

# Impacto de la genética y el clima en la reproducción bovina para zonas tropicales.

Dr. Alejandro Saborío Montero

Formación académica:

- Doctorado en Ciencia y Tecnología de la Producción Animal (UPV, España),
- Máster en Bioestadística (UCM, España),
- Máster en Mejora Genética Animal y Biotecnología de la Reproducción (UPV, España),
- Máster en Epidemiología (UNA, Costa Rica),
- Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia (UCR, Costa Rica).

Experiencia profesional:

- Profesor Catedrático e Investigador de la Escuela de Zootecnia, UCR,
- Profesor del Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, UCR,
- Profesor del Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales, UNA.

Imparte cursos de:

- Bioestadística, Métodos Multivariados y Mejora Genética Animal.

Ha publicado:

- Más de 70 artículos y abstracts científicos nacionales e internacionales.

Además:

- Ha estado vinculado con el sector de producción bovina por más de 15 años.



# Impacto de la genética y el clima en la reproducción bovina para zonas tropicales



*Dr. Alejandro Saborío Montero, Ph.D.*

Genética

Clima

Reproducción  
Bovina

```
graph TD; A[Genética] --> C((Reproducción Bovina)); B[Clima] --> C;
```

The diagram illustrates the influence of genetic and climatic factors on bovine reproduction. It features a central dark blue circle labeled 'Reproducción Bovina'. Two dark blue rounded rectangular boxes, 'Genética' on the left and 'Clima' on the right, have light gray arrows pointing towards the central circle, indicating that both factors contribute to the reproductive process.

# Reproducción Bovina

# Reproducción Bovina

Serie de Indicadores, registrados principalmente de 3 maneras:

- 1) Indicadores por Intervalos
- 2) Indicadores Binarios (2 opciones)
- 3) Indicadores por Conteo

# Reproducción Bovina

## 1) Indicadores por Intervalos:

### En multíparas

- Intervalo entre partos (IEP)
- Intervalo parto-primer celo
- Intervalo parto-primer servicio
- Intervalo parto-concepción (periodo abierto)
- Intervalo primer servicio-concepción
- Intervalo primer servicio-parto

### En nulíparas

- Edad a primer celo (en nulíparas)
- Edad a primer servicio (en nulíparas)
- Edad a primer parto (en nulíparas)

# Reproducción Bovina

## 2) Indicadores Binarios (2 posibles opciones):

- Preñez (preñada o no preñada)
- Retorno a celo (retorno o no retorno)
- Preñez a primer servicio (preñada o no preñada)

## 3) Indicadores por conteo:

- Servicios por concepción
- Servicios totales

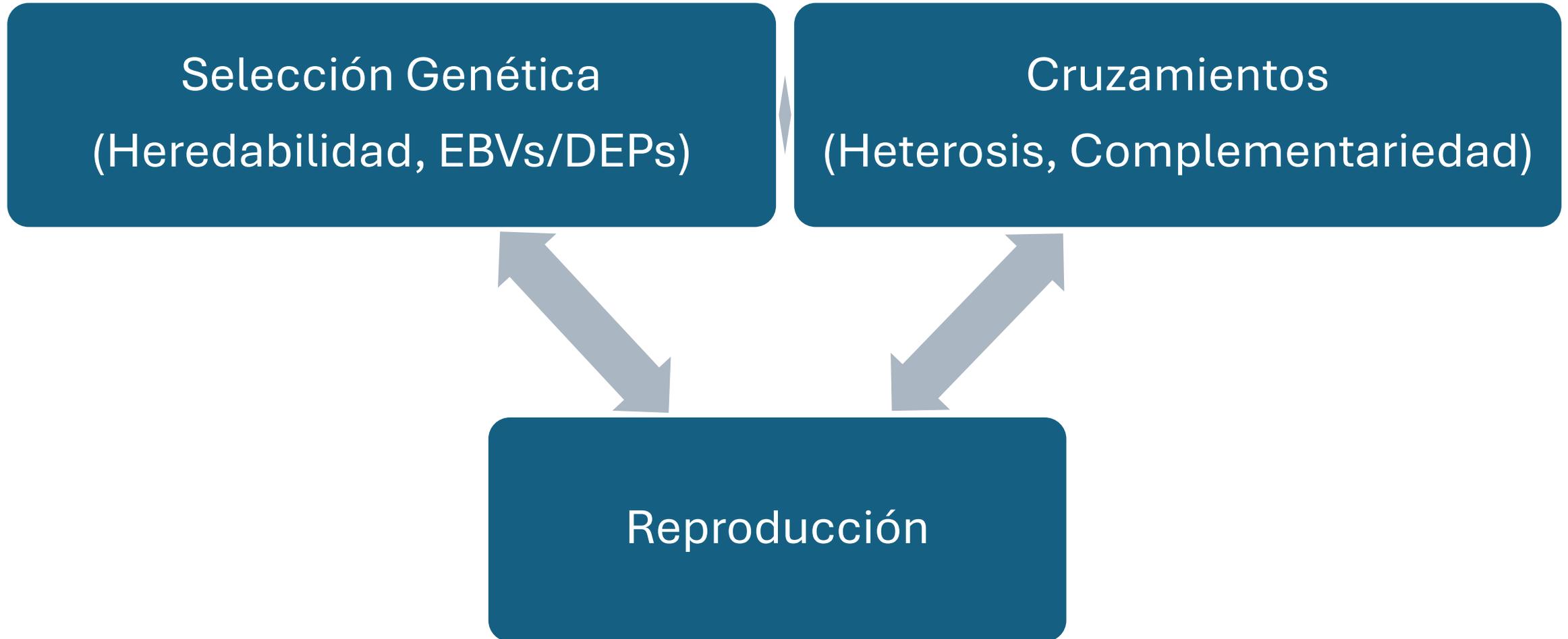
# Reproducción Bovina

## Otros indicadores

- Perfiles hormonales
- Ultrasonografía
- Diagnósticos por palpación (no para preñes)
- Actividad lútea
  
- Machos:
  - Calidad seminal
  - Circunferencia escrotal
  - No retorno a celo (de las hembras)

# Genética

# Impacto de la genética sobre la reproducción



Genética

Selección genética

Heredabilidad

- Heredabilidad

- Es la proporción de la variación en el carácter de interés que se puede atribuir a la variación genética que se transmite de una generación a otra.

$$h^2 = \frac{\text{Variación genética}}{\text{Variación genética} + \text{Variación ambiental}}$$

*Variación del carácter de interés*

- Rango de 0 a 1

# Genética

# Selección genética

# Heredabilidad

- Baja  $h^2$  para la mayoría de los indicadores reproductivos
- Baja respuesta a selección para esos indicadores reproductivos

$$\text{Response } R_t = h^2 S = \frac{i r \sigma_A}{L}$$

$h^2$  = Narrow sense heritability

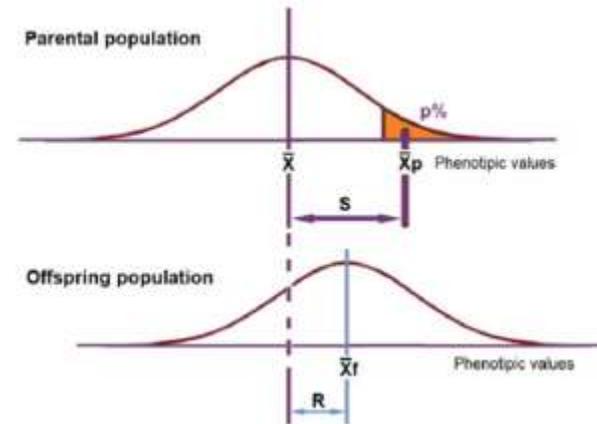
$S$  = Selection differential between selected parents and parent population

$i$  = Selection intensity

$r$  = Selection accuracy

$\sigma_A$  = Genetic variace

$L$  = Generation interval



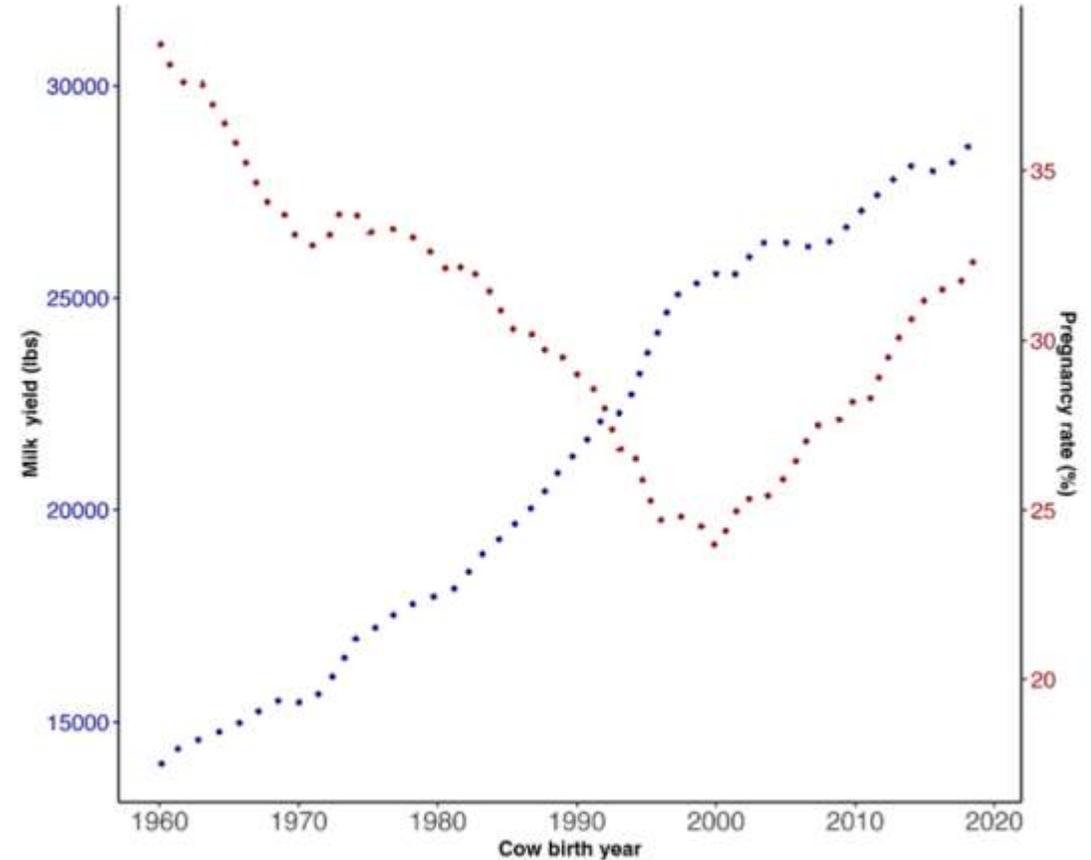
- La selección tendrá respuesta limitada a corto plazo (excepciones)
- La selección será importante al mediano-largo plazo.

Genética

Selección genética

Heredabilidad

- Selección por producción afecta la reproducción
- Selección por producción y reproducción es posible
- Más lenta la respuesta a la selección por reproducción

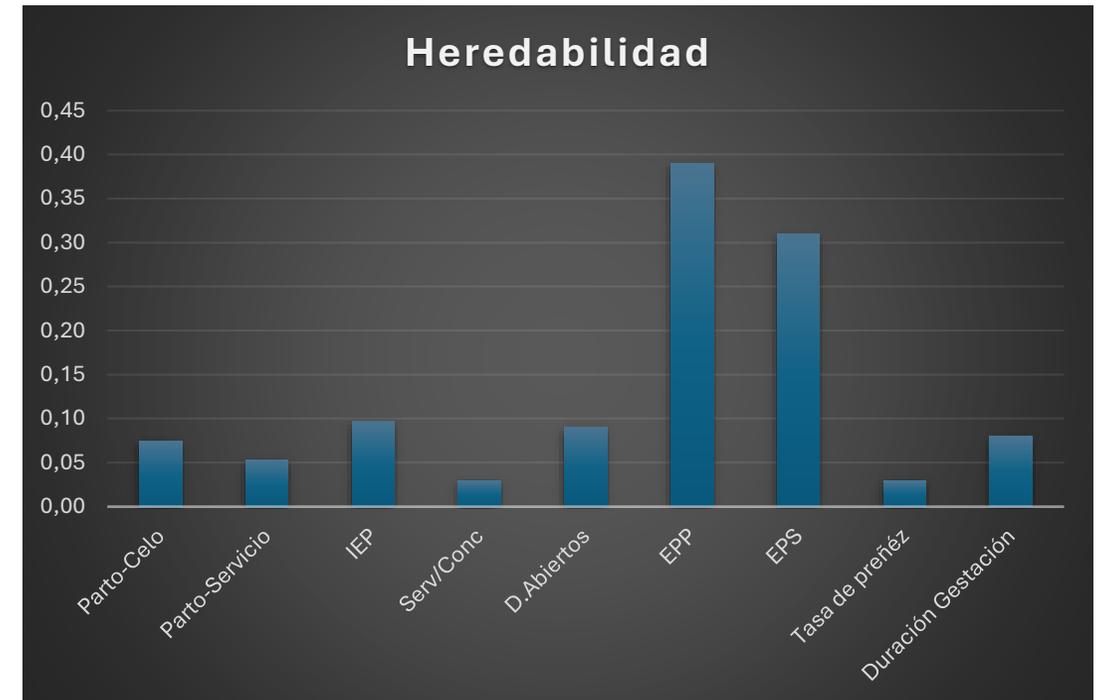


# Genética

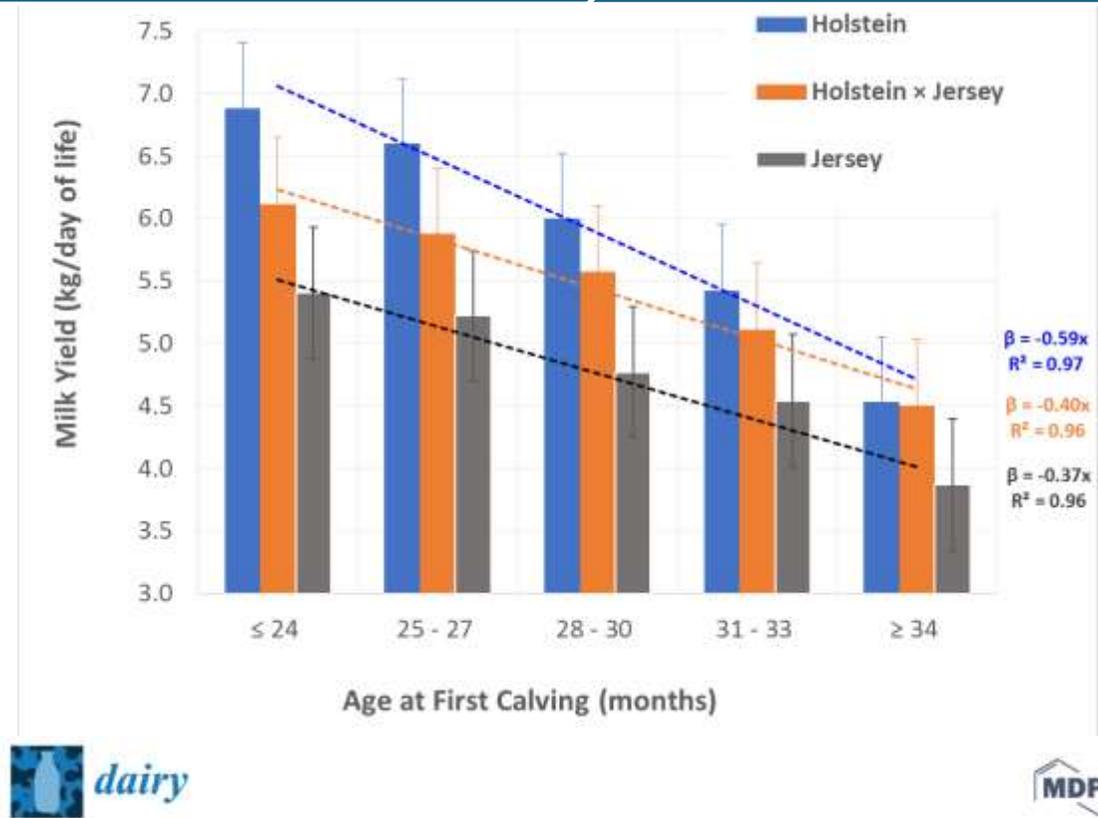
# Selección genética

# Heredabilidad

País	México	Mexico	Mexico	Cuba	Colombia
Altitud	500 msnm	95 msnm	95 msnm	---	---
Raza	Holstein (171)	Indubrasil (264)	Pardo Suizo (151)	Charolais (4,593)	Holstein (6205)
Parto-Celo	0,13 ± 0,08	---	0,02 ± 0,06	---	---
Parto-Servicio	0,06 ± 0,06	---	0,00 ± 0,05	---	0,10
IEP	0,13 ± 0,11	0,13 ± 0,056	0,03 ± 0,07	---	---
Serv/Conc	0,03 ± 0,04	0,03 ± 0,027	---	---	---
D.Abiertos	0,01 ± 0,07	0,03 ± 0,028	0,00 ± 0,03	0,06 ± 0,04	0,09
EPP	---	0,39 ± 0,196	---	---	---
EPS	---	0,31 ± 0,152	---	---	---
Tasa de preñez	---	---	0,03 ± 0,03	---	---
Duración Gestación	---	0,08 ± 0,033	---	---	---
Autores	Ríos-Utrera et al. 2010	Ríos-Utrera et al. 2013	Ríos Utrera et al. 2010	Espinoza et al. 2015	Bernal Rubio, 2006



- Estudio sobre EPP en Costa Rica (2023)
  - 77311 vacas
  - 654 hatos lecheros
  - Años 1990 a 2016
  - Razas
    - Holstein
    - Jersey
    - Holstein x Jersey



Article

## Optimal Age at First Calving in Pasture-Based Dairy Systems

Bernardo Vargas-Leitón <sup>1,\*</sup>, Juan José Romero-Zúñiga <sup>1</sup>, Gloriana Castillo-Badilla <sup>1</sup> and Alejandro Saborio-Montero <sup>2</sup>

Genética

Cruzamiento

Heterosis

- Heterosis o vigor híbrido
- Mejora de indicadores en relación con media de sus progenitores
- Heterosis alta para características con baja heredabilidad
- Frecuentemente alta para indicadores reproductivos y de salud

# Genética

# Cruzamiento

# Heterosis

$$\%H = \frac{(PF_1 - P_p)}{P_p} \times 100$$

Días Abiertos



100 días

Jersey



102 días

F1 (Chumeca)



120 días

Holstein

Promedio de razas puras: 110 días

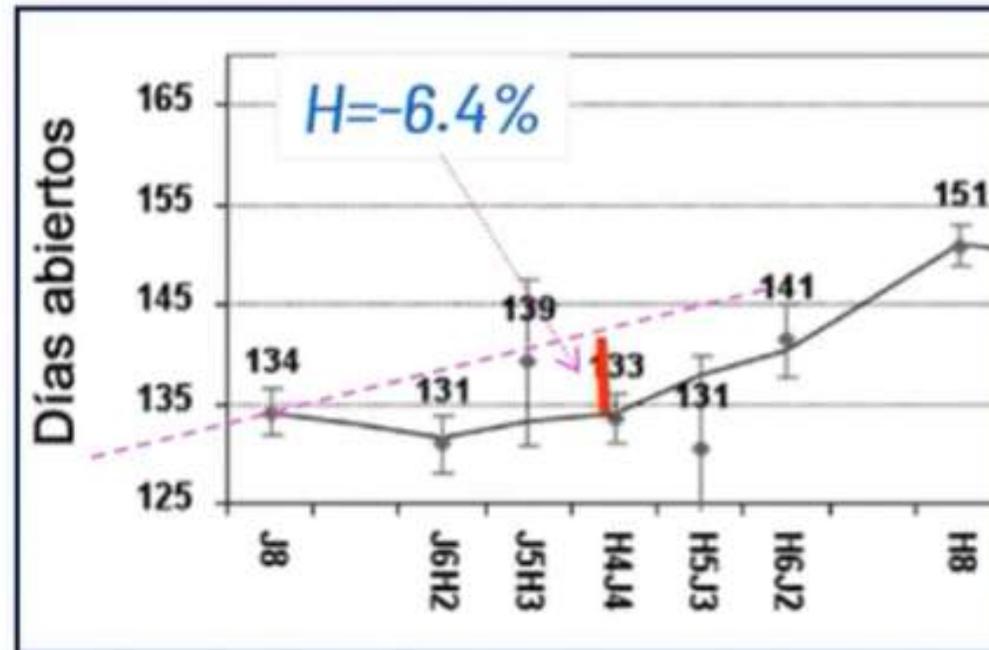
$$((102-110)/110) \times 100 = -7,3\% \text{ de Heterosis}$$

# Genética

# Cruzamiento

# Heterosis

- En Costa Rica



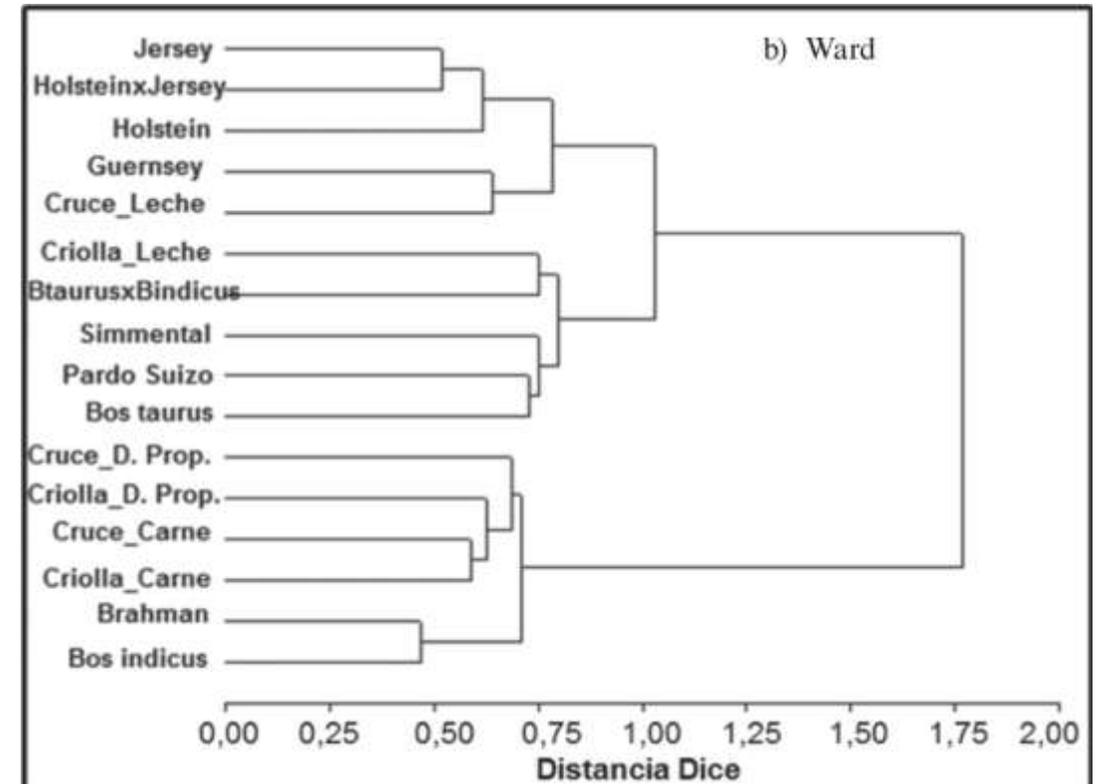
# Genética

# Cruzamiento

# Heterosis

- Heterosis varía según indicadores reproductivos
- Mayores distancias genéticas entre razas -> mayor Heterosis
- Tipos de cruces

Tipo de Cruce	Heterosis (%)
F1 (A x B)	100
F2 (A x B) x (A x B)	50
A x (A x B) o B x (A x B)	50
A x (B x (A x B))	75
B x (A x (B x (A x B)))	62,5



Martínez et al. 2015

# Genética

# Cruzamiento

# Complementariedad

- Complementariedad

- Búsqueda de características favorables “propias” de razas distintas

- Ej:

- Buenos indicadores reproductivos
- Alta productividad
- Calidad de leche
- Mayor tamaño (para descarte)
- Mayor rusticidad
- Mayor resistencia a garrapatas
- Mejor adaptación a condiciones climáticas desfavorables



Clima

# Clima

- Condiciones tropicales implican un clima característico.
- Alta humedad
- Altas temperaturas
- Alto índice de temperatura y humedad (estrés calórico).

# Clima

- Asociación entre estrés calórico y reducción de consumo
- Asociación entre condición corporal y reproducción
- Asociación entre estrés calórico y mala reproducción

# Clima

# ITH

		Humedad relativa																							
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
Temperatura	22	64	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	71	71	71	72			
	23	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73	73		
	24	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	74	75	75		
	25	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	76	77		
	26	67	68	69	69	70	70	71	71	<b>Estrés moderado</b>							75	76	77	77	78	78	79	79	79
	27	68	69	69	70	71	71	72	73	<b>Estrés moderado</b>							77	77	78	79	79	80	81	81	81
	28	69	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84	
	29	70	71	71	72	73	73	74	75	76	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	
	30	71	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	86	87	
	31	71	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	85	86	87	87	88	88	
	32	72	73	74	75	76	77	77	78	79	80	<b>Estrés elevado</b>						85	86	87	88	89	90	90	90
	33	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	<b>Estrés elevado</b>						87	88	89	90	90	91	91	91
	34	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	<b>Estrés severo</b>					95	
	35	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	<b>Estrés severo</b>						97		
	36	75	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	<b>Estrés severo</b>						97		
	37	76	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97	97	99	99	
	38	77	78	79	81	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	99	100	100	
	39	78	79	80	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	94	95	96	97	99	100	101	101	102	102	
	40	79	80	81	82	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101	101	103	104	104	
	41	80	81	82	83	85	86	87	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103	103	104	106	106	
	42	80	82	83	84	86	87	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	104	105	106	106	108	108	
	43	81	83	84	85	87	88	90	91	92	94	95	97	98	100	101	102	104	105	107	108	108	109	109	
	44	82	83	85	86	88	89	91	92	94	95	97	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111	111	111	
	45	83	84	86	87	89	90	92	93	95	96	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111	113	113	113	
46	84	85	87	88	90	91	93	94	96	98	99	101	102	104	<b>Muerte de vacas</b>						115				
47	84	86	88	89	91	92	94	96	97	99	100	102	104	105	<b>Muerte de vacas</b>						117				
48	85	87	89	90	92	93	95	97	98	100	102	103	105	107	108	110	112	113	115	117	118	118			
49	86	88	89	91	93	95	96	98	100	101	103	105	107	108	110	112	113	115	117	118	119	120	120		



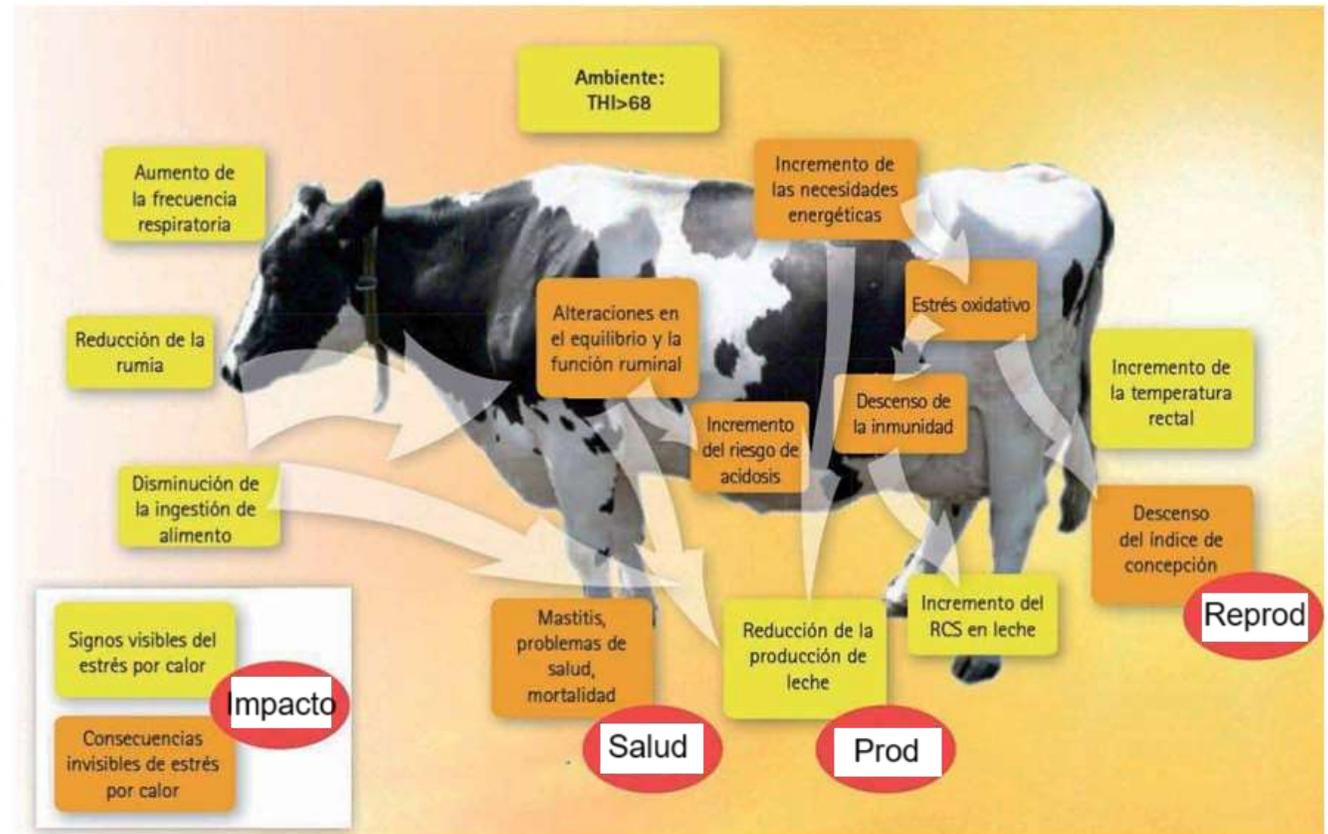
$ITH = 1.8 ta + 32 \cdot (0.55 - 0.55 \cdot HR/100) \cdot (1.8 ta - 26)$  donde  $ta$  es la temperatura del aire, en  $^{\circ}C$ , y  $HR$  es la humedad relativa (Armstrong, 1994)

# Clima

# ITH

Tª	Humedad Relativa (%)																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
22.0	64	65	65	66	66	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73
23.0	65	65	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72	72	73	73	74	74
23.5	65	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72	72	73	73	74	74	74
24.0	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76
24.5	67	67	68	68	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77
25.0	67	68	68	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78
25.5	67	68	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79
26.0	67	68	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79
26.5	68	68	69	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79	80
27.0	68	69	70	70	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79	80	81
28.0	69	69	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82
28.5	69	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82	83
29.0	70	70	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82	83
29.5	70	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	78	79	80	81	82	83	84
30.0	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85
30.5	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
31.0	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86
31.5	72	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
32.0	72	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
33.0	73	74	75	75	76	76	77	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
33.5	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
34.0	74	75	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
34.5	74	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
35.0	75	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
35.5	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
36.0	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36.5	76	77	78	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
37.0	76	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
38.0	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
38.5	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
39.0	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
39.5	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
40.0	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
40.5	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
41.0	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
41.5	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
42.0	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101
43.0	81	82	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
43.5	81	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
44.0	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
44.5	82	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
45.0	83	84	86	87	89	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
45.5	83	85	86	88	89	92	92	94	96	97	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
46.0	84	85	87	88	90	92	93	95	96	98	99	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
46.5	84	86	87	89	90	93	94	95	97	98	100	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
47.0	85	86	88	89	91	93	94	96	98	99	101	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
48.0	85	87	88	90	92	94	95	97	98	100	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
48.5	85	87	89	90	92	94	96	97	98	100	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
49.0	86	88	89	91	93	95	96	98	99	101	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113

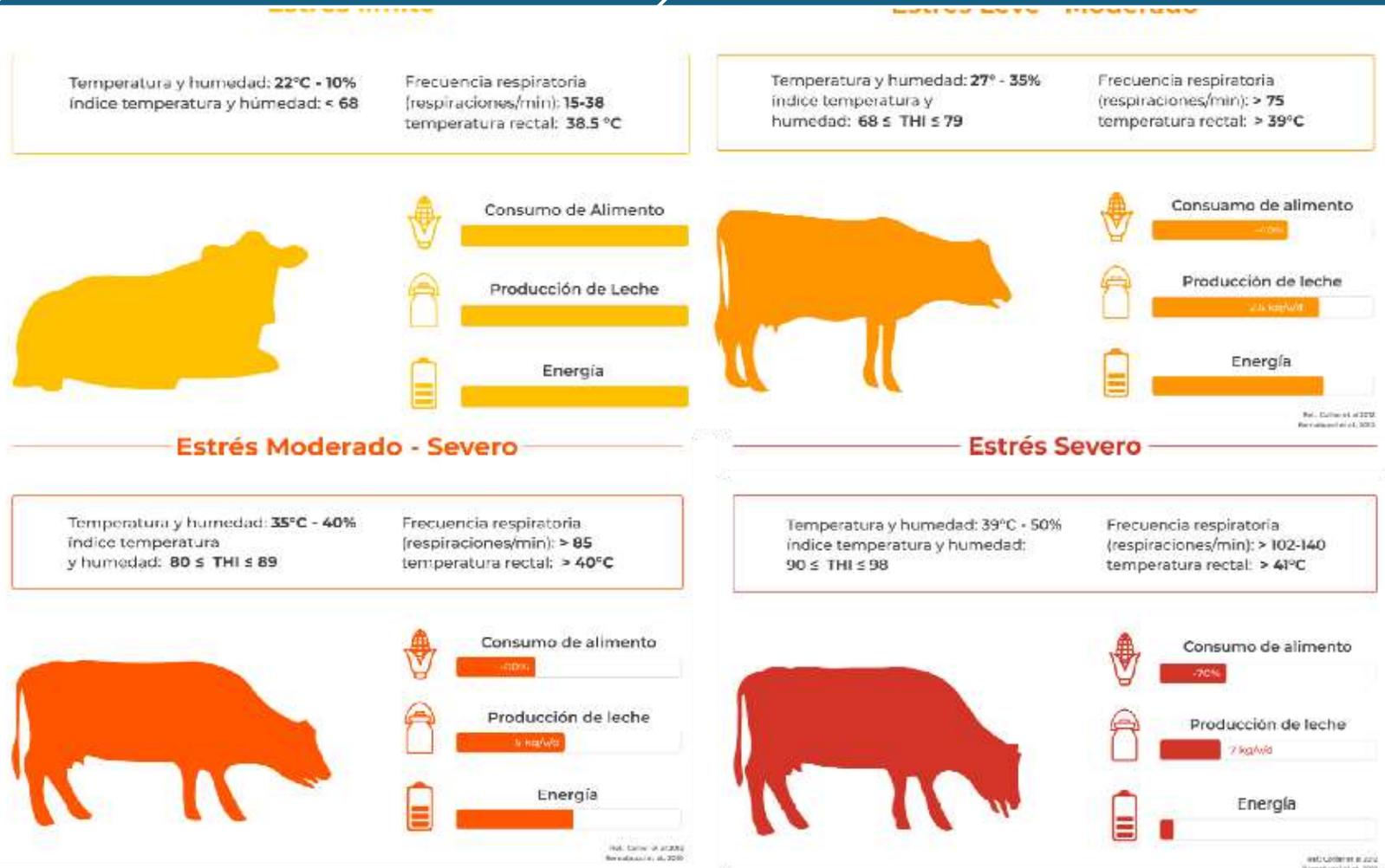
## REPRESENTACION ESQUEMATICA DE ALGUNOS FACTORES INVOLUCRADOS EN EL ESTRÉS TÉRMICO (SOLER, 2009)



# Clima

# ITH

# Consumo



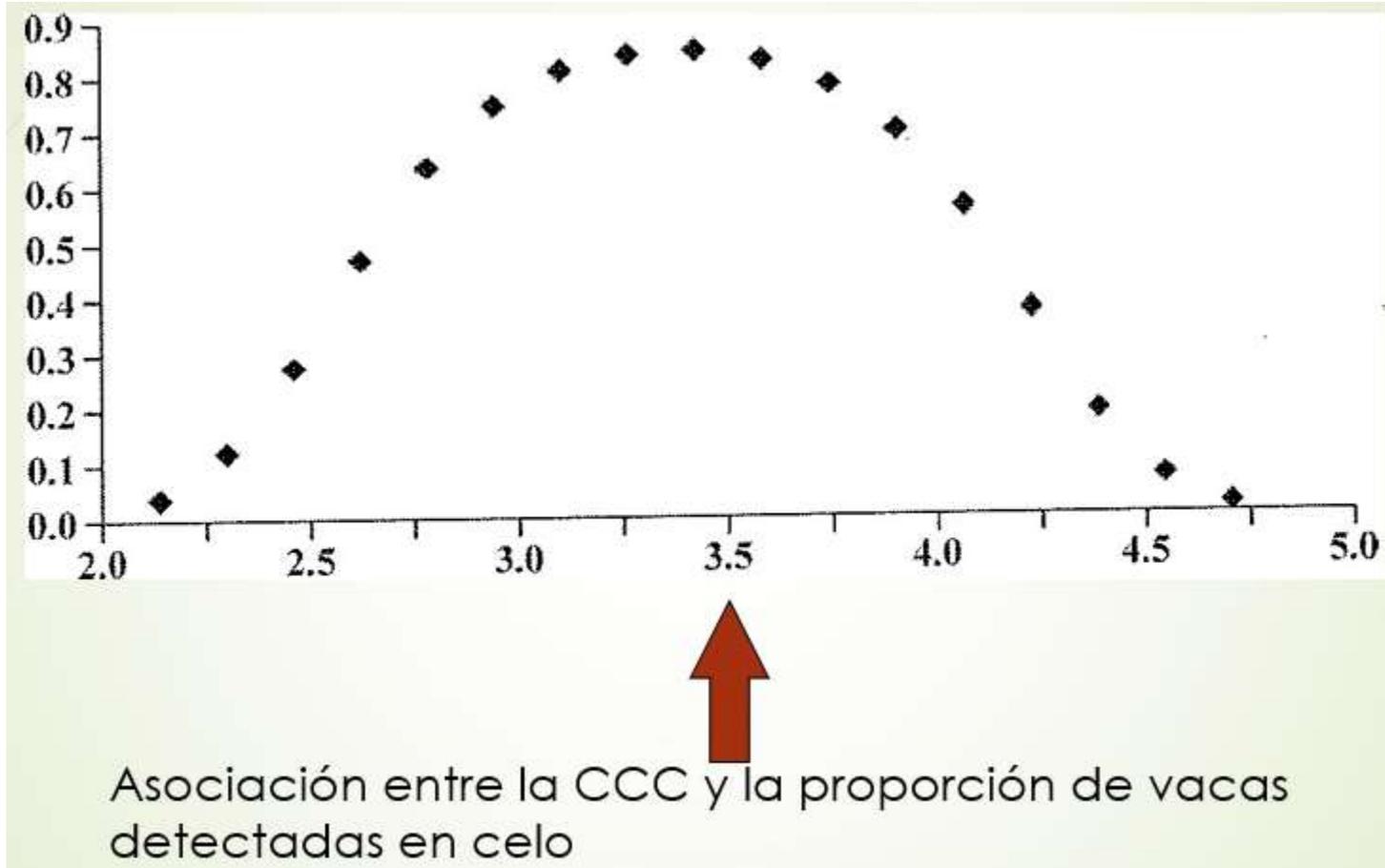
Clima

ITH

Consumo

CCC

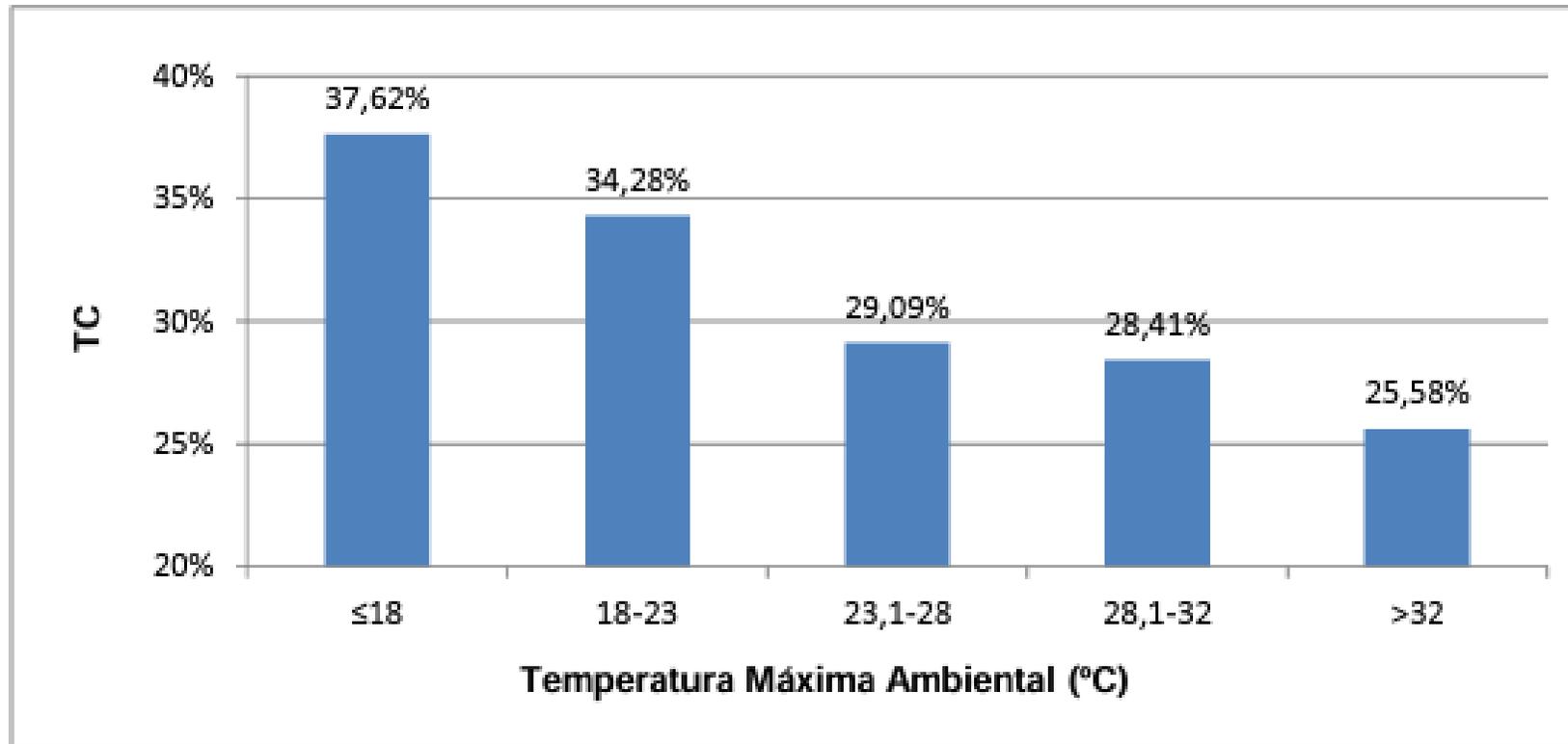
Reproducción



Clima

Temperatura

Reproducción

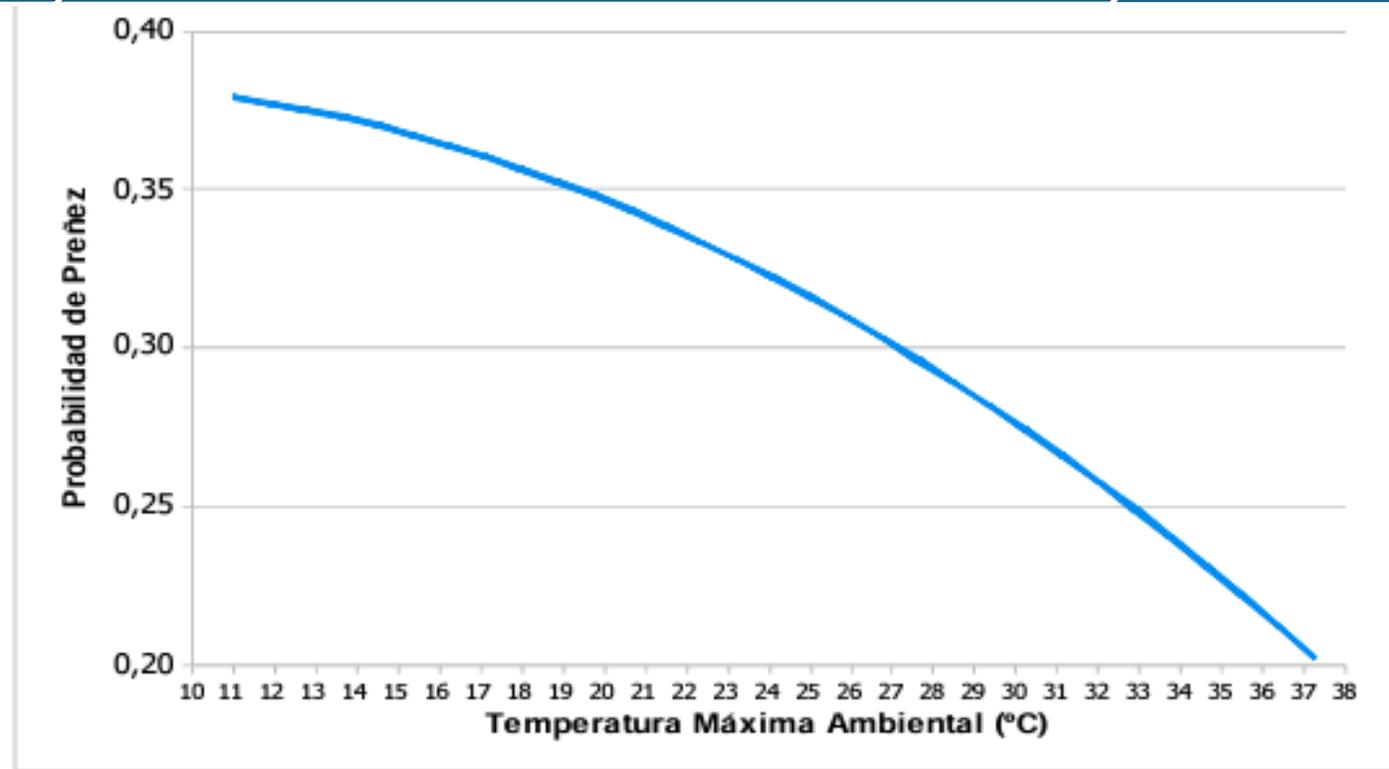


Tasas de concepción (TC) para 5 rangos de temperatura máxima ambiental en el día de la IA en vacas (n = 2048 IA)

Clima

Temperatura

Reproducción

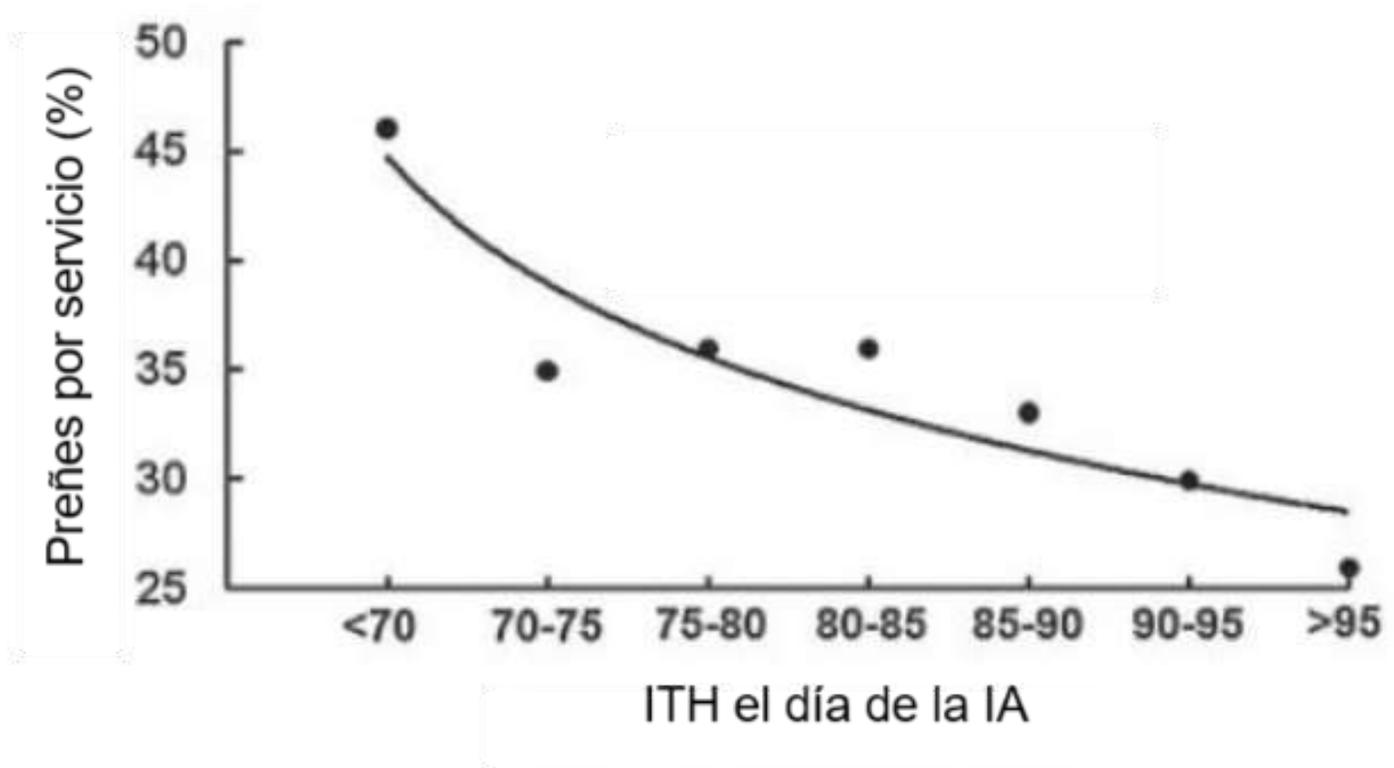


Efecto de la temperatura máxima ambiental del día de la IA en la probabilidad de preñez de las vacas (n = 2048 IA)

Clima

ITH

Reproducción



Preñes por servicio según grupo de ITH para 18037 servicios



¡Muchas Gracias!