

Conceptos de climatización de casetas avícolas

Ernesto Jiménez Leal

22 marzo 2022

Poultry School



Climate for Growth



1

Reglas de terreno para el webinar

- Micrófonos en modo silencio
- Las preguntas pueden hacerse vía chat y serán contestadas al final
- Si existe alguna duda adicional o requieren información del webinar o la presentación pueden contactar directamente en LinkedIn a [Poultry School](#) o a un servidor vía correo o teléfono:
 - ejl@skov.dk
 - ernestoil@me.com
 - +52 8135976543

Climate for Growth



2

Orden del webinar

- Producción de aves de clase mundial
 - Evolución
 - Requisitos actuales de producción
 - Genética de alto desempeño
- Principios básicos de la climatización
 - Ventilación
 - Psicometría

Climate for Growth



3

Producción de aves de clase mundial



Desempeño

=

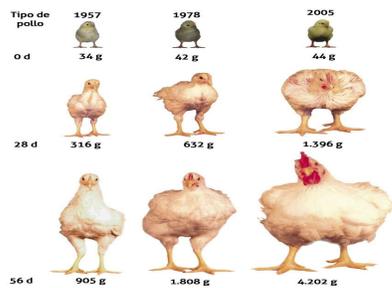
f_x (Genética, Ambiente, Sanidad, Nutrición, Manejo)

Climate for Growth



4

Evolución en la genética



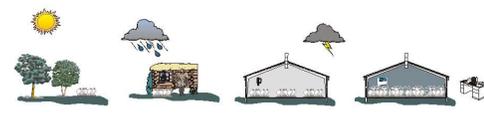
Climate for Growth

Fuente : Cold weather ventilation, University of Georgia (Havenstein et al, 2003)



5

Evolución de sistemas productivos



Espacios abiertos simulando la naturaleza

Domestico en casas

Animales en casetas propias con ventilación natural.

Animales en casetas propias con ambiente controlado y monitoreado

Climate for Growth



6

REQUISITOS ACTUALES DE PRODUCCION



A fin de ser cada vez mas competitiva, la industria cada vez se esmera mas por ser eficiente a fin de satisfacer las exigencias productivas.

Por ello ha desarrollado diferentes tecnologías para las áreas de incidencia, llegando por ultimo al desarrollo del ambiente que brinde a las aves las mejores condiciones para su desarrollo

Climate for Growth 

7

Genética de alto desempeño!

El alto desempeño en los aves es similar a un auto deportivo!

- Gran apetito
- Alto desarrollo
- Requiere el correcto mantenimiento
- Necesita el mejor combustible (alimento)
- Genera mayor calentamiento que antes
- Alto impacto al medio ambiente



Climate for Growth 

8



El cambio climático ha influenciado también las condiciones de producción a nivel mundial

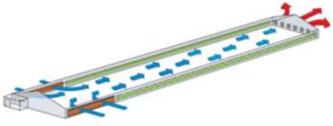
Climate for Growth 

9

Requisitos actuales de producción.

El sistema de climatización utilizado debe garantizar las condiciones ambientales óptimas mediante:

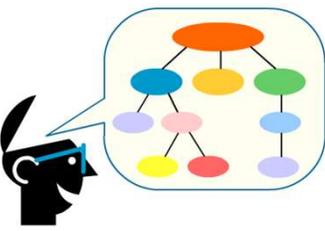
- Automatización
- Precisión
- Uniformidad
- Adaptabilidad



Climate for Growth 

10

CONCEPTOS BASICOS



Climate for Growth 

11

CONCEPTOS

Diferencia entre climatización y ventilación

La climatización consiste en actuar, cuando se requiera, sobre las condiciones climáticas al interior del galpón de modo que se garanticen el desarrollo y la salud optimas de los animales.

NO es estática. Depende de varios factores

tipo de producción, condiciones de producción (edad – peso – densidad) y ubicación del proyecto.

La ventilación es una de las herramientas utilizadas para climatizar a través del movimiento de aire que se hace en el galpón. Puede complementarse con **calefacción** y/o **enfriamiento**

Climate for Growth 

12

CONCEPTOS Ventilación

Dirigir el movimiento del aire con un propósito. En producción animal son varios:

- ✓ Satisfacer la demanda de oxígeno que requieren las aves para su desarrollo
- ✓ Propiciar calidad de aire para los animales, removiendo dióxido de carbono (CO₂), amoníaco (NH₃) y polvo
- ✓ Controlar la humedad facilitando la respiración de los animales y preservando la durabilidad de la instalación
- ✓ Remover el exceso de calor en el galpón
- ✓ Generar enfriamiento a los animales por sensación térmica



Climate for Growth

SKOV

13

CONCEPTOS BASICOS

Humedad relativa (HR).

Es la relación entre cantidad de agua que contiene el aire a determinada temperatura y presión

Velocidad (V)

Relación entre la distancia que recorre el aire y el tiempo que le toma para ello

Se utiliza para generar sensación a los animales

Caudal / Volumen aire (Q)

Cantidad en volumen de aire que puedo mover en una unidad de tiempo (V x A)

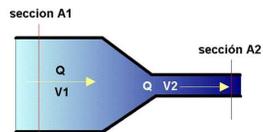
Se utiliza para remover calor

Climate for Growth

SKOV

14

CONCEPTOS BASICOS - CONTINUIDAD



Ecuación de Continuidad
Caudal Q es el mismo a lo largo del ducto = Vel x Area
 $Q1 = V1 \times A1$ $Q2 = V2 \times A2$
 $V1 \times A1 = V2 \times A2$

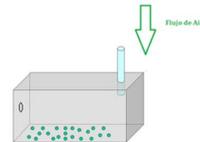


Climate for Growth

SKOV

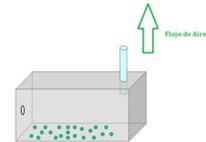
15

CONCEPTOS BASICOS - PRESION POSITIVA / PRESION NEGATIVA



Presión positiva

Al generar mediante un mecanismo una presión mayor que la atmosférica, se pone una cantidad de aire adicional a la que ya hay dentro (empuje / sople)



Presión negativa

Al generar mediante un mecanismo una presión menor que la atmosférica, se retira una cantidad de aire contenido al interior (succión)

Climate for Growth

SKOV

16

Dimensionamiento

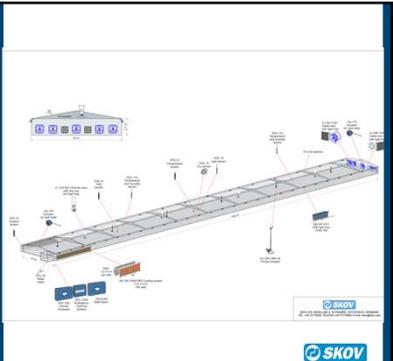
Climate for Growth

SKOV

17

Diseño

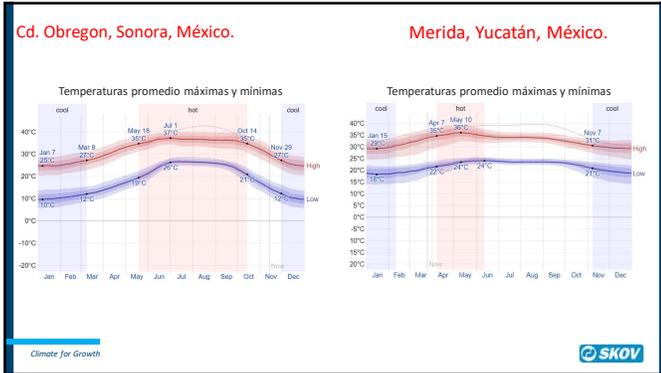
- Ventilación mínima (aves pequeñas o climas fríos)
- Ventilación tipo túnel
 - Reducir la temperatura
 - Psicometría
 - Medias de enfriamiento
 - Requerimientos de velocidad (sensación térmica)
 - Área de paso (paneles de celulosa, plástico y HPC)
 - Presión estática
 - Desempeño y puntos clave de los extractores



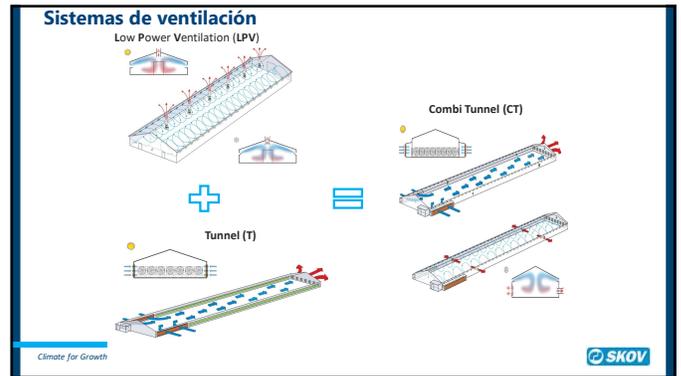
Climate for Growth

SKOV

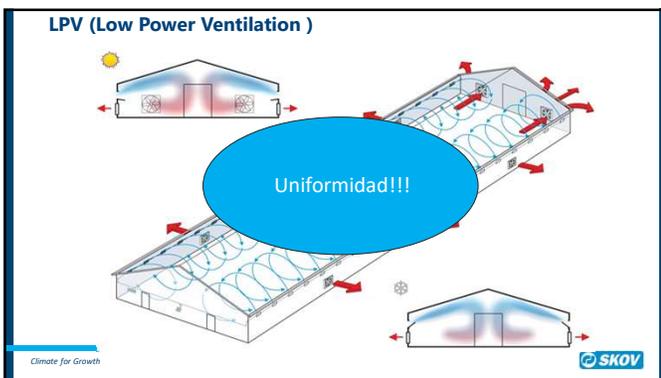
18



19



20



21



22

LPV

- Control ambiental preciso en clima frío y cálido
- Máxima uniformidad de ambiente
- Parámetros productivos uniformes
- Agregando HPC, potencial de cooling hasta 10 °C

Climate for Growth SKOV

23



24

Evaporación del agua, HPC

| Droplet diameter (droplets not to scale) | 10 µm | 50 µm | 100 µm | 1000 µm |
|--|-------|-------|--------|---------|
| | * | • | ⊙ | ⊝ |
| Time to drop 1 m | 300 s | 13 s | 3 s | 0.03 s |
| Time to evaporate at 28 °C - relative humidity of 70 % | 0.2 s | 4 s | 15 s | 550 s |
| Time to evaporate at 28 °C - relative humidity of 85 % | 0.4 s | 8 s | 30 s | 1100 s |
| Suitability for high pressure cooling | +++ | + | ÷ | ÷÷÷ |

Droplet sizes in fog, mist and rain are from 1 µm to 5 mm
 Droplet sizes from low sprinkling system are 200-400 µm = lesser cooling

Climate for Growth SKOV

25

Obstáculos en el cielo/techo

Climate for Growth SKOV

26

Requerimiento de ventilación, N° Inlets LPV

| POULTRY | Live weight kg | Nominal air req. m³/h | Max. amount of air for cd | | |
|----------|----------------|-----------------------|---------------------------|-----|------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Broilers | 1.4 | 3.5 | 4.9 | 6.0 | 7.0 |
| | 1.6 | 3.8 | 5.3 | 6.5 | 7.6 |
| | 1.8 | 4.0 | 5.6 | 6.9 | 8.0 |
| | 2.0 | 4.3 | 6.0 | 7.4 | 8.6 |
| | 2.2 | 4.5 | 6.3 | 7.8 | 9.0 |
| | 2.4 | 4.7 | 6.5 | 8.1 | 9.4 |
| | 2.6 | 4.9 | 6.9 | 8.5 | 9.8 |
| | 2.8 | 5.1 | 7.2 | 8.8 | 10.2 |
| | 3.0 | 5.3 | 7.5 | 9.1 | 10.6 |

Climate for Growth SKOV

27

Cálculo de inlets

Ventilación nominal/ventilación máxima

Ejemplo cálculo de ingreso aire LPV/CT: N° aves x vent. nom

- 42.000 aves (2,4 kg) x 4,7 m³/h =
- 197.400 m³/h, Requerimiento de ventilación nominal
- 394.800 m³/h, Requerimiento ventilación máxima

Capacidad de inlet = 1.650 m³/h a 40 pa DA 1911

- $197.400 / 1.650 = 100\%$ LPV = 120 Inlets = 198.000 m³/h
- $197.400 / 1.650 = 80\%$ (CT) = 96 Inlets = 158.400 m³/h

Climate for Growth SKOV

28

Sistema Ventilación Túnel

Climate for Growth SKOV

29

Sistema de Ventilación Combi-Túnel

- Manejo de ventilación en climas con alta fluctuación de T°
- El aire es expulsado en modo LPV y luego da paso a ventilación en modo túnel.
- Sistema con o sin refrigeración mediante paneles evaporativos o boquillas de alta presión.
- Asegura un clima uniforme para las aves, durante todo el año.

Climate for Growth SKOV

30

Sistema de Ventilación Combi-Túnel

Climate for Growth SKOV

31

Túnel plus

- Manejo de ventilación en climas tropicales
- Reducción en N° de Inlets, respecto al requerimiento nominal (80 % → ??)
- Alternativa superior a túnel simple.
- Permite un mejor control de ventilación mínima.
- No recomendado en climas fríos.

Climate for Growth SKOV

32

Control de apertura avanzada 0-100 %

Climate for Growth SKOV

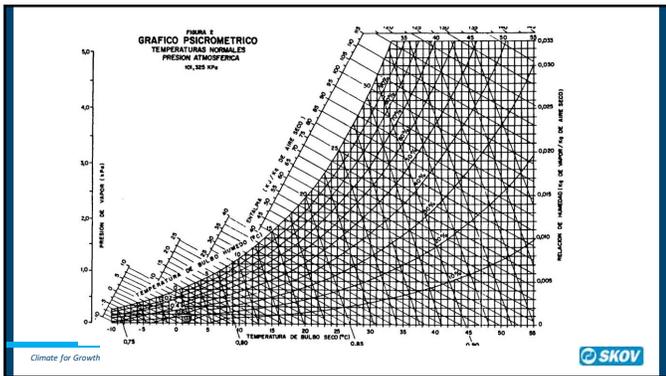
33

Tipos de sistemas en Sudamérica

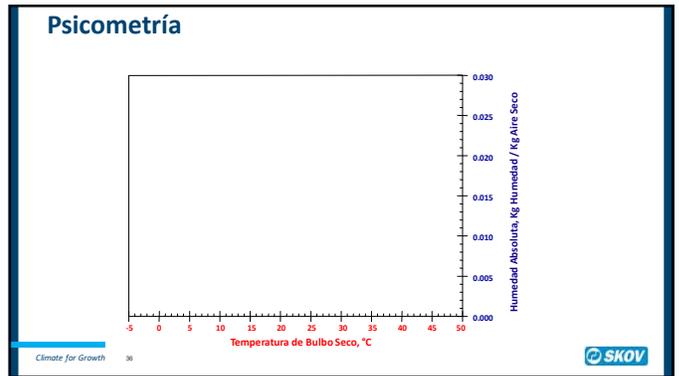
| Ubicación | Altura sobre el nivel del mar m | Temperatura mínima °C | Sistema recomendado |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Belo Horizonte, Br | 915 | 9 | CT |
| Bogota, Col | 2547 | 2 | CT |
| Buenos Aires, Arg | 20 | -2 | CT |
| Cali, Col | 969 | 16 | CT |
| Iquitos, Peru | 126 | 19 | Tunnel-Plus |
| Lima, Peru | 13 | 13 | CT |
| Medillín, Col | 1494 | 14 | CT |
| Puerto Gaitan, Col | 159 | 16 | CT |
| Santa María, Br | 95 | 3 | CT |
| Santiago, Cl | 474 | -2 | CT |
| Sao Paulo, Br | 792 | 8 | CT |
| Tarapoto, Peru | 281 | 19 | Tunnel-Plus |

Climate for Growth SKOV

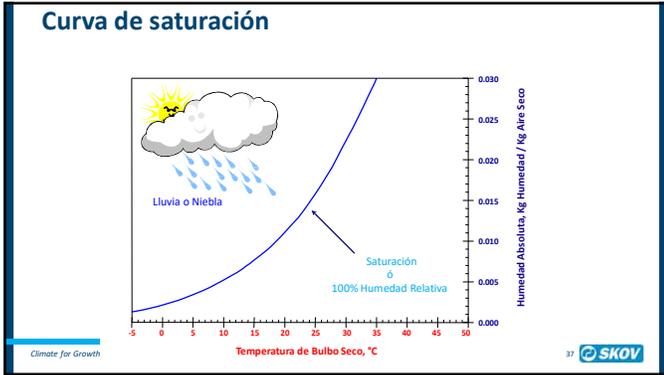
34



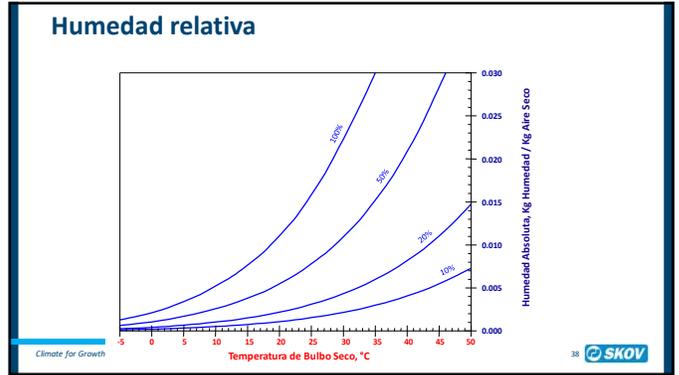
35



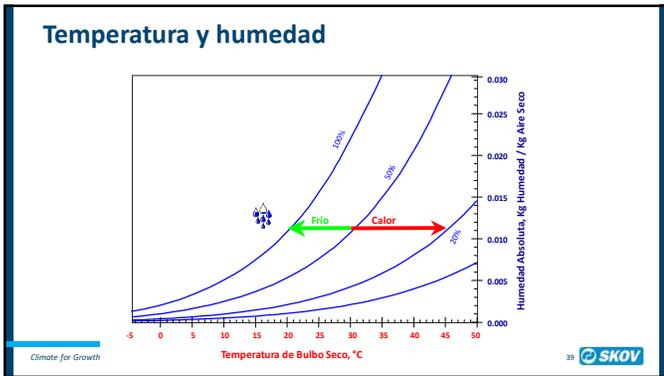
36



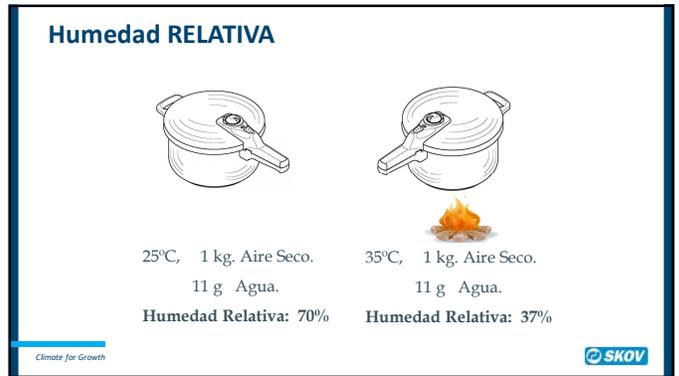
37



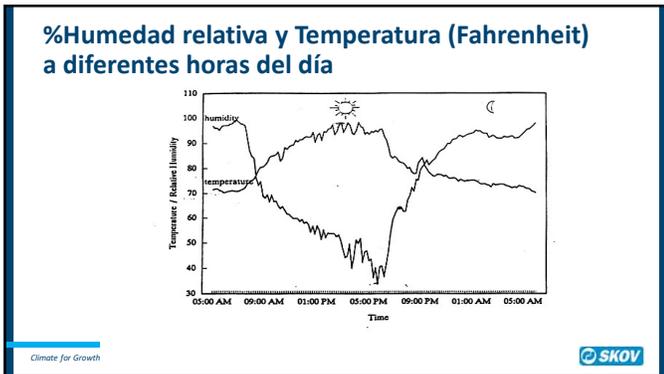
38



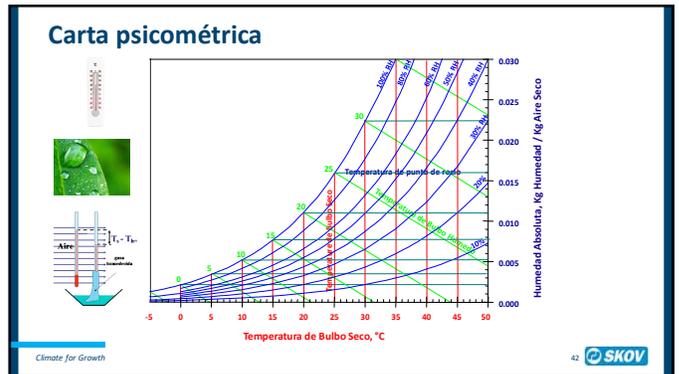
39



40



41



42

Medios de enfriamiento



Paja o fibras de madera



Panel de plástico



Nebulización



Panel de celulosa

Climate for Growth 43 

43

Medios de enfriamiento

| Media | Ventajas | Desventajas | Eficiencia |
|--|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> Económico. | <ul style="list-style-type: none"> Corta vida útil. Baja velocidad. Poco efectivo en aplicaciones industriales | 60 – 70% |
|  | <ul style="list-style-type: none"> Alta velocidad y prácticamente nula caída de presión. Prolongada vida útil. Alta eficiencia. | <ul style="list-style-type: none"> Costo instalación. Uso de agua DM. Requiere bomba de alta presión. | 85 – 97% |
|  | <ul style="list-style-type: none"> Media/alta velocidad Baja caída de presión. | <ul style="list-style-type: none"> Sensible a la calidad del agua. | 70 – 90% Con aplicaciones de hasta 96% |
|  | <ul style="list-style-type: none"> Media velocidad. Larga vida útil. | <ul style="list-style-type: none"> Alta caída de presión | 50 – 60% |

Climate for Growth 44 

44

CONCEPTOS BASICOS – SENSACION TERMICA

Es la temperatura que sienten los animales de acuerdo a su edad cuando se involucra al aire las variables:

- Velocidad
- Temperatura
- Humedad

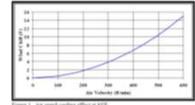


Climate for Growth 

45

Temperatura Efectiva / "Wind Chill"/ Sensación Térmica



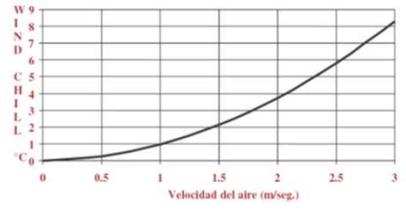


Climate for Growth 46 

46

Temperatura Efectiva / "Wind Chill"/ Sensación Térmica

Gráfica a 29.5°C



Climate for Growth 47 

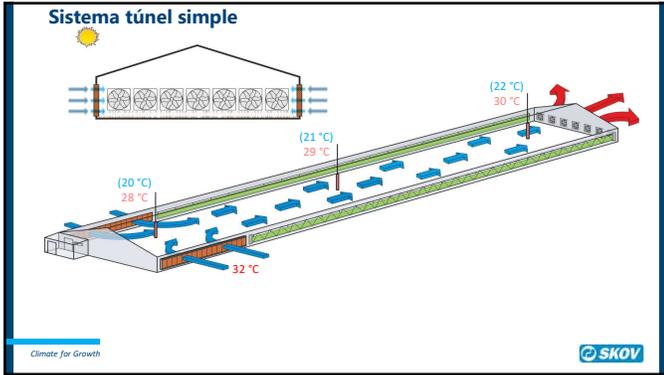
47

Refrigeración

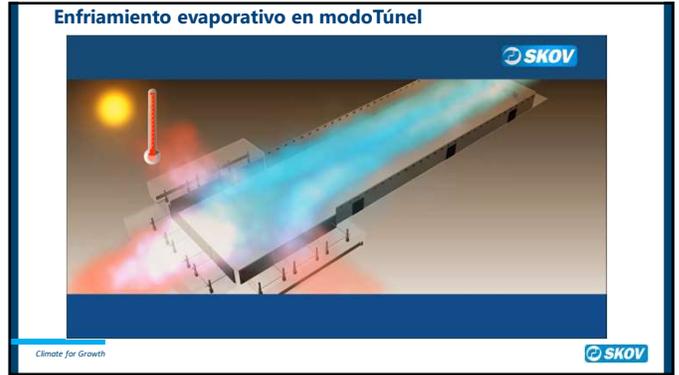


Climate for Growth 

48



49



50

Dimensionamiento túnel

- Sección transversal
- Velocidad de aire
- Entrada de túnel
- Panel evaporativo
- Extractores

Cálculo sección transversal: Promedio de altura (pared +cumbreira)/2 *ancho galpón
 Medidas galpón : 150 X 16 m ; 2,6 M (P) ; 3,3 m (C)

$$((2,6 + 3,3)/2) * 16 = 47,2 \text{ m}^2$$

 Obstáculos: Pollos de engorda 0,25 m x 16 m = 4 m²
 Sección transversal – obstáculos= 43,2 m²

Climate for Growth SKOV

51

Dimensionamiento túnel

- Velocidad de aire??
- 43.2 m² x 2.7 m/s x 3600 seg =419,904 m³/h

Climate for Growth SKOV

52

Entrada túnel

- 2-3 m/s 390-590 ft/min
- Capacidad max aire / 3600 / velocidad = m²
- 419,904 m³/h / 3600 s / 3 m/s = 38.88 m²
- 2 x 18 x 1.2 m

Climate for Growth SKOV

53

Panel evaporativo

- 1.7-2.0 m/s 335-390ft/min
- Capacidad max aire / 3600 / velocidad = m²
- 419,904 m³/h / 3600 s / 1.75 m/s = 66.6 m²
- 2 x 18 x 2.0 m

Climate for Growth SKOV

54

Presión estática

Tubo de Venturi

Climate for Growth 56 SKOV

55

Presión estática

Climate for Growth 56 SKOV

56

CONCEPTOS BASICOS – PRESION ESTATICA EN VENTILACION TUNEL

Las presiones estáticas o zonas sobre las cuales los extractores deben actuar en un galpón, son:

- Sacar el aire por los extractores (Mariposa / Trampas de luz)
- Para vencer obstáculos que haya fuera del galpón (muros, arboles, etc)
- Hacer que el aire recorra la longitud del galpón
- Área de transición
- Para ingresar aire al galpón a través de los paneles evaporativos / Cortina / TD

Climate for Growth SKOV

57

Presión negativa

- Velocidad del aire
- Panel evaporativo
- Puerta túnel
- Transición
- Área entre entrada y salida (largo del galpón)
- Diseño de shutter, limpieza.

| Air speed (ft/min) | Pressure gain per 100' |
|--------------------|------------------------|
| 300 | 0.002" |
| 400 | 0.0035" |
| 500 | 0.006" |
| 600 | 0.008" |

Fuente : M Czarick https://poultry.caes.uga.edu/people/faculty/michael_czarick.html

Climate for Growth SKOV

58

Presión estática/eficiencia. Celulosa PAD

PANEL NUEVO, 6" ESPESOR

| TIEMPO, MINUTOS | Eficiencia (%) | CAIDA DE PRESION EN °C |
|-----------------|----------------|------------------------|
| 0:00 | ~75 | ~0.08 |
| 0:10 | ~75 | ~0.08 |
| 0:20 | ~75 | ~0.08 |
| 0:30 | ~75 | ~0.08 |
| 0:40 | ~75 | ~0.08 |
| 0:50 | ~75 | ~0.08 |

Climate for Growth SKOV

59

Presión estática/eficiencia. Celulosa PAD

PANEL DE >2 AÑOS, 6" ESPESOR

| TIEMPO, MINUTOS | Eficiencia (%) | CAIDA DE PRESION EN °C |
|-----------------|----------------|------------------------|
| 0:00 | ~75 | ~0.25 |
| 0:10 | ~75 | ~0.25 |
| 0:20 | ~75 | ~0.25 |
| 0:30 | ~75 | ~0.25 |
| 0:40 | ~75 | ~0.25 |
| 0:50 | ~75 | ~0.25 |

Climate for Growth SKOV

60



61



62



63

Donde puedo comparar y ayudarme a elegir

Agricultural and Biological Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign
Agricultural Ventilation Fans

Project Number: 10799
 Motor: SKOV
 Blade dia.: 55"
 Clearance: 0.3"

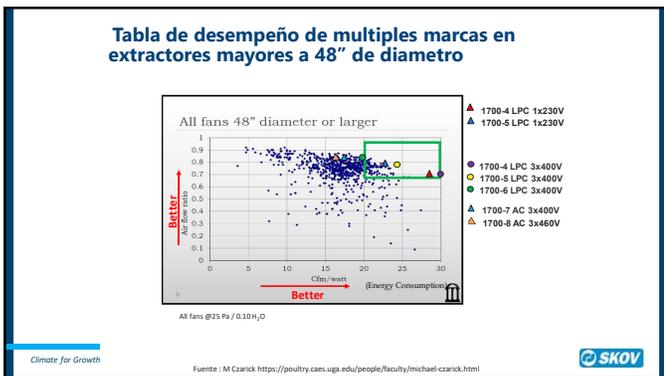
Select Performance Tests
 Current Performance Tests
 Performance Tests Archive

University of Illinois, Department of Agricultural and Biological Engineering
 332 Agricultural Engineering Sciences Building
 1204 W. Pennsylvania Avenue
 Urbana, Illinois 61801
 Ph: 217-243-8000
 Fax: 217-243-8000
 bess@abeng.uiuc.edu

http://bess.illinois.edu/

Fuente : Agricultural Ventilation Fans http://bess.illinois.edu/

64



65

Reporte Bess Lab

University of Illinois Department of Agricultural and Biological Engineering
 Microenvironmental and Structural Systems Lab
 Final Report

Project Number: 10799
 Test Date: October 31, 2016

Fan: SKOV
 Motor: SKOV 23000
 Blade dia.: 55"
 Clearance: 0.3"

Blade: 3
 Shape: propeller
 Material: plastic
 Finish: painted

Number: 3
 Diameter: 55"
 Clearance: 0.3"

Material: Plastic
 Inlet area: 64" dia.
 Discharge: 20" dia.
 Discharge: 20"

Blower: Butterfly damper
 # of Fans: 2
 # Columns: -
 Door type: -
 Location: exhaust

Discharge cone: 20"
 Discharge: 20" x 4" concentric
 Location: exhaust

Notes: 24V DC Butterfly damper actuated. SKOV PM speed controller
 1 phase, 400V, 50Hz input to speed controller

Test Conditions: Barometric pressure, recorded: 29.68
 (29.71 in. Hg)
 Barometric Pressure, corrected: 29.34 (29.34 in. Hg)

| Model | Pressure (in H ₂ O) | Airflow (cfm) | rpm | Volts | Amps | Watts | CFM/Watt | SI Units Pressure (kPa) | Airflow (m ³ /min) | rpm | Volts | Amps | Watts | CFM/Watt |
|-------|--------------------------------|---------------|-------|-------|------|-------|----------|-------------------------|-------------------------------|-----|-------|------|-------|----------|
| 0.00 | 22800 | 850 | 380.9 | 1.40 | 950 | 32.9 | 0 | 65700 | 85.9 | 18 | | | | |
| 0.04 | 21000 | 850 | 389.4 | 1.76 | 1195 | 29.8 | 12 | 62700 | 41.6 | 21 | | | | |
| 0.11 | 20700 | 850 | 389.7 | 1.81 | 1197 | 29.5 | 16 | 62600 | 36.3 | 24 | | | | |
| 0.15 | 22400 | 850 | 400.1 | 2.04 | 1365 | 23.3 | 37 | 46000 | 60 | 32 | | | | |
| 0.20 | 22400 | 850 | 400.0 | 2.23 | 1391 | 18.7 | 92 | 39000 | 28.4 | 35 | | | | |
| 0.26 | 21000 | 850 | 400.0 | 2.27 | 1391 | 14.8 | 75 | 43000 | 25.2 | 40 | | | | |
| 0.33 | 18400 | 850 | 401.0 | 2.21 | 1361 | 11.9 | 87 | 31400 | 19.6 | 46 | | | | |
| 0.37 | 16900 | 850 | 400.9 | 2.21 | 1390 | 11.9 | 92 | 27300 | 19.6 | 51 | | | | |
| 0.40 | 11700 | 850 | 400.4 | 2.04 | 1267 | 8.2 | 100 | 12600 | 15.7 | 64 | | | | |
| 0.45 | 8800 | 850 | 400.1 | 2.05 | 1265 | 6.7 | 112 | 14800 | 11.9 | 80 | | | | |
| 0.50 | 6800 | 850 | 400.1 | 2.10 | 1300 | 5.3 | 125 | 11700 | 9 | 112 | | | | |

AFR: 0.82

El flujo de aire a 0.20" SP dividido por el flujo de aire a 0.05" SP. Una reducción de flujo de aire alta proporciona un flujo de aire bastante constante a medida que varía la velocidad del viento.

Fuente : Agricultural Ventilation Fans http://bess.illinois.edu/

66

Ejemplo...

| | | | | | | | SI Units | | | |
|--------------------------|---------------|-----|-------|------|-------|----------|----------------------|------------------------------|-------------------------|----|
| Static Pressure (in.H2O) | Airflow (cfm) | rpm | Volts | Amps | Watts | cfm/Watt | Static Pressure (Pa) | Airflow (m ³ /hr) | W/1000m ³ hr | |
| 0.05 | 2288 | 550 | 229.8 | 3.26 | 1032 | 32.7 | 0 | 50700 | 55.5 | 18 |
| 0.05 | 31100 | 550 | 229.2 | 3.60 | 1098 | 28.3 | 12 | 52900 | 48.1 | 21 |
| 0.10 | 29400 | 550 | 229.4 | 3.84 | 1186 | 24.6 | 25 | 49900 | 41.7 | 24 |
| 0.15 | 27500 | 550 | 229.6 | 4.04 | 1284 | 21.9 | 37 | 46700 | 36.9 | 26 |
| 0.20 | 25300 | 550 | 229.1 | 4.21 | 1355 | 18.7 | 50 | 43000 | 31.7 | 32 |
| 0.25 | 23100 | 550 | 228.7 | 4.34 | 1408 | 16.4 | 62 | 39300 | 27.9 | 36 |
| 0.30 | 20700 | 550 | 230.9 | 4.39 | 1443 | 14.4 | 75 | 35200 | 24.4 | 41 |

XXXXXX

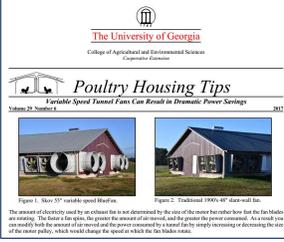
| | | | | | | | SI Units | | |
|--------------------------|---------------|-----|-------|------|-------|----------|----------------------|------------------------------|-------------------------|
| Static Pressure (in.H2O) | Airflow (cfm) | rpm | Volts | Amps | Watts | cfm/Watt | Static Pressure (Pa) | Airflow (m ³ /hr) | W/1000m ³ hr |
| 0 | 31300 | 593 | 475.1 | 2.1 | 1210 | 25.8 | 0 | 50100 | 43.9 |
| 0.05 | 29700 | 593 | 475.5 | 2.21 | 1276 | 23.2 | 12 | 50500 | 39.5 |
| 0.10 | 28000 | 593 | 475.5 | 2.31 | 1334 | 21.0 | 25 | 47900 | 35.7 |
| 0.15 | 25100 | 593 | 475.5 | 2.40 | 1398 | 18.8 | 37 | 44500 | 32 |
| 0.20 | 24000 | 593 | 476.3 | 2.47 | 1426 | 16.8 | 50 | 40700 | 28.5 |
| 0.25 | 21600 | 593 | 476.5 | 2.51 | 1457 | 14.8 | 62 | 36700 | 25.2 |
| 0.30 | 18300 | 593 | 476.3 | 2.52 | 1461 | 12.5 | 75 | 31100 | 21.3 |

Fuente : Agricultural Ventilation Fans <http://bess.illinois.edu/>

67

Estudio universidad de Georgia

- Estudio de eficiencia energética de un extractor de velocidad variable vs extractor convencional
- Estudio de la Universidad de Georgia, dirigido por experto en ventilación Mike Czarick
- Conclusión principal: "Extractores de velocidad variable, pueden resultar en un dramático ahorro energía"



Fuente : M Czarick <https://poultry.caes.uga.edu/people/faculty/michael-czarick.html>

68

Estudio universidad de Georgia

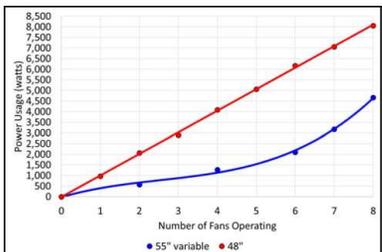


Figure 5. Total fan power usage vs. Number of fans operating.

Fuente : M Czarick <https://poultry.caes.uga.edu/people/faculty/michael-czarick.html>

69

Questions?

Ernesto Jiménez Leal
 ejl@skov.com
 Teléfono +52 81359 76543
<https://www.linkedin.com/in/ernesto-jimenez-658a13b6/>



70

¡MUCHAS GRACIAS!



Ernesto Jiménez Leal
 ejl@skov.com
 Teléfono +52 81359 76543

Roberto Pedro Molina
 rmo@skov.com
 Teléfono +56 9830 83622

71