

# Cómo obtener animales con carne de calidad a partir de vacas lecheras

## M.Sc. Carlos Campos Granados

Titulación académica:

- Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.
- Maestría en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal con énfasis en Ciencia de la Carne. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pasantía en el Gordon W. Davis Meat Lab de la Universidad de Texas Tech.

En su experiencia laboral se destaca por:

- Profesor de la Escuela de Zootecnia y del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica.
- Investigador del Centro de Investigación en Nutrición Animal y de la Finca de Producción Animal de la Universidad de Costa Rica.

Además:

- Es miembro activo del Programa de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria - PITTA Ganadería.



# ¿Cómo obtener animales con carne de calidad a partir de vacas lecheras?

M.Sc. Carlos M. Campos Granados  
Escuela de Zootecnia/Centro de Investigación en Nutrición Animal  
Universidad de Costa Rica



CÁMARA  
NACIONAL DE  
PRODUCTORES  
DE LECHE

**29<sup>o</sup>** Congreso Nacional  
**LECHERO**  
16 - 17 Octubre 2024 - Hotel Wyndham Herradura

# ¿Qué es calidad de carne?



Es la capacidad de un producto o servicio para satisfacer las expectativas de los **consumidores**

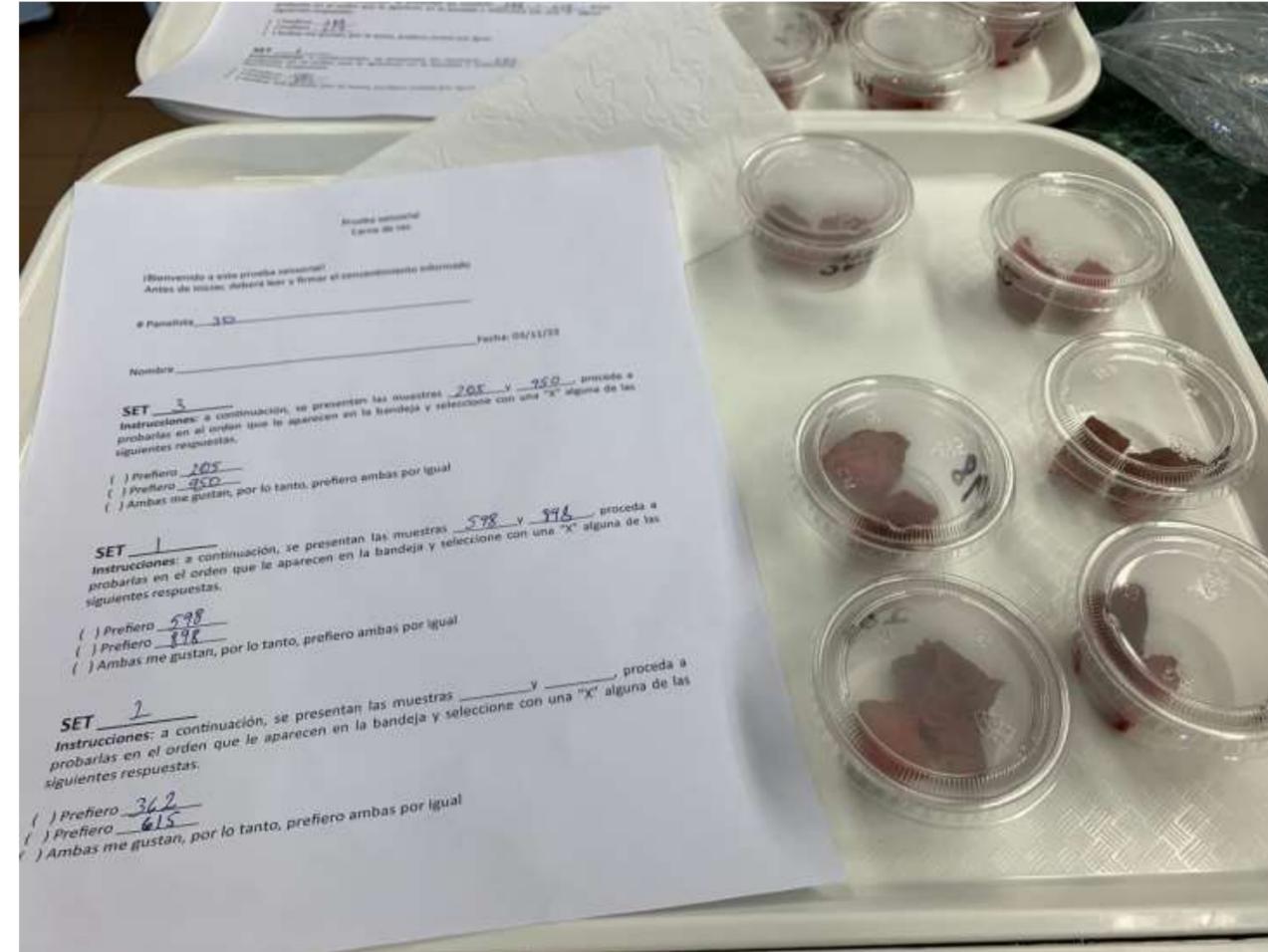


- Sanitaria (inocuidad)
- **Sensorial (organoléptica)**
- Nutricional (salud)
- **Industrial (rendimiento)**
- Social-ambiental (sellos)



- Percepción de los sentidos en el momento de la compra o del consumo
- Enormemente variables
- Fácilmente modificables
- Objetivas y medibles
- Propias de la naturaleza de la carne
- Determinantes en el proceso productivo-tecnológico
- **Color, suavidad, aroma, sabor, jugosidad**

# ¿Cómo evaluar la calidad sensorial de la carne?

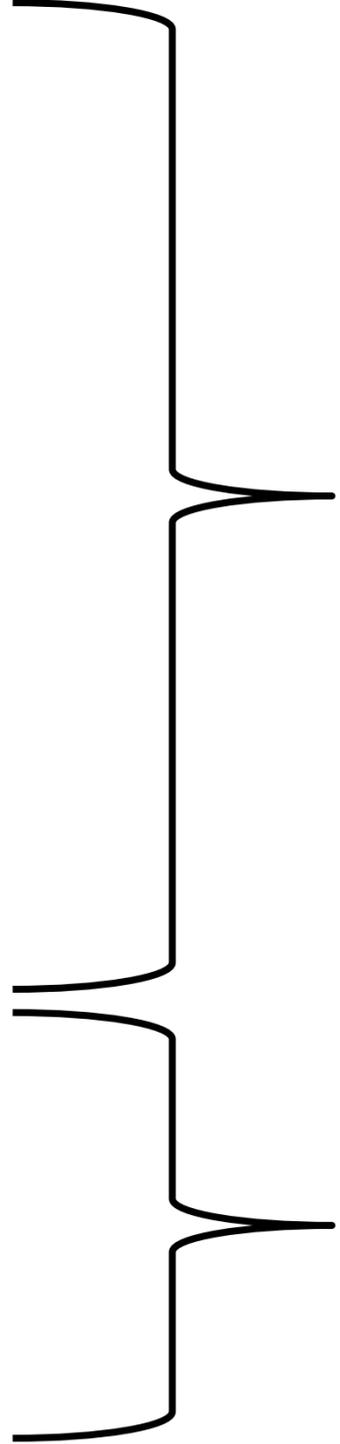


- **Color:** espectrofotómetro, sistema CIELAB: brillo o luminosidad ( $L^*$ ); índice rojo/verde ( $a^*$ ); índice amarillo/azul ( $b^*$ )
- **Suavidad:** prueba de fuerza de corte de Warner-Bratzler, muy suave:  $<3,2$  kg, suave:  $3,2-3,9$  kg, intermedio:  $3,9-4,6$  kg, dura:  $>4,6$  kg
- **Aroma, sabor y jugosidad:** panel sensorial, entrenado y no entrenado, agrado, preferencia, detección de diferencias, componentes sensoriales

# ¿Quién y cómo impacta la calidad sensorial de la carne?



- Productor/criador
  - **Genética/raza**
  - Sexo
- Engordador/finalizador
  - **Edad de cosecha**
  - Prácticas de alimentación
  - Uso de moduladores del metabolismo
  - Transporte\*
- Planta de cosecha/matadero
  - Estrés antemortem
  - Faenado
- Procesamiento y consumidores
  - **Valor agregado: maduración, tenderización**
  - Tipo de cocción



**Antemortem**

**Postmortem**

# Genética



- ***Bos taurus vs Bos indicus***
  - ✓ Taurus: mayor crecimiento y marmoleo, mejor evaluación sensorial, menor rusticidad y adaptabilidad (Highfill et al., 2012)
  - ✓ Indicus: menor crecimiento y marmoleo, peor evaluación sensorial (color, suavidad), menor relación calpaína:calpastatina, mayor rusticidad y adaptabilidad (Gursansky et al., 2010; Giusti et al., 2013; Rubio et al., 2013)
- **Selección de la raza**
  - ✓ Angus y Wagyu se asocian con mayor deposición de GIM
  - ✓ Gen de la miostatina: Belga Azul, Charolais, Limousine

# Edad de cosecha



- En bovinos edad de cosecha ideal es menor a 24 meses
- A mayor edad de cosecha
  - ✓ Disminuye solubilidad del colágeno
  - ✓ Disminuye la suavidad de la carne
  - ✓ Deterioro del aroma y del sabor
  - ✓ Disminuye estabilidad oxidativa de la grasa
  - ✓ Grasa más amarilla
  - ✓ Carne más oscura

# Maduración



- Es un proceso de degradación que el músculo sufre después de la muerte del animal bajo temperaturas de refrigeración (-2 a 5°C)
- Participan 5 complejos enzimáticos (proteasas)
- Permite aumentar la ternura o suavidad de la carne
- También se utiliza para mejorar las características sensoriales de la carne (aroma y sabor)
- Dos tipos
  - ✓ Húmeda
  - ✓ Seca

# Estrategias basadas en genética



- Uso de animales de razas lecheras: Holstein, Simmental lechero, Montbeliarde, Pardo Suizo
- Cruces con razas cárnicas (**beef on dairy**): Angus, Charolais, Limmousine, Belga Azul, Blonde D´Aquitaine, Wagyu, Simmental
- Uso de razas y cruces con perfil de doble propósito: Girolando, Guzolando, Simmental x Guzerat, Holstein x Brahman/Nelore, Pardo Suizo x Brahman/Nelore, Girolando x Brahman/Nelore, Jersey/Gyr, Holstein/Gyr

# Animales de razas lecheras

- Principalmente Holstein, en USA representan el 20% del suministro anual de carne
- Evaluación realizada entre los años 2015 y 2018 de 935 animales Holstein y 966 animales de razas cárnicas en mataderos comerciales en Kansas, Texas y Nebraska

Variable evaluada	Razas cárnicas	Holstein
Peso de canal caliente, kg	397	393
Espesor de grasa dorsal, cm	1,31	0,92
Área de ojo de lomo, cm <sup>2</sup>	94,8	87,5
Marmoleo	447	482
Grado de rendimiento	3	3
Grado de calidad	Choice	Choice

Fuente: Foraker at al., 2022. DOI: 10.1093/tas/txac059

Relationship Between Marbling, Maturity, and Carcass Quality Grade\*

**Maturity\*\***

Degrees of Marbling	A***	B	C	D	E
VERY ABUNDANT					
ABUNDANT	<b>PRIME</b>				
MODERATELY ABUNDANT				<b>COMMERCIAL</b>	
SLIGHTLY ABUNDANT	Moderately Firm	Firm			Firm
MODERATE	<b>CHOICE</b>		Slightly Firm		
MODEST	Slightly Soft	Slightly Firm			
SMALL				<b>UTILITY</b>	
SLIGHT	<b>SELECT</b> Moderately Soft		Moderately Soft		Slightly Firm
TRACES	<b>STANDARD</b>				Soft and Slightly Watery
PRACTICALLY DEVOID	Soft		Soft Watery	<b>CUTTER</b>	

\* Assumes that firmness of lean is comparably developed with the degree of marbling and that the carcass is not a "dark cutter."

\*\* Maturity increases from left to right (A through E).

\*\*\* The A maturity portion of the Figure is the only portion applicable to bullock carcasses.

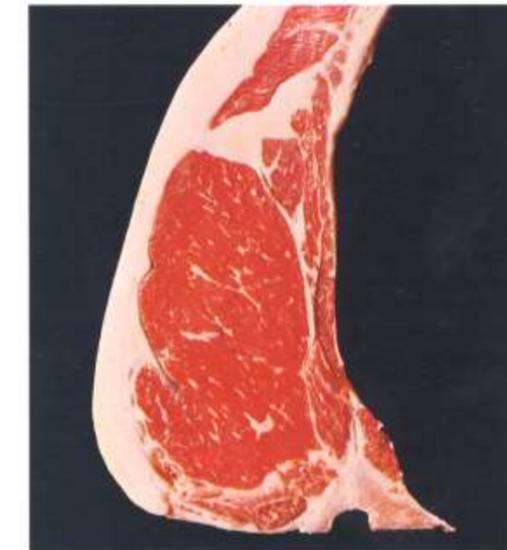
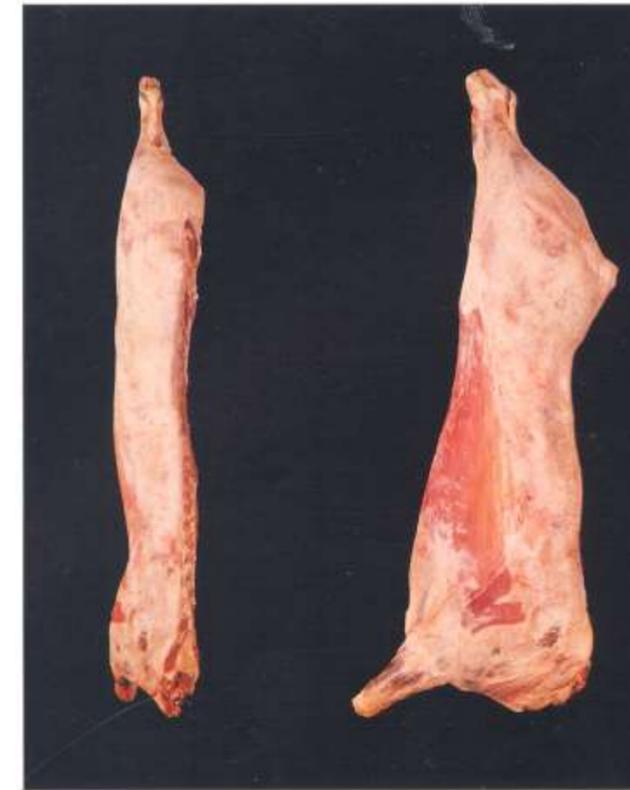


Figure 1

# Animales de razas lecheras

- Experiencias en México: 18 meses de edad, 489 kg de PV, entre años 2022 y 2023
- Feedlots con alta suplementación

Corte	Fuerza de corte de Warner-Bratzler (kg)	Color (L*) (ideal 50)
Flat iron/lomo de paleta (infraespinoso)	3,14 (muy suave)	37,92
Diezmillo/posta de paleta (serratus ventralis)	3,84 (suave)	38,83
Ribeye/lomo delmónico (longissimus dorsi)	4,38 (moderadamente duro)	46,43
Cuete/mano de piedra (semitendinoso, semimembranoso)	4,75 (duro)	39,13

**Fuente:** Díaz, 2024. Tesis de licenciatura. FMVZ-UNAM. Efecto de distintos tiempos de maduración húmeda sobre ph, color y fuerza de corte en carne de bovinos Holstein. México.



# Animales de razas lecheras

- Experiencias en Finlandia
- Datos de 91.899 cosechados en los 4 principales mataderos entre 2009 y 2011
- Evaluación de canales según sistema SEUROP

---

Variable evaluada	Valor obtenido
Edad a cosecha, meses	20
Peso de canal caliente, kg	335
Calificación de conformación muscular	4,2 (0-)
Calificación de grasa	2,4

---

Fuente: Huuskonen y Pesonen, 2013. DOI: 10.23986/afsci.7781

Fat class increasing fatness →

Fat is determined by visual assessment of external fat cover. There are five main classes. Class 4 and 5 are subdivided into L (leaner) and H (fatter).

		1	2	3	4L	4H	5L	5H
Conformation class	E							
	U+							
	-U							
	R							
	O+							
	-O							
	P+							
-P								

Improving conformation ↑  
 Conformation is determined by a visual appraisal of shape, taking into account top, loin and shoulder. No adjustment is made for influence of fat on overall shape.



O – Assez bonne  
 Bastante bueno

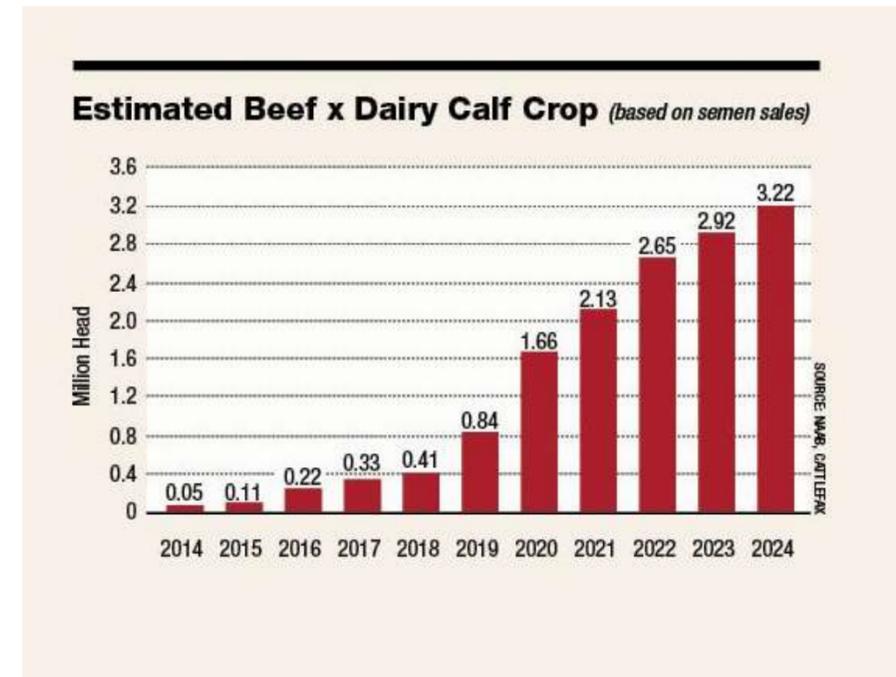
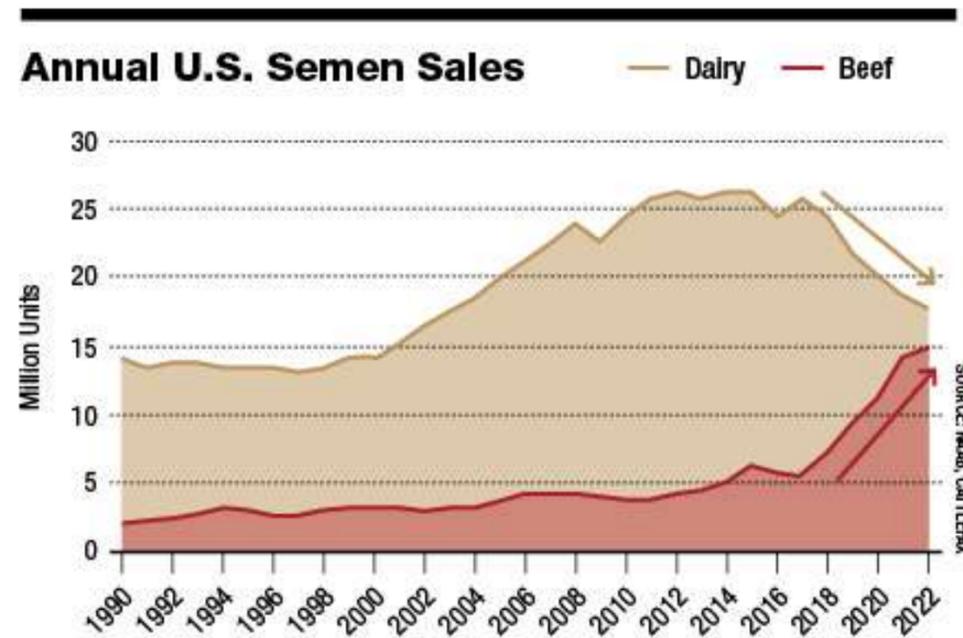


2 – Faible  
 Débil



# Cruces con razas cárnicas (beef on dairy)

- Programas de selección genética permiten el uso de vientres para producir carne
- Uso de semen sexado ha acelerado este proceso
- Uso de semen de carne en lecherías se ha triplicado
- En USA, machos de razas lecheras se venden por aproximadamente \$50, cuando son producto del cruce con razas cárnicas su valor se incrementa hasta los \$250



Fuente: Cattlefax, 2023. Beef-on-Dairy: A Revolution in American Beef Production?. Dairy Herd Management.

# Cruces con razas cárnicas (beef on dairy)

- Datos de 3087 animales entre los años 2015 y 2018 en feedlots y mataderos comerciales en el estado de Kansas, Estados Unidos

Variable evaluada	Razas cárnicas	Holstein X carne
Peso previo a la matanza, kg	603	617
Ganancia diaria de peso, kg/d	1,53	1,51
Rendimiento a canal, %	64,2	63,2
Peso canal caliente, kg	397	394
Espesor de grasa dorsal, cm	1,31	1,11
Área de ojo de lomo, cm <sup>2</sup>	94,8	92,2
Grado de rendimiento	3	3
Marmoleo	447	481
Grado de calidad	Choice	Choice

Fuente: Foraker et al., 2022. DOI: 10.1093/tas/txac059

- GDP de peso intermedias para los novillos cruzados
- Canales de novillos cruzados fueron más magras (grado de rendimiento 2) con respecto a la de razas cárnicas
- Menor deposición de GIM en carne de novillos cruzados respecto a carne de animales de razas cárnicas, sin embargo esto no afectó el grado de calidad
- Mayor AOL de animales cruzados con respecto a animales Holstein
- Terneros cruzados muestran una mayor eficiencia alimenticia, lo que reduce la huella ambiental de su producción
- Una mayor eficiencia alimenticia reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

# Cruces con razas cárnicas

- Experiencias en Finlandia
- Datos de 91.899 cosechados en los 4 principales mataderos entre 2009 y 2011
- Evaluación de canales según sistema SEUROP

Variable evaluada	Hol X Ang	Hol X Ch	Hol X Li	Hol x Sim
Edad a cosecha, meses	20	19	19	19
Peso de canal caliente, kg	357	387	372	383
Calificación de conformación muscular	5,8 (O+)	7,0 (R-)	7,1 (R-)	6,3 (O+)
Calificación de grasa	3,0	2,5	2,5	2,7

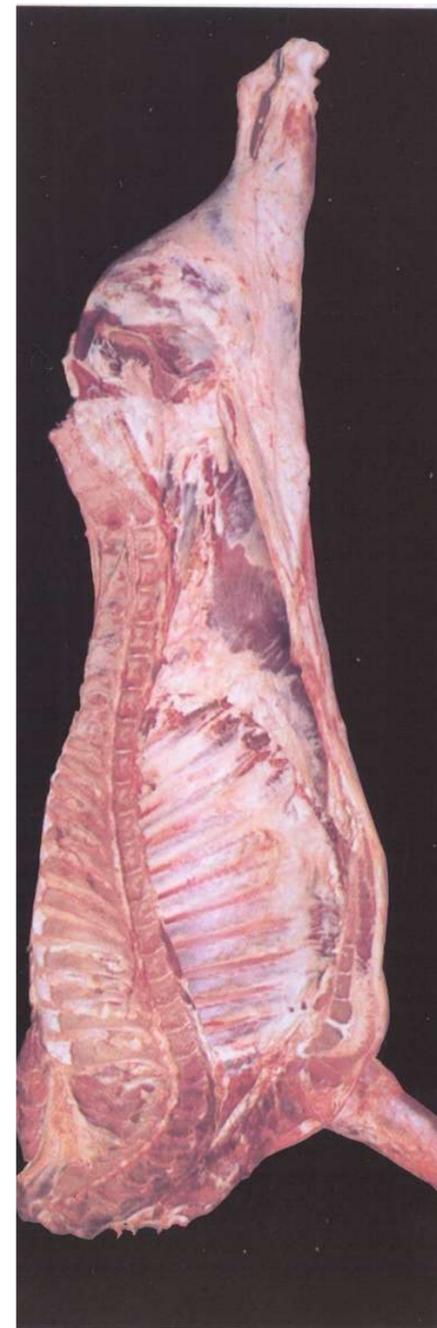
Fuente: Huuskonen y Pesonen, 2013. DOI: 10.23986/afsci.7781



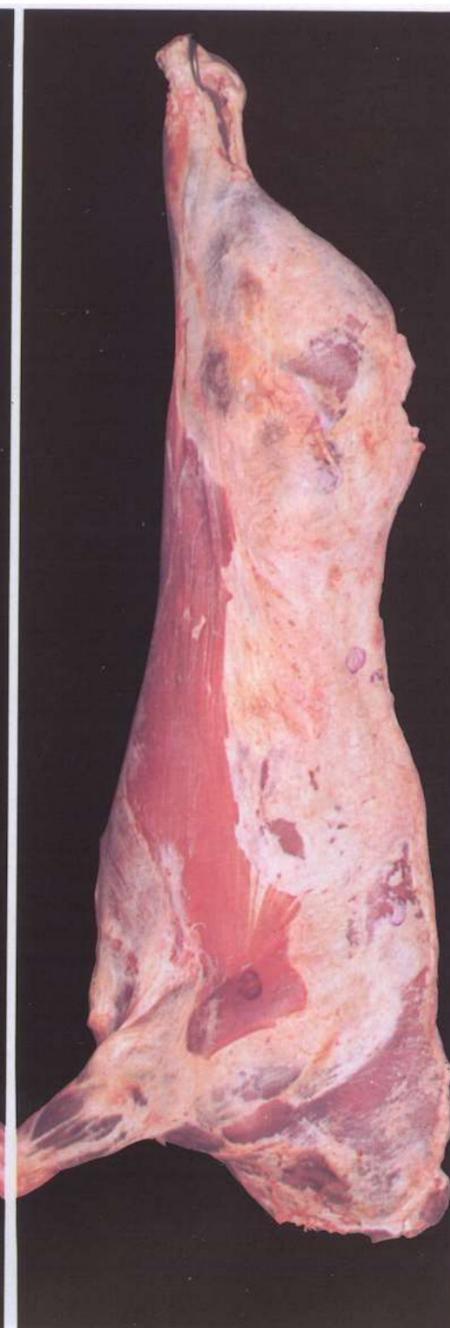
R - Bonne Bueno



Moyen

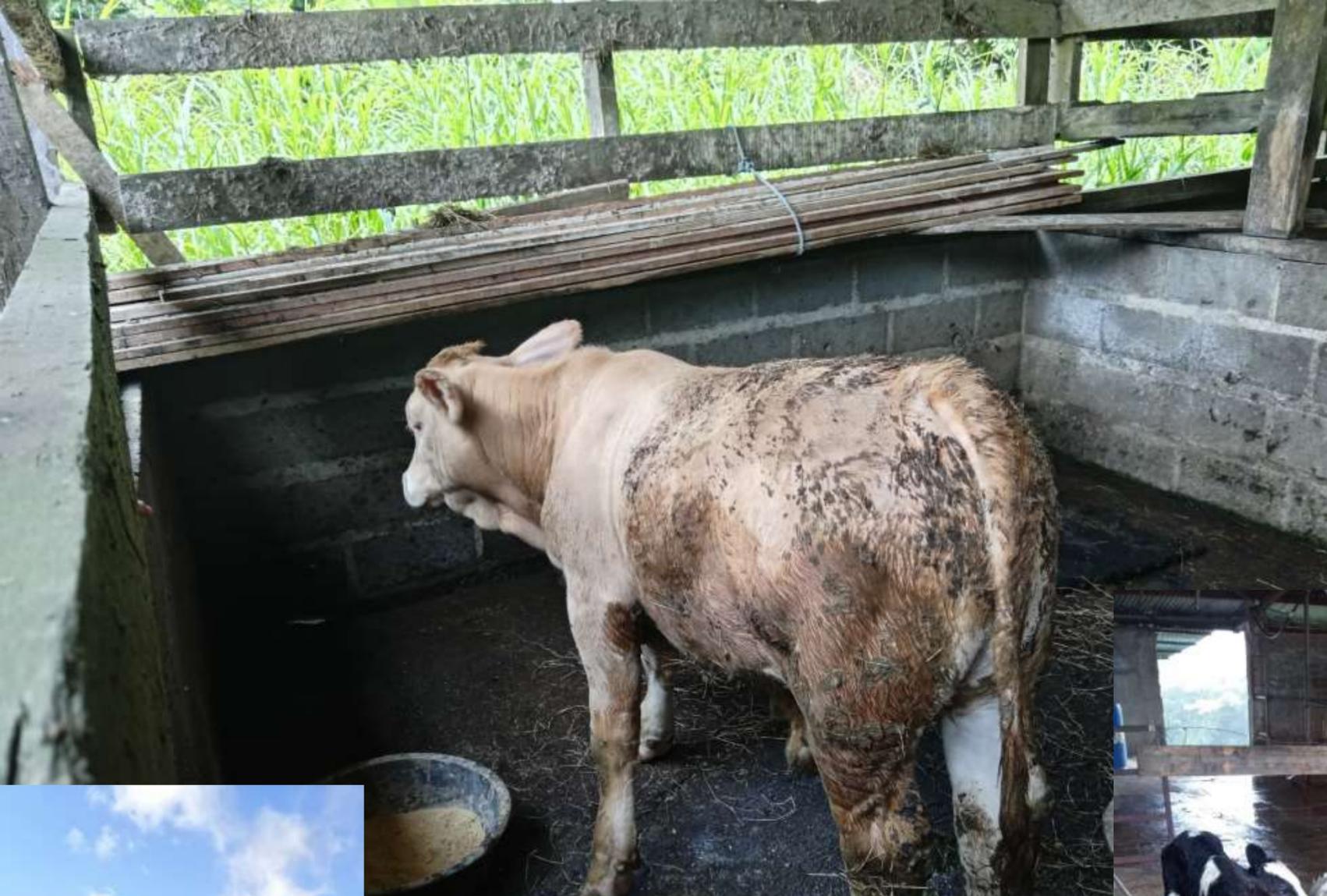


3 - Moyen Promedio



R - Bonne

- En Costa Rica se observan muchos cruces diferentes
- En zona alta se observan en su mayoría cruces de Holstein y Jersey con Angus y Charolais
- En zona baja se hace uso también de razas cebuínas como Brahman, Nelore, Guzerat
- Falta documentar aspectos de calidad de canales y de calidad sensorial de la carne



# Animales doble propósito

- Experiencias en Brasil
- Datos de 24 animales en el año 2015
- Comparación entre cruces con diferentes razas

Variable evaluada	½ Nel ½ Ang	¼ Nel ¼ Ang ½ Guz
Peso previo a la matanza, kg	549	597
GDP, kg/d	0,73	1,02
Peso canal caliente, kg	291	299
Rendimiento a canal, %	53,01	50,10
Espesor de grasa dorsal, cm	0,43	0,40

Fuente: Mesquita et al., 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2701

# Animales doble propósito

- Experiencias en la FPA-Zootecnia UCR
- Hato Girolando establecido desde 2011
- Datos reproductivos, de producción de leche, de producción de carne

Variable evaluada	Vacas de desecho	Toretas
Peso previo a la matanza, kg	477,93	526,03
GDP, kg/d	-	1,04
Peso canal caliente, kg	251,73	305,17
Rendimiento a canal, %	52,59	56,59

**Fuente:** Molina-Coto y Campos-Granados, 2024. Proyecto: 739-C1103: Caracterización productiva y reproductiva del hato Girolando en la finca de producción animal

# Animales doble propósito

- 10 toretes Girolando en la FPA Zootecnia UCR

Variable evaluada	Valor obtenido
Conformación muscular	3
Grado de engrasamiento	1
Color de grasa	1
AOL, cm <sup>2</sup>	67,55
Espesor de grasa dorsal, cm	0,24
Marmoleo	Trazas (Select o menos)
Pérdida por goteo, %	0,44
Color (L*)	33,15
Fuerza de corte WB (kg)	5,82 (duro)

**Fuente:** Campos-Granados y Molina-Coto, 2024. Proyecto 739-C3-294: Caracterización de las canales y carne de animales Girolando de la Finca de Producción Animal en Guápiles y evaluación del efecto de diferentes tiempos de maduración húmeda sobre las características de calidad de la carne

# Animales doble propósito

- Canales típicas de animales con perfil lechero: animal “descarnado” (rendimiento)
- Bajo grado de engrasamiento: genética y dieta de los animales (suplementación energética)
- Color de grasa típico de animales jóvenes
- AOL baja (conformación, rendimiento)
- Espesor de grasa dorsal bajo (acortamiento por frío)
- Pérdida por goteo esperada (menor al 2%)
- Color indica carne oscura (ideal  $L^*$ : 50), rojo intenso ( $a^*$  mayor a 12) y sin problemas de oxidación ( $b^*$  menor a 10)

# Estrategias basadas en valor agregado



- Maduración tiene efecto significativo en mejora de la calidad sensorial de la carne
- Experiencias en México con maduración en húmedo en carne Holstein

Corte	Fuerza de corte de Warner-Bratzler (kg)				Color (L*) (ideal 50)			
	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21
Flat iron/lomo de paleta (infraespinoso)	3,14	2,63	2,45	2,27	37,92	38,03	38,42	38,69
Diezmillo/posta de paleta (serratus ventralis)	3,84	3,39	2,84	2,70	38,83	39,19	40,53	40,58
Ribeye/lomo delmónico (longissimus dorsi)	4,38	2,95	2,80	2,52	38,41	39,43	40,76	41,82
Cuete/mano de piedra (semitendinoso, semimembranoso)	4,76	4,22	3,85	3,63	43,14	42,83	42,44	43,83

**Fuente:** Díaz, 2024. Tesis de licenciatura. FMVZ-UNAM. Efecto de distintos tiempos de maduración húmeda sobre ph, color y fuerza de corte en carne de bovinos Holstein. México.

- Experiencias en Costa Rica con maduración en húmedo en carne de animales Girolando

Variable	Días de maduración			
	0	7	14	21
pH	6,19 ± 0,34 <sup>a</sup>	6,15 ± 0,32 <sup>a</sup>	6,24 ± 0,37 <sup>a</sup>	5,88 ± 0,27 <sup>b</sup>
Fuerza de corte (kg)	5,82 ± 1,73 <sup>a</sup>	5,07 ± 1,05 <sup>a</sup>	4,09 ± 0,79 <sup>b</sup>	3,61 ± 1,13 <sup>b</sup>
Pérdida por cocción (%)	18,62 ± 3,58 <sup>a</sup>	24,50 ± 3,09 <sup>b</sup>	20,62 ± 5,08 <sup>a</sup>	15,00 ± 5,12 <sup>c</sup>

**Fuente:** Campos-Granados y Molina-Coto, 2024. Proyecto 739-C3-294: Caracterización de las canales y carne de animales Girolando de la Finca de Producción Animal en Guápiles y evaluación del efecto de diferentes tiempos de maduración húmeda sobre las características de calidad de la carne

- Experiencias en Costa Rica con maduración en húmedo en carne de animales Girolando

Variable	Días de maduración			
	0	7	14	21
L*	33,27 ± 4,45 <sup>a</sup>	33,30 ± 3,99 <sup>a</sup>	33,57 ± 3,16 <sup>a</sup>	37,55 ± 3,24 <sup>b</sup>
a*	13,11 ± 2,53 <sup>a</sup>	12,64 ± 1,89 <sup>a</sup>	13,26 ± 0,98 <sup>a</sup>	14,22 ± 2,04 <sup>a</sup>
b*	9,40 ± 2,38 <sup>a</sup>	9,23 ± 1,64 <sup>a</sup>	9,56 ± 1,44 <sup>a</sup>	11,68 ± 2,54 <sup>b</sup>

**Fuente:** Campos-Granados y Molina-Coto, 2024. Proyecto 739-C3-294: Caracterización de las canales y carne de animales Girolando de la Finca de Producción Animal en Guápiles y evaluación del efecto de diferentes tiempos de maduración húmeda sobre las características de calidad de la carne

- Mejora en variables de evaluación de la calidad de la carne
- Valor de pH al día 21 cercano al ideal para carne bovina
- Pérdida por cocción esperada para carne (20-25%), mejora en carne madurada (15%)
- Fuerza de corte mejoró significativamente para la carne a los días 14 y 21 (carne suave), con respecto a los de 0 y 7 días (carne dura)
- Mejora en el brillo o luminosidad de la carne para el tratamiento de 21 días con respecto a los demás, carne más atractiva a la vista

# Conclusiones



- Producir carne en sistemas de lechería es posible
- Mercado de la leche tiene un “techo”
- Producir carne en leche permite generar ingresos extra al sistema de producción
- Estrategias basadas en genética ofrecen diversas alternativas
- Estrategias basadas en valor agregado potencian la calidad sensorial de la carne
- El mercado de la carne costarricense deberá ajustarse a esta realidad

# Muchas gracias

[carlosmario.campos@ucr.ac.cr](mailto:carlosmario.campos@ucr.ac.cr)



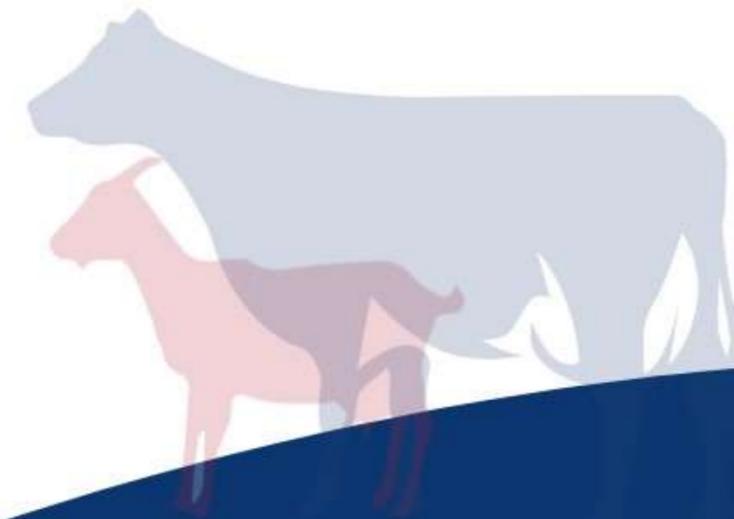
CÁMARA  
NACIONAL DE  
PRODUCTORES  
DE LECHE

**29<sup>o</sup>** Congreso Nacional  
**LECHERO**  
16 - 17 Octubre 2024 - Hotel Wyndham Herradura

**Su opinión  
es muy valiosa para nosotros**



**Llene una breve encuesta  
y quede participando en  
la rifa de un obsequio de  
nuestros patrocinadores**



**Escanee el código QR**

**29<sup>o</sup>**  **CÁMARA  
NACIONAL DE  
PRODUCTORES  
DE LECHE**  
**Congreso Nacional  
LECHERO**  
16 - 17 octubre 2024 - Hotel Wyndham Herradura