prácticas para reducir los problemas, daños y pérdidas económicas. A continuación se presenta los principales impactos y prácticas para las fases de preiniciación, inicio, desarrollo y engorde.

### - Impacto por altas temperaturas

A nivel regional uno de los grandes problemas en el sector porcino es el hacinamiento de animales para aprovechar los espacios dentro de las infraestructuras; al aumentar las temperaturas el problema de hacinamiento aumenta, produce estrés calórico al animal, los cuales presentan mayor cansancio por el agotamiento de reservas, provoca jadeos o respiraciones más rápidas que pueden producir complicaciones cardiacas y muerte súbita. Además, disminuye el consumo de alimento, disminución en los pesos de los cerdos, atrasan la transición de las fases y los rendimientos productivos de carne caen. La alta temperatura incrementa los malos olores de los sedimentos lavados de las porquerizas; lo que ocasiona aumento en la cantidad de moscas y enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Aplicación de Microorganismos de Montaña.
2. Biodigestores.
3. Lagunas de oxidación.
4. Aumento de bebederos.
5. Densidad adecuada.
6. Implementar techos altos.
7. Bañado de cerdas.

### - Impacto por fuertes vientos

El impacto de los fuertes vientos en cualquier etapa de desarrollo puede provocar el incremento de enfermedades respiratorias, ya que aumenta las posibilidades de contagio por medio del viento; además, aumenta diseminación de malos olores que se producen en la granja porcina, los cuales son llevados a comunidades aledañas, provocando

problemas ecológicos y el cierre de la granja. Los vientos con fuerte intensidad causan daños en las infraestructuras como el destechado, caída de árboles en caminos y pérdida de electricidad por caída de árboles en fuentes eléctricas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de fuertes vientos:

1. Aplicación de vacunas preventivas.
2. Uso de sistemas de cortinas.
3. Alimento medicado.
4. Aplicación de antibióticos.
5. Barreras rompevientos.
6. Aplicación de Microorganismos de Montaña.
7. Biodigestores.

- **Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación**

Las lluvias intermitentes y fuera de estación generan un aumento en la incidencia de enfermedades respiratorias y diarreas; ya que los cambios bruscos de temperatura propician las condiciones ambientales favorables para su desarrollo. Los cerdos con padecimientos de diarrea disminuyen el consumo de alimento; lo que provoca la reducción en el peso y crecimiento del animal.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de impacto de lluvias prolongadas:

1. Aplicación de vacunas preventivas.
2. Aplicación de desparasitantes.
3. Aplicación de antibióticos.
4. Buena alimentación.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

La caída de lluvia constante por varios días en la zona de Cartago provoca el colapso de las lagunas de oxidación necesarias para la retención de sedimentos y evitar el incremento de malos olores; esto afecta indirectamente el desarrollo de los cerdos, ya que al no contar con las lagunas de oxidación disponibles se pueden atrasar las labores de inocuidad dentro de las instalaciones, provocando el aumento de plagas y enfermedades dañinas para la salud porcina.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias prolongadas:

1. Uso de lagunas de oxidación emergentes.
2. Drenajes.

- **Impacto por bajas temperaturas**

Las bajas temperaturas ocasionan el desarrollo de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma* o neumonía; lo que provoca disminución en el consumo de alimento, reduce el crecimiento y baja la conversión alimenticia necesaria para optimizar la calidad de carne al mercado. Además, puede aumentar problemas de *Escherichia coli*, promotor de las diarreas en cerdos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las bajas temperaturas:

1. Aplicación de antibióticos.
2. Confinamiento.
3. Aplicación de Microorganismos de Montaña.
4. Aplicación de vacunas preventivas.
5. Uso de calefacción.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La región de Cartago se caracteriza por ser una zona cálida y es impactada por sequías prolongadas que disminuye la disponibilidad del recurso hídrico utilizada para el desarrollo de los cerdos; la baja disposición de agua compromete el crecimiento del cerdo al no cumplir con sus requerimientos hídricos, aumenta las posibilidades de contagio de enfermedades al no realizar el lavado de las porquerizas, desinfección de las instalaciones y otras labores fundamentales de inocuidad animal.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las sequías prolongadas:

1. Reservorios de agua.

### 3) HATO REPRODUCTOR

- **Impacto por altas temperaturas**

La temperatura alta es el principal evento climático que afecta el desarrollo y la gestación de la cerda; al igual que los cerdos presenta estrés calórico, baja el consumo y aumenta el gasto de energía por termorregulación a través del jadeo; lo que conduce a una deficiente conversión alimenticia, baja la producción de leche o del parto necesaria para el desarrollo del lechón (posparto), problemas al momento del parto y repeticiones. Además, a la cerda gestante se le disminuye las defensas, lo que provoca susceptibilidad al ataque de enfermedades respiratorias.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Uso de ventiladores.
2. Alimento medicado.
3. Aplicación de antibióticos.
4. Aplicación de vacunas preventivas.
5. Buena alimentación.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan aumento de la humedad relativa dentro de la paridera, lo que provoca problemas de neumonía y el incremento de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma*, entre otros. La humedad relativa alta puede causar problemas en la gestación y en el parto; aumentando los riesgos de muerte de lechones dentro y fuera del saco embrionario.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Aplicación de desparasitantes.

2. Alimento medicado.
3. Aplicación de antibióticos.
4. Aplicación de vacunas preventivas.
5. Buena alimentación.

#### 4) VERRACOS

Para esta fase no se encontraron impactos negativos sobre el desarrollo y mantenimiento de los verracos, ya que según los productores al tenerlos aislados y en confinamiento no se ven afectados.

### BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN DE CARTAGO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región de Cartago, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de cerdos. En el cuadro 7, se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

**Cuadro 7.** Barreras identificadas por expertos de la región de Cartago para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Alimento medicado	Cultural	Se acostumbra a utilizar los mismos concentrados, hay desconocimiento y falta de asesoría técnica
Aplicación de desparasitantes	Cultural	Desconocimiento y falta de asesoría técnica
Aplicación de Microorganismos de Montaña	Institucional	No hay asesoría del uso de materiales orgánicos dentro de la misma finca
Aplicación de antibióticos	Cultural	Desconocimiento y falta de asesoría técnica
Aplicación de vacunas preventivas	Cultural	Desconocimiento y falta de asesoría técnica
Barreras rompevientos	Cultural	Falta de conciencia
Biodigestores	Económico	Alto costo
Buena alimentación	Cultural	Mal manejo productivo y falta de planificación
Confinamiento	Económico	Alto costo
Densidad adecuada	Cultural	Mal manejo productivo y falta de planificación
Drenajes	Cultural	Se realizan solo cuando afecta
Implementar techos altos	Cultural	Se acostumbra a utilizar techos bajos
Mantenimiento de instalaciones	Cultural	No son necesarias en la zona
Reservorios de agua	Institucional	Falta de asesoría
Uso de calefacción	Económico	Aumenta los costos
Uso de lagunas de oxidación	Económico	Tienen un precio muy elevado
Uso de sistemas de cortinas	Cultural	No se considera necesario
Uso de ventiladores	Cultural	Desconocimiento y falta de asesoría técnica

- **Región productiva Pérez Zeledón**

**1) FASE LACTANTE**

- **Impacto por fuertes vientos**

El impacto de los fuertes vientos provoca el aumento de problemas de neumonía y el incremento de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma*, entre otros; ocasiona que los lechones bajen el consumo de leche, disminuye el crecimiento, provoca diarreas y en casos extremos puede llevar al cerdo a muerte súbita.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de fuertes vientos:

1. Confinamiento.
2. Alimento medicado.
3. Aplicación de antibióticos.
4. Barreras rompevientos.
5. Uso de sistemas de cortinas.
6. Aplicación de Microorganismos de Montaña.
7. Aplicación de peneryeti en el alimento.

- **Impacto por bajas temperaturas**

Las temperaturas bajas reducen el consumo de leche, disminuye el peso, crecimiento y desarrollo del cerdo; lo que ocasiona el aumento el porcentaje de presentar cerdos con diarrea, parásitos o con enfermedades respiratorias como el mycoplasma. El cerdo para mantener o equilibrar las temperaturas del vientre de la madre busca estar cerca de la misma y provoca muertes por aplastamiento de la cerda; además, el lechón con pocos días de nacido puede tener muerte súbita por hipotermia.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las bajas temperaturas:

1. Alimento medicado.
2. Confinamiento.
3. Aplicación de antibióticos.
4. Uso de calefacción (cajones).
5. Uso de jaulas o parideras elevadas.
6. Uso de sistemas de cortinas.
7. Aplicación de Microorganismos de Montaña.

**2) FASES DE PREINICIACIÓN, INICIO, DESARROLLO Y ENGORDE**

El ciclo productivo de cerdos en el país está dividido en 5 fases: lactante, preiniciación, inicio, desarrollo y engorde; de las cuales la fase lactante lleva una manipulación alimenticia, manejo de condiciones ambientales y control de enfermedades de forma diferente al resto del ciclo. Las fases restantes son afectadas por los mismos eventos climáticos, provoca los mismos impactos y requiere las mismas medidas o prácticas para reducir los problemas, daños y pérdidas económicas. A continuación se presenta los principales impactos y prácticas para las fases de preiniciación, inicio, desarrollo y

engorde.

#### - Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas provocan estrés calórico en los cerdos desde la fase de preinicio hasta la salida de la granja, ocasiona disminución del apetito, pérdida de peso, los animales presentan mayor cansancio por el agotamiento de reservas, provoca jadeos o respiraciones más rápidas que pueden producir complicaciones cardiacas y muerte súbita. Además, los cerdos se predisponen a ser contagiados con enfermedades respiratorias y diarreas con problemas de deshidratación. El hacinamiento es una de las principales causas que inciden en el aumento de temperatura dentro de las instalaciones y es uno de los principales generadores de los problemas antes mencionados.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Aplicación de Microorganismos de Montaña.
2. Densidad adecuada.
3. Implementar techos altos.
4. Alimento medicado.
5. Aplicación de antibióticos.
6. Aplicación de peneryeti.
7. Buena alimentación.
8. Uso de árboles de sombra.
9. Uso de líneas genéticas mejoradas.
10. Uso de sistemas de cortinas.

#### - Impacto por lluvias fuertes

La caída de lluvia con fuerte intensidad acompañada con fuertes vientos puede ocasionar el aumento en la humedad relativa dentro de las instalaciones, incrementando las posibilidades de diarreas principalmente por *Escherichia coli* y el desarrollo de enfermedades respiratorias como el PRRS (Síndrome reproductivo-respiratorio porcino), *Mycoplasma* o neumonía.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Aplicación de Microorganismos de Montaña.
2. Aplicación de antibióticos
3. Alimento medicado.
4. Buena alimentación.

#### - Impacto por fuertes vientos

El impacto de los fuertes vientos en cualquier etapa de desarrollo puede provocar el incremento de enfermedades respiratorias, principalmente neumonía.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de fuertes vientos:

1. Aplicación de peneryeti.
2. Uso de sistemas de cortinas.
3. Alimento medicado.

4. Aplicación de antibióticos.
5. Barreras rompevientos.
6. Aplicación de Microorganismos de Montaña.
7. Buena alimentación.
8. Confinamiento.

- **Impacto por bajas temperaturas**

Las bajas temperaturas en la región sur son muy ocasionales, sin embargo al momento que se presentan pueden ocasionar problemas respiratorios como neumonía en todas las fases de desarrollo y muerte por hipotermia principalmente en cerdos recién destetados.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las bajas temperaturas:

1. Aplicación de antibióticos.
2. Confinamiento.
3. Aplicación de Microorganismos de Montaña.
4. Buena alimentación.
5. Uso de sistemas de cortinas.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Las sequías prolongadas principalmente disminuye la disponibilidad del recurso hídrico utilizada para el desarrollo de los cerdos; la baja disposición de agua compromete el crecimiento del cerdo al no cumplir con sus requerimientos hídricos, aumenta las posibilidades de contagio de enfermedades al no realizar el lavado de las porquerizas, desinfección de las instalaciones y otras labores fundamentales de inocuidad animal. Además, al ingresar mayor cantidad de cerdos en un área no apta para el desarrollo animal, aumenta los problemas de abastecimiento de agua, bajo consumo de alimento y crecimiento desuniforme de las camadas de cerdos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las sequías prolongadas:

1. Buena alimentación.
2. Densidad adecuada.
3. Reservorios de agua.
4. Uso de líneas genéticas mejoradas.
5. Uso de sistemas de cortinas.

### 3) HATO REPRODUCTOR

- **Impacto por altas temperaturas**

La temperatura alta es el principal evento climático que afecta el desarrollo y la gestación de la cerda; al igual que los cerdos presenta estrés calórico, baja el consumo y aumenta el gasto de energía por termorregulación a través del jadeo; lo que conduce a una deficiente conversión alimenticia, baja la producción de leche o del parto necesaria para el desarrollo del lechón (posparto), problemas al momento del parto y repeticiones. Además, a la cerda gestante se le disminuye las defensas, lo que provoca susceptibilidad

al ataque de enfermedades respiratorias.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Uso de ventiladores.
2. Alimento medicado.
3. Buena alimentación.
4. Aplicación de Microorganismos de Montaña.
5. Barreras vivas.
6. Implementar techos altos.
7. Ultrasonidos.
8. Nebulizadores.
9. Uso de árboles de sombra.
10. Uso de sistemas de cortinas.

#### 4) VERRACOS

##### - Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas inciden directamente en la calidad espermática, reduce la fertilidad y preñez del semen producido por el verraco.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Confinamiento.
2. Implementar techos altos.
3. Buena alimentación.

## BARRERAS IDENTIFICADAS POR EXPERTOS DE LA REGIÓN DE PÉREZ ZELEDÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN

A continuación, se presenta la información obtenida a través de las consultas realizadas a los expertos de la región de Pérez Zeledón, sobre las barreras existentes para la implementación de buenas prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en los sistemas productivos de cerdos. En el cuadro 8, se resumen las barreras de tipo económica, institucional o sociocultural, identificadas para cada una de las prácticas.

**Cuadro 8.** Barreras identificadas por expertos de la región de Pérez Zeledón para la implementación de prácticas de adaptación.

Práctica	Barrera	Motivo
Alimento medicado	Económico	Es caro utilizar los concentrados con antibióticos y vitaminas
Aplicación de peneryeti	Cultural	No hay tendencia al cambio
Aplicación de Microorganismos de Montaña	Cultural	Desconocimiento de los beneficios
Aplicación de antibióticos	Económico	Son caras las dosis
Aplicación de vacunas preventivas	Cultural	Desconocimiento y falta de asesoría técnica
Barreras rompevientos	Cultural	No hay conciencia por parte de los productores
Buena alimentación	Cultural	No es caro utilizar la práctica
Confinamiento	Económico	Alto costo
Densidad adecuada	Cultural	Se quiere aprovechar el espacio
Implementar techos altos	Cultural	Desconocimiento de los beneficios
Jaulas o parideras elevadas	Económico	Alto costo
Nebulizadores	Económico	Aumenta los costos
Reservorios de agua	Cultural	No hay conciencia por parte de los productores
Uso de calefacción	Cultural	Desconocimiento de los beneficios
Uso de líneas genéticas mejoradas	Cultural	se utilizan las mismas de siempre
Ultrasonidos	Económico	Alto costo
Uso de árboles de sombra	Cultural	No hay conciencia por parte de los productores
Uso de sistemas de cortinas	Cultural	Desconocimiento de los beneficios
Uso de ventiladores	Cultural	No se cree necesario

## 2. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema

En esta sección se realizó una valoración de las prácticas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria y el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Para cada uno de los programas se realizó una revisión de los parámetros y criterios de análisis utilizados y se ajustaron de acuerdo con la información y el alcance del estudio. A continuación, se resume el procedimiento y los resultados obtenidos de la valoración de las prácticas con base en cada uno de los programas:

### 2.1 Valoración de las prácticas agrícolas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría agropecuaria

Para la valoración de las prácticas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria, se realizó una revisión de los parámetros y basado en el criterio de experto, se seleccionaron aquellos parámetros que se encuentran alineados a los intereses y objetivos del estudio, haciendo especial énfasis en aquellos criterios que evalúan la práctica/intervención como tal. Se excluyeron los parámetros que consideran o evalúan un proceso, ya que el estudio no profundiza en cómo se realizan las prácticas. Una vez seleccionados los indicadores, se utilizó una escala de ponderación para definir el aporte de cada una de las prácticas a las categorías seleccionadas del Programa de Bandera Azul Ecológica. También se hizo una revisión de literatura para respaldar la valoración realizada.

Los indicadores del Programa Bandera Azul ecológica considerados para la valoración de las prácticas en este estudio, son los siguientes:

1. Recurso hídrico: se evalúa el impacto directo de la práctica sobre la protección, mejoramiento y uso eficiente del recurso hídrico en los procesos de producción agropecuaria y forestal.
2. Manejo y conservación de suelos: se evalúa el impacto directo de la práctica sobre el uso, manejo y conservación de suelos en los procesos de producción agropecuaria y forestal.

La evaluación de cada una de las prácticas identificadas en el sector productivo porcino se resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro 9.** Valoración de las prácticas agrícolas identificadas basada en criterio experto, considerando los indicadores seleccionados

PRÁCTICAS	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos
Alimento medicado	NA	NA
Aplicación de antibióticos	NA	NA
Aplicación de insecticidas	*	*
Aplicación de probióticos	NA	NA
Aplicación de vacunas preventivas	NA	NA
Aplicación de desparasitantes	NA	NA
Aplicación de Microorganismos de Montaña	NA	NA
Aplicación de peneryeti	NA	NA
Barreras rompevientos	***	***
Buena alimentación	NA	NA
Biodigestores	***	**
Buena alimentación	NA	NA
Camas profundas	***	**
Confinamiento	**	*
Densidad adecuada	NA	NA
Drenajes	***	***
Jaulas o paridera elevadas	NA	NA
Implementar techos altos	NA	NA
Mantenimiento de instalaciones	NA	NA
Nebulizadores	**	*
Reservorios de agua	***	**
Ultrasonidos	NA	NA
Uso de árboles de sombra	**	***
Uso de calefacción	NA	NA
Uso de extractores	NA	NA
Uso de lagunas de oxidación	***	*
Uso de líneas genéticas mejoradas	NA	NA
Uso de piso plástico	NA	NA
Uso de sistemas de cortinas	NA	NA
Uso de ventiladores	NA	NA
Escala utilizada:		
* la práctica implica poco impacto/aporte positivo sobre el indicador		
** la práctica implica moderado impacto/aporte positivo sobre el indicador		
*** la práctica implica mucho impacto/aporte positivo sobre el indicador		
NA no aplica/no se tiene información suficiente		
Fuente: elaboración a partir de revisión de literatura y la normativa para programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria (PBAE, 2016).		

### 3. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas

Se realizó la cuantificación de los costos de implementación, tanto de las prácticas identificadas como de producción normal, así como las prácticas identificadas como adicionales, las cuales se implementan para reducir los impactos de los eventos climáticos. Esta valoración, muestra el monto aproximado que se requiere invertir para llevar a cabo las prácticas mencionadas. La tabla de costos de prácticas se basa en fuentes primarias (productores, almacenes) y en fuentes secundarias.

**Cuadro 10.** Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas normales dentro del cultivo que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en el sector porcino.

Práctica	Costo/ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Alimento medicado	1.025	Colones/ quintal	Costo del producto desparasitante (i.a fabendazol), incorporado a un quintal de alimento.	Registros y facturas
Alimento medicado	1.100	Colones/ quintal	Costo del producto antibiótico (i.a florfenicol), incorporado a un quintal de alimento.	Registros y facturas
Alimento medicado	960	Colones/ quintal	Costo del producto antibiótico (i.a Tialusina), incorporado a un quintal de alimento.	Registros y facturas
Aplicación de antibióticos (opción 1)	400	Colones/ aplicación	Costo del producto antibiótico (i.a tilosina) en dosis de 1 cc/20Kg de peso, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de antibióticos (opción 2)	240	Colones/ aplicación	Costo del producto antibiótico (i.a Gentamicina-Amixicilina) en dosis de 2cc/por animal/día, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de antibióticos (opción 3)	100	Colones/ aplicación	Costo del producto antibiótico (i.a penicilina) en dosis de 1 cc/10Kg de peso, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (opción 1)	100.000	Colones/ aplicación	Costo del producto insecticida (i.a Tiametoxam), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de vacunas (opción 1)	470	Colones/ aplicación	Costo del producto Rhinavac utilizada como vacuna preventiva en dosis de 2cc/cerdo, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de vacunas (opción 2)	970	Colones/ aplicación	Costo del producto Respisure utilizada como vacuna preventiva en dosis de 2cc/cerdo, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de vacunas (opción 3)	800	Colones/ aplicación	Costo del producto Penicilina utilizada como vacuna preventiva en dosis de 1cc/cerdo, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas

Aplicación de vacunas (opción 4)	2.400	Colones/ aplicación	Costo del producto Farrowsure utilizada como vacuna preventiva en dosis de 2cc/cerdo (a la cerda), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de vacunas (opción 5)	750	Colones/ aplicación	Costo del producto Circumvent utilizada como vacuna preventiva en dosis de 2cc/cerdo, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Buena alimentación en la fase de lactancia	43	Colones/ diario	Costo aproximado del alimento diario/animal de Yogurt, utilizado en la fase de lactante para que los lechones comiencen la transición de leche materna a alimento, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Buena alimentación en la fase de lactancia	157	Colones/ diario	Costo aproximado del alimento diario/animal de Initec, utilizado en la fase de lactante para que los lechones comiencen la transición de leche materna a alimento, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Buena alimentación preinicio (fase1)	190	Colones/ diario	Costo aproximado del alimento diario/animal utilizado en la fase 1 de preinicio, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Buena alimentación preinicio (fase2)	192	Colones/ diario	Costo aproximado del alimento diario/animal utilizado en la fase 2 de preinicio, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Buena alimentación inicio	350	Colones/ diario	Costo aproximado del alimento diario/animal utilizado en la fase de inicio, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Buena alimentación desarrollo	473	Colones/ diario	Costo aproximado del alimento diario/animal utilizado en la fase de desarrollo, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Buena alimentación engorde	690	Colones/ diario	Costo aproximado del alimento diario/animal utilizado en la fase de engorde, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Densidades adecuadas	ND	ND	ND	Registros y facturas
Drenajes (opción 1)	200.000	Colones/ labor	Costo para realizar 200 metros lineales de drenajes alrededor de un galerón para disminuir la capa freática del suelo y la salida de agua encharcada.	Registros y facturas
Drenajes (opción 2)	24.280	Colones/ labor	Costo de mano de obra para realizar drenajes (10cm profundidad por 20cm ancho) en aproximadamente 100 metros lineales, para eliminar pozos o	Registros y facturas

			saturación de agua en ciertas zonas alrededor del galerón	
Uso de líneas genéticas mejoradas	1.700.000	Colones/Unidad	Compra de padrotes o terminales (Traxx o Topic) utilizados para mejorar las líneas genéticas de los lechones.	Registros y facturas
Uso de líneas genéticas mejoradas	400.000	Colones/Unidad	Compra de Madres (landrace) utilizadas para mejorar las líneas genéticas y aumentar la cantidad de partos y numero de lechones.	Registros y facturas
Uso de líneas genéticas mejoradas	45.000	Colones/Unidad	Compra de semen o pajillas congeladas de líneas genéticas para aumentar la fertilidad de la hembra.	Registros y facturas
Bebederos	120.000	Colones/Unidad	Costo de 40 bebederos utilizados para la hidratación de los cerdos en 800m <sup>2</sup> . Se usan 2 bebederos por división o camada.	Registros y facturas

**Cuadro 11.** Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas adicionales que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en el sector porcino.

Práctica	Costo/ha	Unidad	Descripción	Documentabilidad
Aplicación de probióticos	970	Colones/ quintal	Costo del producto probiótico incorporado a un quintal de alimento	Registros y facturas
Aplicación de microorganismo de montaña	35.700	Colones/ aplicación	Costo del producto Biológico EDYA (i.a Bacillus subtilis+Bacillus aglomerans+ Megaterium) en dosis de 1,5 L de producto activado/54L de agua para 500m <sup>2</sup> , sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de microorganismo de montaña	24.700	Colones/ aplicación	Costo de los productos requeridos para elaborar los Microorganismos de Montaña (aproximadamente 90 Kg) y el costo de mano de obra.	Registros y facturas
Aplicación de microorganismo de montaña	274	Colones/ aplicación	Costo de un kilogramo de productos requeridos para activar los Microorganismos de Montaña en 200 litros de agua para la fumigación asperjada. Además, equivale al mismo precio para mezclar un kilogramo de material elaborado con dos kilogramos de concentrado, sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Barrera vivas (Opción 1)	35.206	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de caña brava; se siembra horizontalmente y cada nudo representa una planta. Cada caña mide aproximadamente 2,5 metros, se colocan seguidas en 100 metros lineales.	Registros y facturas
Barreras vivas (Opción 2)	29.136	Colones/ labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles nativos para la barrera rompevientos, el cual se refiere al costo de sacar hijos vigorosos de árboles (poró, madero negro) y la	Registros y facturas

			siembra en los linderos a una distancia de 2-3 metros en 100 metros lineales.	
Camas profundas	306.715	Colones/ labor	Costo aproximado de 300 quintales de aserrín o borucha utilizados sobre el piso en un área aproximada de 800m <sup>2</sup> y el costo de productos desinfectantes antes de colocar el material utilizado. Sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Confinamiento	21.925.000	Colones/ labor	Costo aproximado para la construcción de instalaciones para confinar cerdos en un área de 800m <sup>2</sup> (20 metros de ancho y 40 metros de largo); incluyendo los materiales para la construcción gris (paredes de 1m de altura y las divisiones), el contrapiso y el techado (Se recomienda hacerlo alturas de 5 metros y utilizar material galvanizado). Además del costo de mano obra contratada para la fabricación de la instalación.	Registros y facturas
Implementar techos altos	650.000	Colones/ labor	Costo de mano de obra para instalar los techos más altos y reducir las altas temperaturas dentro del galerón.	Registros y facturas
Jaulas elevadas o parideras	1.000.000	Colones/ labor	Costo de una paridera especial que mantiene la cerda en cierta altura para evitar problemas de humedad y respiratorias. Una paridera sirve para una cerda parida.	Registros y facturas
Nebulizadores	450.000	Colones/ labor	Costo de la implementación de un sistema de nebulización para una paridera.	Registros y facturas
Reservorios (opción 1)	8.000.000	Colones/ Sistema	Costo de la perforación de un pozo de aproximadamente 20 metros de profundidad (incluyendo la tubería hasta el pozo y el valor de la bomba).	Registros y facturas
Reservorios (opción 2)	515.000	Colones/ Sistema	Costo de mano de obra para la instalación de canoas de alta presión de 20 metros de largo para la recolección de agua en una cisterna de 5000 L; así como el costo de materiales de canoas y cisterna.	Registros y facturas
Uso de calefactores	75.000	Colones/ aplicación	Costo de una campana de gas utilizado para aumentar la temperatura de los lechones. Se necesita una por paridera.	Registros y facturas
Uso de calefactores	250.000	Colones/ aplicación	Costo de una lámpara de gas utilizada para aumentar la temperatura de los lechones. Se necesita una por paridera.	Registros y facturas
Uso de calefactores	25.000	Colones/ aplicación	Costo de una lámpara de electricidad utilizada para aumentar la temperatura de los lechones. Se necesita una por paridera.	Registros y facturas
Uso de extractores	575.000	Colones/ Sistema	Costo de un extractor utilizado en granjas tecnificadas para mantener un	Registros y facturas

			ambiente controlado. La cantidad de extractores va depender de las dimensiones que tenga los galerones.	
Piso plástico	128.800	Colones/ labor	Costo de 16 láminas (40x60) utilizadas para instalar un piso plástico de 120x240 para las madres lactantes. Este material es más grueso por el peso de las cerdas.	Registros y facturas
Piso plástico	82.800	Colones/ labor	Costo de 16 láminas (40x60) utilizadas para instalar un piso plástico de 120x240 para lechones y cerdos en fase de inicio. Este material es más delgado ya que se necesita menos resistencia por el peso de los cerdos pequeños.	Registros y facturas
Uso de cortinas (opción 1)	625.000	Colones/ Sistema	Costo de cortinas de material Polilay con protector de rayos UV, de color blanco por fuera y negro por dentro, se pueden instalar para que trabajen de forma automatizado o de forma manual para un galpón de 40m x 20 m.	Registros y facturas
Uso de cortinas (opción 2)	150.000	Colones/ Sistema	Costo de cortinas plásticas para 120 metros lineales utilizadas en ambientes naturales, no incluye la mano de obra	Registros y facturas
Uso de ventiladores	230.000	Colones/ sistema	Costo de un ventilador utilizado para regular la temperatura del galerón. La cantidad de ventiladores va depender de las dimensiones que tenga los galerones; en parideras se utiliza únicamente para la cerda.	Registros y facturas
Uso de ultrasonidos	1.600.000	Colones/ sistema	Costo del sistema de ultrasonidos para detectar la preñes de la cerda, sin agregar el valor del programa.	Registros y facturas

## Bibliografía

- ABALCO E. (2103) Elaboración de un manual técnico de crianza y manejo de ganado porcino (*Sus scrofa domestica*). Tumbaco, Pichincha. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 276p.
- BORRÁS P., MONTERUBBIANESI M. (S.f) Bioseguridad en explotaciones porcinas.
- CALVO B., GUTIÉRREZ I., RIVAS G. (2007) Manejo integral de la granja porcina. Cuaderno de capacitación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 73p.
- CARRERO H. (2005) Manual de producción porcícola. Regional Valle Tuluá. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Medellín, Colombia. 114p.
- CAMPABADAL C. (2004) Guía técnica para productores de cerdos. Programa de Investigación y Transferencia Tecnológica en Cerdos. Costa Rica. 4p.
- CAMPABADAL C. (S.f) Guía técnica para productores de cerdos. Conceptos importantes en la alimentación de los cerdos. Programa de Investigación y Transferencia Tecnológica en Cerdos. Costa Rica. 4p.
- COTO B. (2005) Guía para el manejo de una granja avícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 21 p.
- FAO (2010) Principales enfermedades de los cerdos. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Instituto Nacional Tecnológico (INATEC) Nicaragua. 50p.
- GERMÁN C., CAMACHO J., GALLEGOS J. (2005) Producción de cerdos. Secretaría de la reforma agraria. Puebla, México. 83p.
- GONZÁLEZ S. (2013) Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales de productores de Monteverde SA, distrito de Monteverde, Puntarenas. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 91p.
- MAG (2005) Manual de buenas prácticas en la producción primaria de cerdos. Dirección de Salud Animal. Heredia, Costa Rica. 24p.
- MAG (2012) (En línea) Reglamento sobre granjas porcinas. Número 37155-MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Consultado el 7 ene 2018. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/legislacion/2012/de-37155.pdf>

- MORETA M. (2013) Diseño de un biodigestor de estiércol porcino para una granja agrícola ubicada en el barrio la Morita, Parroquia de Tumbaco para el año 2012-2013. Universidad Internacional SEK. 82p.
- PADILLA M. (2007) Manual de porcicultura. Programa Nacional de Cerdos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 91p.
- SENASA (2005) Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción avícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Heredia, Costa Rica. 29 p.
- SENASA (2009) Costa Rica país libre de peste porcina clásica. Heredia, Costa Rica. 51p.
- SENASA (2010) Postulación al reconocimiento a prácticas promisorias en la gestión pública. Heredia, Costa Rica. 43p.
- SENASA. Dirección Nacional de Sanidad Animal. San José, Costa Rica. 22p.
- TOPIGS NORSVIN (2014) (En línea) Líneas de macho terminal. Consultado el 4 enero de 2018. Disponible en <https://topignorsvin.mx/wp-content/uploads/2014/10/Talent.pdf>
- TOPIGS NORSVIN (2017) (En línea) Líneas de macho terminal. Consultado el 4 enero de 2018. Disponible en <https://topignorsvin.mx/wp-content/uploads/2017/10/Traxx.pdf>
- URBINA A. (S.f) Producción de cerdos en desarrollo y engorde en el sistema de cama profunda o cama seca, una experiencia de un productor de Carrillos de Poas, Alajuela, Costa Rica. Gerente Programa Nacional de Cerdos. MAG. San José, Costa Rica. 4p.
- ZUMBADO L., DE OLIVEIRA J., CHACÓN F., HERNÁNDEZ J., QUIRÓS L., MURILLO J. (2009) Identificación de parásitos gastrointestinales en granjas porcinas y pérdidas económicas por decomiso de hígados parasitados por *Ascaris suum* en mataderos de Costa Rica. Ciencia veterinaria. Heredia, Costa Rica. 15p.

## ANEXOS

### ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS

#### Glosario de términos agronómicos

##### Eventos climáticos

**Déficit Hídrico:** se refiere a la falta de agua para las plantas, ya que la cantidad de precipitaciones es inferior a la normal. Si la disponibilidad de agua es menor al 80% del promedio se refiere a sequía (Muñoz & Navarro, 2011).

**Deslizamientos de tierra:** es el movimiento en masa sobre terrenos con alta pendiente, que involucran la movilización de suelo, rocas o la mezcla de ambos; provocados por el exceso de agua o por efecto de la fuerza de gravedad (CENAPRED, 2014).

**El Niño:** es un fenómeno climático que provoca alteraciones en la circulación océano-atmosférico que afecta el régimen de lluvias y origina sequías prolongadas, principalmente en el litoral pacífico de Centroamérica (Angulo, 2015).

**Erosión:** es un fenómeno natural que consiste en el desprendimiento y pérdida de las partículas del suelo, producto de las corrientes de agua; así mismo, la erosión disminuye la capacidad del suelo de almacenar agua y provoca la pérdida de nutrientes y materia orgánica (Peña, 2013).

**Fuertes vientos:** según el CENEPRED (2014), viento se refiere al desplazamiento del aire en la atmósfera con relación paralela a la superficie terrestre que varía su velocidad constantemente. Fuertes vientos según De Melo (consulta personal, 8 de febrero de 2017), es cuando la velocidad del viento alcanza velocidades alrededor de 50 Km/h; provocando daños físicos a la planta y caída de árboles en la plantación.

**Granizos:** se refiere a una precipitación sólida en forma de bolas o grumos irregulares de hielo; las cuales se forman por fuertes corrientes ascendentes en las nubes convectivas que elevan las gotas a áreas muy frías, donde se forman las partículas de hielo (Gutiérrez et al, 2013).

**Huracanes:** se refiere a una tormenta tropical que alcanza vientos de mayor de 74 mph (118 Km/h); es de forma giratoria y circulan alrededor de un vórtice de baja presión barométrica (CENAPRED, 2007).

**Inundación:** fenómeno producido por el exceso de lluvias intensas o continuas que sobrepasan la capacidad de campo del suelo, supera el volumen máximo de transporte de los ríos; los cuales se desbordan e inundan los campos (CENAPRED, 2014).

**La Niña:** es un fenómeno océano-atmosférico que produce la alteración de las condiciones climáticas, esta consiste en un enfriamiento anormal de la temperatura superficial de las aguas del océano pacífico, provocando el aumento de precipitaciones y vientos ecuatoriales de este a oeste (Retana & Solano, S.f)

**Lluvias fuertes:** son precipitaciones de alta intensidad de agua líquida o sólida (granizos),

que comienzan y acaban bruscamente; su duración puede ser relativamente corta y varían violentamente su intensidad (Segerer & Villodas, 2006).

**Lluvias intermitentes:** se refiere a la caída de lluvias esporádicas de un lapso muy corto de tiempo en meses de sequía; son muy recurrentes en la época de verano y provoca estrés en la planta (E. De Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).

**Lluvias prolongadas:** se refiere a la caída de lluvias por al menos 3 o 4 días consecutivos sin detenerse y en forma continua (E. De Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).

**Neblina:** es la manifestación visible de gotas suspendidas en la atmósfera o cerca de la superficie de la tierra, reduciendo la visibilidad y la entrada de luz; se origina cuando la temperatura y el punto de rocío del aire presentan valores similares (IMN, S.f).

**Nubosidad:** se refiere a una fracción del cielo cubierto por un cierto grupo de nubes o combinación de las mismas (IMN, S.f).

**Sequías prolongadas:** fenómeno complejo que contempla un periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico (CENAPRED, 2014).

**Tormentas eléctricas:** perturbación violenta de la atmósfera ligada a los movimientos verticales del aire y acompañada de fenómenos mecánicos (viento y precipitaciones) y eléctricos (relámpagos y truenos) (IMN, S.f).

**Tormentas tropicales:** es una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral y al sentido contrario de las manecillas del reloj; la velocidad de los vientos comprenden entre 63 a 118 Km/h. Si los vientos aumentan a 118 Km/h pasa a formar un huracán y si bajan de 63 Km/h es una depresión natural (CENAPRED, 2007).

**Tornados:** es una violenta columna de aire en rotación que se extiende desde una nube inestable hasta alcanzar la superficie. La velocidad del viento puede alcanzar entre 20 a 45 Km/h (IMN, S.f)

**Radiación:** es el proceso o transferencia de energía mediante ondas electromagnéticas que no necesitan un medio material para propagarse. Es de suma importancia para la realización de fotosíntesis; pero en periodos de altas intensidades afectan procesos en los organismos (Carrasco, 2009).

## Prácticas para reducir el impacto de los eventos climáticos

**Alimento medicado:** Esta práctica se refiere a la adición de medicamentos como antibióticos, desparasitantes o promotores de crecimiento al alimento de los cerdos; esta acción debe estar sujeta a la prescripción y supervisión de un médico veterinario responsable y registrar su uso. Se debe tomar en cuenta los tiempos de retiro de los medicamentos antes del sacrificio del animal (Vizcaíno & Betancourt, 2013). Los productos más utilizados son:

- Febendazol (50g por quintal de alimento)
- Florfenicol (50g por quintal de alimento)
- Tiamulina (150g por quintal de alimento)

**Aplicación de antibióticos:** Se refiere al uso de sustancias químicas que son producidas por microorganismos que al ser suministradas al cerdo tienen la capacidad de inhibir el crecimiento o destruir bacterias u otros organismos patógenos, controlando y previniendo el desarrollo de infecciones y enfermedades de los animales. Las vías de administración de los antibióticos puede ser en masas agregándolo al agua de bebida o al alimento; así como también de forma individual por medio de inyección (IICA, 2008). Los productos más utilizados son:

- Tilosina (1cc por cada 20Kg de peso)
- Gentamicina-Amixicilina (2cc por animal/día)
- Penicilina (1cc por cada 10Kg de peso)

**Aplicación de desparasitantes:** Son productos químicos medicados que se le suministran al animal para eliminar parásitos internos, gastrointestinales y pulmonares como Ascaris, strongyloides, entre otros. (IICA, 2008). Los productos más utilizados son:

- Ivermectina (2kg por tonelada de alimento)
- Fabendazol (300 g en 46 Kg de alimento)
- Porcilis APP (2cc por cerdo/día)

**Aplicación de insecticidas:** Se refiere al uso de productos químicos para el control de plagas insectiles que afectan el sistema productivo. Los productos insecticidas varían su modo de acción dependiendo del estado de desarrollo en que se presente la plaga, y se pueden considerar ovicidas, larvicidas y adulticidas. El mecanismo de acción de los insecticidas puede ser de contacto, de ingestión, combinados (ingestión y contacto) o sistémicos (Bedmar 2011). Los productos más utilizados son:

- Tiametoxam (500 g en 200 L de agua)

**Aplicación de microorganismos benéficos:** La producción porcina es responsable de un elevado porcentaje de emanación de gases contaminantes provocados por la descomposición de los desechos sólidos producidos a diario por los animales en confinamiento. El principal gas contaminante generado por las granjas porcinas es el amoníaco, este gas en concentraciones elevadas provoca mayor incidencia de infecciones

y enfermedades a los animales, así como daños oculares y en el tracto respiratorio. La aplicación de microorganismos benéficos es una opción para el control de gases amoniacales y de microorganismo patógenos en las instalaciones, pues aceleran la descomposición de las excretas por medio de la descomposición fermentativa generando sustancias bioactivas durante el proceso que permite una menor emisión de gases amoniacales y un menor desarrollo de los organismos patógenos. Al reducir los niveles de amoníaco disminuyen los malos olores, se da una reducción de las enfermedades respiratorias, una menor presencia de moscas, así como un control biológico de huevos y larvas de moscas (López & Carballo 2014). Los productos más utilizados son:

- Microorganismos de Montaña (2 sacos de semolina, 1 galón de miel y 2 sacos de hojarasca inoculada)
- Activación de Microorganismos de Montaña (1 Kg de producto activado en 200 L de agua)

**Aplicación de probióticos:** Los probióticos son productos que contienen bacterias vivas benéficas, se utilizan para mantener saludable la flora intestinal del cerdo asegurando la presencia de un número suficiente de bacterias benéficas que tengan capacidad de inhibir el desarrollo de patógenos como coliformes, salmonellas, estafilococos y Gram negativos en general, además el uso frecuente de probióticos disminuye el mal olor de las excretas y la emisión de gases amoniacales. Una flora intestinal saludable garantiza el máximo aprovechamiento de los alimentos balanceados suministrados a los animales (López & Carballo, 2014). Los probióticos se pueden diluir en tanques de agua y se suministra en los bebederos; así como también en el alimento. Uno de los probióticos utilizados más caseros son los sueros al lechón, en dosis de 60g por lechón.

**Aplicación de vacunas:** Las vacunas son fármacos que contiene el mismo microorganismo causante de enfermedades, pero que ha sido modificado o atenuado para evitar que se produzcan dichas enfermedades. Este fármaco se emplea para prevenir enfermedades producidas por bacterias, virus y protozoos. Las vacunas se pueden suministrar al animal vía oral, ocular, intramuscular o subcutánea (IICA, 2010). Existen diversos tipos de vacunas, entre las más usadas están:

- Vacunas con virus vivos: contienen organismos vivos modificados de tal forma que no producen desarrollo de la enfermedad.
- Vacunas con virus atenuados: están preparadas con organismos vivos que se encuentran inactivados, pero conservando su acción.
- Vacunas recombinantes: contienen varios agentes mezclados en un mismo frasco y pueden ser organismos vivos o inactivados.

Las vacunas más utilizadas en el sector porcino son:

- Rhinavac (2cc por cerdo)
- Respisure (2cc por cerdo)
- Mycoplasma (1cc por lechón)
- Farrowsure (2cc por cerda)
- Circumvent (2cc por cerdo)

**Biodigestores:** es un contenedor que almacena los efluentes de las granjas, el excremento de los cerdos o desechos vegetales; este sistema mantiene un ambiente hermético (sin olores) y biológicamente activo. El proceso de fermentación de materiales orgánicos producen gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en potasio, fósforo y nitrógeno; el proceso de biodigestión se lleva a cabo por los microorganismos bacterianos anaeróbicos (ausencia de oxígeno) que se encuentran dentro de las heces (Moreta, 2013).

**Buena alimentación:** La forma más conveniente de alimentar los cerdos es a base de alimentos concentrados para cada fase productiva, esto por cuanto las necesidades nutricionales en cada fase son diferentes; los ingredientes deben ser frescos, libres de presencia de toxinas y de alta calidad, tanto en términos de digestibilidad de nutrientes como en calidad física. Los grupos nutricionales que incluyen los alimentos balanceados son: carbohidratos, proteínas, vitaminas y suplementos minerales. (Coto, 2005). Los productos más utilizados son:

- Lactante (Yogurt o Initec a libre consumo)
- Alimento preinicio fase 1 (250g por cerdo)
- Alimento preinicio fase 2 (400g por cerdo)
- Alimento inicio (1000g por cerdo)
- Alimento desarrollo (2200g por cerdo)
- Alimento engorde (3000g por cerdo)

**Confinamiento:** el sistema confinado consiste en mantener los cerdos encerrados durante todas las etapas del ciclo de vida; donde se requiere instalaciones y la alimentación es básicamente proporcionada a las necesidades del animal. Al utilizar el confinamiento permite la producción de mayor número de cerdos en menores áreas, favorece el manejo y en instalaciones tecnificadas se puede controlar las condiciones internas; las desventajas de este sistema son los altos costos de inversión en la infraestructura, alto valor en la operación y la exigencia sobre los controles sanitarios (Padilla, 2007).

**Densidades adecuadas:** La densidad de población impacta sobre el bienestar de los cerdos, afectando su desempeño, uniformidad y calidad del producto final. El exceso de población aumenta la presión ambiental y la temperatura en el animal, compromete su bienestar y reduce la rentabilidad económica de la actividad. Factores como la calidad y las dimensiones de la infraestructura, la línea genética utilizada, cantidad de bebederos y comederos, la tecnificación y el sistema de control ambiental determinan el rango óptimo de densidad de animales por metro cuadrado (Ross, 2014).

**Drenajes:** Se refiere a obras o canales que se construyen sobre la superficie del terreno de tal modo que no permitan la acumulación de líquidos que puedan ser focos de contaminación (Coto, 2005).

**Implementar techos altos:** Consiste en adecuar las instalaciones porcinas a mayor altura sobre el nivel del piso, para evitar el aumento de temperaturas dentro del galerón y permitir mejor flujo de aire; con esto el ambiente interno se puede autorregular en sistemas convencionales (consulta a expertos, 2007).

**Mantenimiento de instalaciones:** Para que las instalaciones de confinamiento funcionen adecuadamente deben estar en excelente estado, y para ello es primordial dar mantenimiento a las instalaciones, que van desde reparaciones menores como daños de tuberías, reparación de goteras, cambio de canoas, cambio de piezas oxidadas, reparación de estructuras metálicas, restauración de pintura, entre otras. En el caso de camas profundas, se debe mantener secas para evitar la acumulación de humedad y la proliferación de enfermedades (Consulta personal, 2017).

**Reservorios:** Se refiere al almacenamiento de agua en reservorios que permite al productor agropecuario, tener un suministro del recurso en el verano, las sequías o veranillos que se presentan en invierno. Los reservorios se pueden construir para almacenar aguas de escorrentía provenientes de quebradas y ríos o para capturar aguas llovidas, lo que se puede definir como cosecha de agua de lluvia. Para el caso de Costa Rica los principales tipos de reservorios son: reservorios represa o dique, reservorios excavados y reservorios tipo estanque; cada uno de ellos con sus diferentes variantes (Salinas, 2010).

**Uso de árboles de sombra:** consiste en la siembra de árboles nativos alrededor de los galpones, tomando en cuenta que no sean hospederos de plagas ni patógenos que puedan afectar la producción porcina. Se recomienda que sean árboles maderables de rápido crecimiento (Consulta personal 2017). Los árboles contribuyen a disminuir los impactos de las altas temperaturas sobre los galpones ya que crean un microclima favorable para el desarrollo del cerdo, protege contra fuertes vientos y climas adversos, absorben CO<sub>2</sub> del aire, almacenan carbono y liberan oxígeno al ambiente, otro beneficio de los árboles es que diversifican el sistema porque además del aprovechamiento leñoso-maderable, brindan frutos, proveen hábitat para la vida silvestre y mejoran la estética del paisaje (Hernández & Babbar, 2014).

**Barreras rompevientos:** Generalmente son hileras de especies arbóreas, arbustivas o ambas de distintas alturas que se siembran en sentido perpendicular a la dirección dominante del viento. El objetivo es contribuir con la regulación del microclima a nivel de la finca y el transporte de sólidos o propagación de enfermedades. La protección del área se puede extender sobre una distancia de 7 veces la altura de la barrera al lado del viento y de 15 a 20 veces al lado de sotavento (dirección hacia dónde va el viento). Cuando las zonas a proteger son muy extensas, es necesario formar un sistema de barreras debidamente distanciadas para que, en ningún punto entre ellas, el viento recupere velocidad. Las especies a considerar deben ser resistentes y adaptadas ecológicamente a la zona (Méndez *et al*, 2000).

**Lagunas de oxidación:** se basa en la utilización de una o varias lagunas para reducir la cantidad de materia orgánica, incrementar el oxígeno disuelto en el agua, eliminar los sólidos suspendidos y sedimentales; así como eliminar grasas, aceites, detergentes, jabones y patógenos. Se recomienda utilizar al menos dos lagunas para realizar un buen tratamiento, ya que la primera soporta alta carga orgánica superficial y la oxidación se

realiza por vía anaeróbica; mientras la segunda laguna puede almacenar la mitad de carga orgánica superficial y oxidación es facultativa (González, 2013).

**Uso de calefactores:** Lámparas de calefacción o fuentes de calor se utiliza principalmente en las maternidades para adecuar las temperaturas requeridas por el lechón (temperaturas alrededor de 30-32°C); generalmente se colocan atrás de la paridera o jaula para la protección del cerdo. Se pueden utilizar bombillos o lámparas infrarrojas de 150-250 vatios dependiendo de la altura que se instale; también se pueden usar lámparas de gas, producido en la misma granja por el uso de biodigestores (Padilla, 2007).

**Uso de sistemas de cortinas:** Este sistema se utiliza en porquerizas abiertas alrededor de donde se encuentra los cerdos, normalmente las cortinas se colocan en las paredes laterales. El objetivo del uso de cortinas es proporcionar el paso del viento cuando estas estén abiertas y se cierran para evitar el paso de brisas frías y vientos con alta intensidad; existen cortinas manuales y automáticas que se controlan por medio de sensores. El uso de cortinas manuales requiere un monitoreo constante de las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento) y de las condiciones internas de la instalación (temperatura, humedad relativa, calidad del aire, confort de los cerdos) para adecuar las condiciones internas con respecto a las externas (Ross, 2014).

**Ultrasonidos:** La práctica se utiliza principalmente para la identificación de problemas de infertilidad y detección de preñez en cerdas; este sistema aumenta la eficacia dentro del sistema productivo ya que evita problemas de atrasos y el control del no retorno del celo en cerdas a los 21 días después de la monta o la inseminación artificial. El programa además puede medir el espesor de grasa dorsal y los porcentajes de tejido magro (Campagna *et al*, S.f).

**Uso de extractores:** Se utilizan para extraer el aire desde la entrada del galpón hacia todo el largo de este y sacarlo al exterior, por lo que tienen que trabajar contra una determinada cantidad de resistencia, que se denomina presión estática; los extractores se deben adecuar a las dimensiones del galerón y el sistema utilizado. Los extractores trabajan en conjunto con el sistema de ventilación, por lo que es indispensable instalar extractores necesarios para movilizar la cantidad de pies cúbicos por minuto (cfm) que se necesite (Donald, 2009).

**Uso de pisos plásticos:** se refiere a la utilización de pisos de material plástico principalmente en las fases de gestación y lactancia; el objetivo es garantizar al animal una mayor higiene, ya que permite un mejor manejo, limpieza y desinfección del área. Además, no permite el intercambio de temperaturas en el cuerpo cuando estén en contacto directo con el suelo (Rentería, 2007).

**Uso de nebulizadores:** Los sistemas de nebulización se utilizan para enfriar el aire mediante la evaporación del agua creada por un sistema de bombeo a través de boquillas nebulizadoras. Se recomienda instalar las boquillas cerca de las entradas de aire con el

fin de maximizar la velocidad de la evaporación, también se deben instalar líneas adicionales en toda la instalación para una mejor cobertura. Existen nebulizadores de baja, alta y ultra alta presión (Ross, 2014).

**Uso de ventiladores:** Es una técnica muy utilizada para regular las temperaturas dentro de las instalaciones porcinas y va depender de la temperatura que haya dentro del alojamiento en relación con la temperatura fuera del mismo; así como la altura de los techos, salidas de aire, velocidad y dirección del viento. Los principales objetivos del uso de la ventilación es eliminar gases nocivos, disminuir la humedad relativa, reducción de temperatura, eliminación de olores corporales y aportar oxígeno para la respiración (Abalco, 2013).

## LITERATURA CITADA

- ABALCO E. (2103) Elaboración de un manual técnico de crianza y manejo de ganado porcino (*Sus scrofa domestica*). Tumbaco, Pichincha. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 276p.
- ANGULO A. (2015) Impacto de la sequía y su efecto sobre los rendimientos agrícolas e industrial de caña de azúcar, en la zona este de Guanacaste durante la zafra 2014-2015. DIECA. Alajuela, Costa Rica. 12p.
- BEDMAR F. 2011. Qué son los plaguicidas. Universidad Nacional Mar del Plata. Ciencia Hoy Vol 21, No. 122.
- CAMPAGNA D., SILVA P., SOMENZINI D. (S.f) Evaluación de la composición corporal de cerdos. Centro de Información de Actividades Porcinas. Rosario, Argentina. 12p.
- CENAPRED (2007) Ciclones tropicales. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México D.F, México. 35p.
- CENEPRED (2014) Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Lima, Perú. 256p.
- COTO B. 2005. Guía para el manejo de una granja avícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 21 p.
- DONALD J. 2009. Manejo del ambiente en el galpón de pollo de engorde. Aviagen. 44 p.
- GONZÁLEZ S. (2013) Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales de productores de Monteverde SA, distrito de Monteverde, Puntarenas. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 91p.
- GUTIÉRREZ D., RIESCO J., DÍEZ E., MARTÍN F., NÚÑEZ J., SÁNCHEZ J., FERRI M. (2013) Breve guía descriptiva de los fenómenos meteorológicos recogidos en el Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares (SINOBAS). España. 37p
- HERNÁNDEZ I., BABBAR L. 2014. Ganadería de sombra en Costa Rica. Ambientico: Revista mensual sobre la actualidad ambiental 1409-214, No. 245. 2-3 p.
- IICA. 2008. Manejo seguro de los medicamentos. Buenas prácticas de Producción Avícola. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 12 p.
- IICA. 2010. Vacunas y métodos de vacunación. Manuales de Implementación de Buenas Prácticas de Producción Avícola. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 24 p.
- IMN (S.f) (En línea) Glosario. Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica. Consultado el 30 ene 2017. Disponible en: <https://www.imn.ac.cr/web/imn/51>
- LÓPEZ G., CARBALLO R. 2014. Efecto de la suplementación con microorganismos benéficos de montaña en pollos de engorde como probiótico natural, Finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria. Tesis de licenciatura: Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 47 p.
- MÉNDEZ E., BEER J., FAUSTINO J., & OTÁROLA, A. (2000). Plantación de árboles en línea (segunda ed.). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- MORETA M. (2013) Diseño de un biodigestor de estiércol porcino para una granja agrícola ubicada en el barrio la Morita, Parroquia de Tumbaco para el año 2012-2013. Universidad Internacional SEK. 82p
- MUÑOZ E., NAVARRO P. (2011) Análisis del Déficit Hídrico en la Agricultura de la Región

- del Maule, Chile. Revista Interamericana de ambiente y turismo. Maule, Chile. 8p.
- PADILLA M. (2007) Manual de porcicultura. Programa Nacional de Cerdos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 91p.
- PEÑA E. (2013) Conservación de suelo como estrategia de producción. Revista el Cafetal. Anacafé. Guatemala. 24p.
- RENTERÍA O. (2007) Manual práctico porcino. Secretaría de Agricultura y pesca del Valle del Cauca. Cali, Colombia. 28p.
- RETANA J., SOLANO J. (S.f) Relación entre las inundaciones en la Cuenca del Tempisque, el Fenómeno de la Niña y los Rendimientos de Arroz de Secano. Instituto Meteorológico Nacional, Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 9p.
- ROSS. 2014. Manual de manejo de pollo de engorde. (en línea). Consultado el 08 enero del 2018. Disponible en [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf)
- SALINAS A. (2010). Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización. Universidad Nacional de Costa Rica. Nicoya: CEMEDE.
- SEGERER C., VILLODAS R. (2006) Hidrología I, Unidad 5: Las precipitaciones. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. 26p
- VIZCAÍNO A., BETANCOURT R. 2013. Guía de buenas prácticas avícolas. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Ecuador. 56 p.

## ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO

Nombre	Perfil	Provincia	Cantón	Distrito	Región	Teléfono	E-mail
Carlos Andrés Sánchez	Técnico	Alajuela	San Carlos	Río Cuarto	San Carlos	6095-2660	<a href="mailto:csanchez@hotmail.com">csanchez@hotmail.com</a>
Rafael Araya Araya	Técnico	Alajuela	San Carlos	Río Cuarto	San Carlos	2465-5008	<a href="mailto:rarayatcv@hotmail.com">rarayatcv@hotmail.com</a>
Adonis Zambrano	Investigador	Alajuela	San Carlos	Aguas Zarcas	San Carlos	7209-6420	
Wilfrido Paniagua	Técnico	Alajuela	San Carlos	Florencia	San Carlos	8365-9477	
Mauricio Maroto	Técnico	Alajuela	San Carlos	Río Cuarto	San Carlos	8313-9724	
José Estrada	Productor	Alajuela	San Carlos	Santa Rosa	San Carlos	8365-2736	
Sergio Hidalgo	Productor	Alajuela	San Carlos	Florencia	San Carlos	8830-7400	
Carlos Enrique Rojas	Productor	Alajuela	Poas	Carrillo	Alajuela	8842-7133	
Roberto Jinesta	Productor	Alajuela	Poas	Carrillo	Alajuela	8348-5611	
Juan Pablo Herrera	Productor	Alajuela	Poas	Carrillo	Alajuela	8832-9950	<a href="mailto:juanpablo.herreraarias@gmail.com">juanpablo.herreraarias@gmail.com</a>
Roberto León	Productor	Alajuela	Atenas	Concepción	Alajuela	8865-2443	<a href="mailto:roleba68@gmail.com">roleba68@gmail.com</a>
Guadalupe Rodríguez	Técnico	Alajuela	Atenas	Atenas	Alajuela		<a href="mailto:grodriguezr@mag.go.cr">grodriguezr@mag.go.cr</a>
Giancarlo Cogui	Productor	Cartago	Paraíso	Santiago	Cartago	2474-2027	<a href="mailto:info@fincasermide.com">info@fincasermide.com</a>
Federico Conejo	Técnico	Cartago	Cartago	San Francisco	Cartago	8338-4867	<a href="mailto:federico.conejo@ciudaddelosninoscr.org">federico.conejo@ciudaddelosninoscr.org</a>
Evelyn Spinach	Técnico	Cartago	Central	Guadalupe	Cartago	2573-5894	<a href="mailto:eespinach@porcinaamericana.com">eespinach@porcinaamericana.com</a>
Manuel Pérez	Técnico	Cartago	Central	Guadalupe	Cartago	8510-3545	
Víctor Fernández	Técnico	Cartago	Central	Guadalupe	Cartago	2573-5894	
Keylor Valverde	Técnico	San José	Pérez Zeledón	Daniel Flores	Pérez Zeledón	8940-8766	
Marcos Morales	Productor	San José	Pérez Zeledón	Platanares	Pérez Zeledón	8714-3169	
Rodolfo Fallas	Productor	San José	Pérez Zeledón	Pejibaye	Pérez Zeledón	8624-8230	<a href="mailto:rodofallas2015@gmail.com">rodofallas2015@gmail.com</a>
Martín Navarro	Productor	San José	Pérez Zeledón	Platanares	Pérez Zeledón	8373-1998	

Wilberth Morales	Productor	San José	Pérez Zeledón	Platanares	Pérez Zeledón	8764-8129	
---------------------	-----------	----------	------------------	------------	------------------	-----------	--