



ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO GENETICO PARA PRODUCCION DE LECHE

XXII CONGRESO NACIONAL LECHERO

18-19 OCTUBRE, SAN JOSE, COSTA RICA



Bernardo Vargas Leitón, Ph.D.

Profesor/ Investigador

Escuela de Medicina Veterinaria

Universidad Nacional- COSTA RICA

bernardo.vargas.leiton@una.cr

TEMAS

- FACTORES QUE DETERMINAN LA ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO GENETICO
- PRODUCCION DE LECHE EN COSTA RICA
- ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO (Ventajas y Desventajas)
 1. SELECCIÓN CON RAZAS LECHERAS ESPECIALIZADAS
 2. CRUZAMIENTOS ENTRE RAZAS LECHERAS *Bos taurus*
 3. CRUZAMIENTOS ENTRE RAZAS *Bos taurus* × *Bos indicus*
- CONSIDERACIONES FINALES



SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO /FACTORES X CONSIDERAR

- **CARACTERISTICAS RACIALES:** NIVEL DE PRODUCCION, CAPACIDAD DE PASTOREO, ADAPTABILIDAD (RESISTENCIA A ENFERMEDADES Y PARASITOS)
- **CONDICIONES AGROECOLOGICAS:** ALTITUD, TEMPERATURA, PRECIPITACION, HUMEDAD RELATIVA
- **SISTEMA DE EXPLOTACION:** LECH. ESPECIALIZADA VS. DOBLE PROPOSITO
- **NIVEL DE MANEJO:** INTENSIFICACION, ESCALA DE PRODUCCION, NIVEL DE USO DE INSUMOS y TECNOLOGIA
- **FACTORES SOCIOECONOMICOS:** DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA, COSTOS DE PRODUCCION, NIVEL DE ORGANIZACIÓN



-ZONAS DE VIDA EN COSTA RICA-

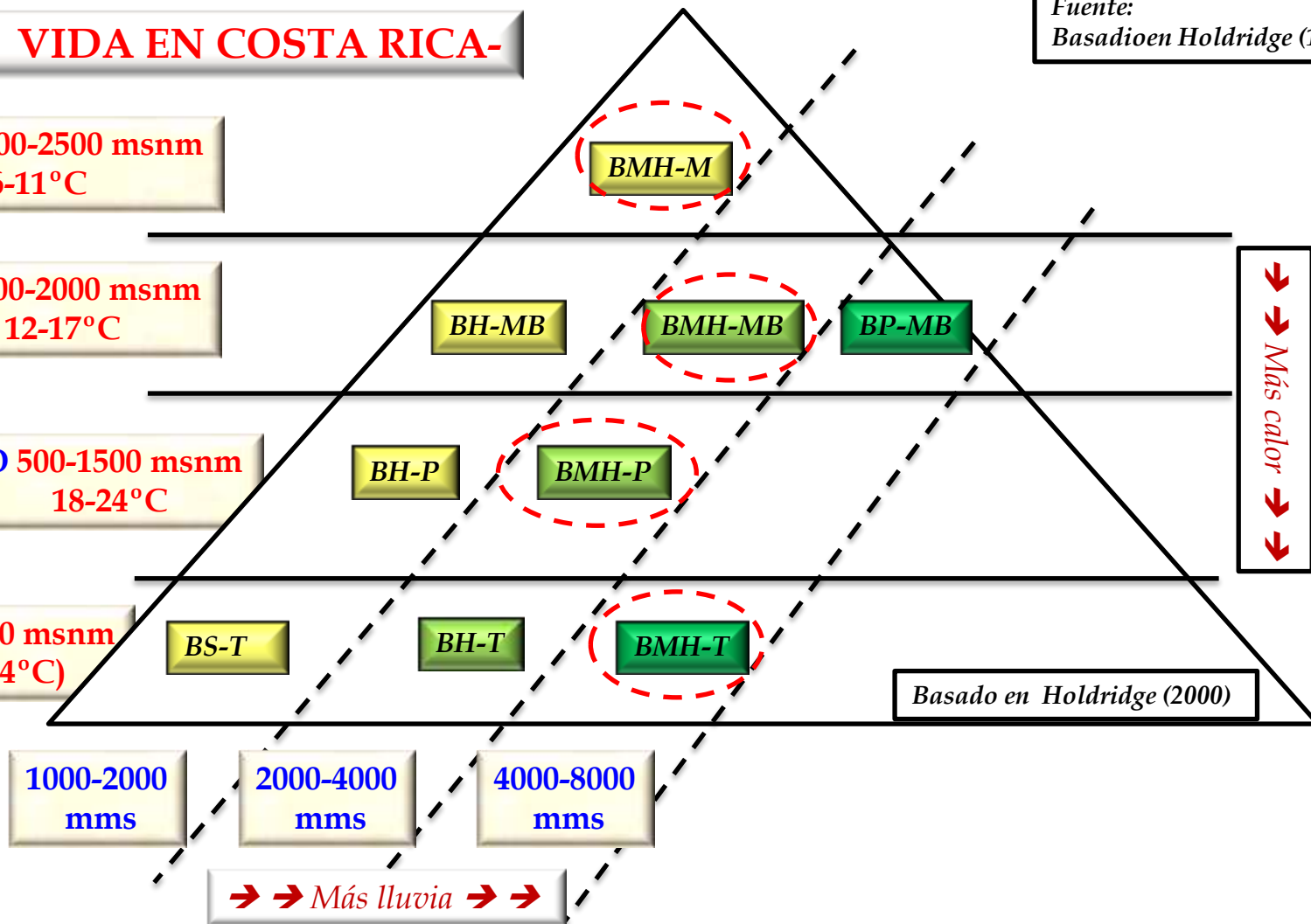
Fuente:
Basado en Holdridge (1987)

MONTANO 2000-2500 msnm
6-11°C

MONTANO BAJO 1500-2000 msnm
12-17°C

PREMONTANO 500-1500 msnm
18-24°C

TROPICAL 0-500 msnm
(>24°C)



Basado en Holdridge (2000)

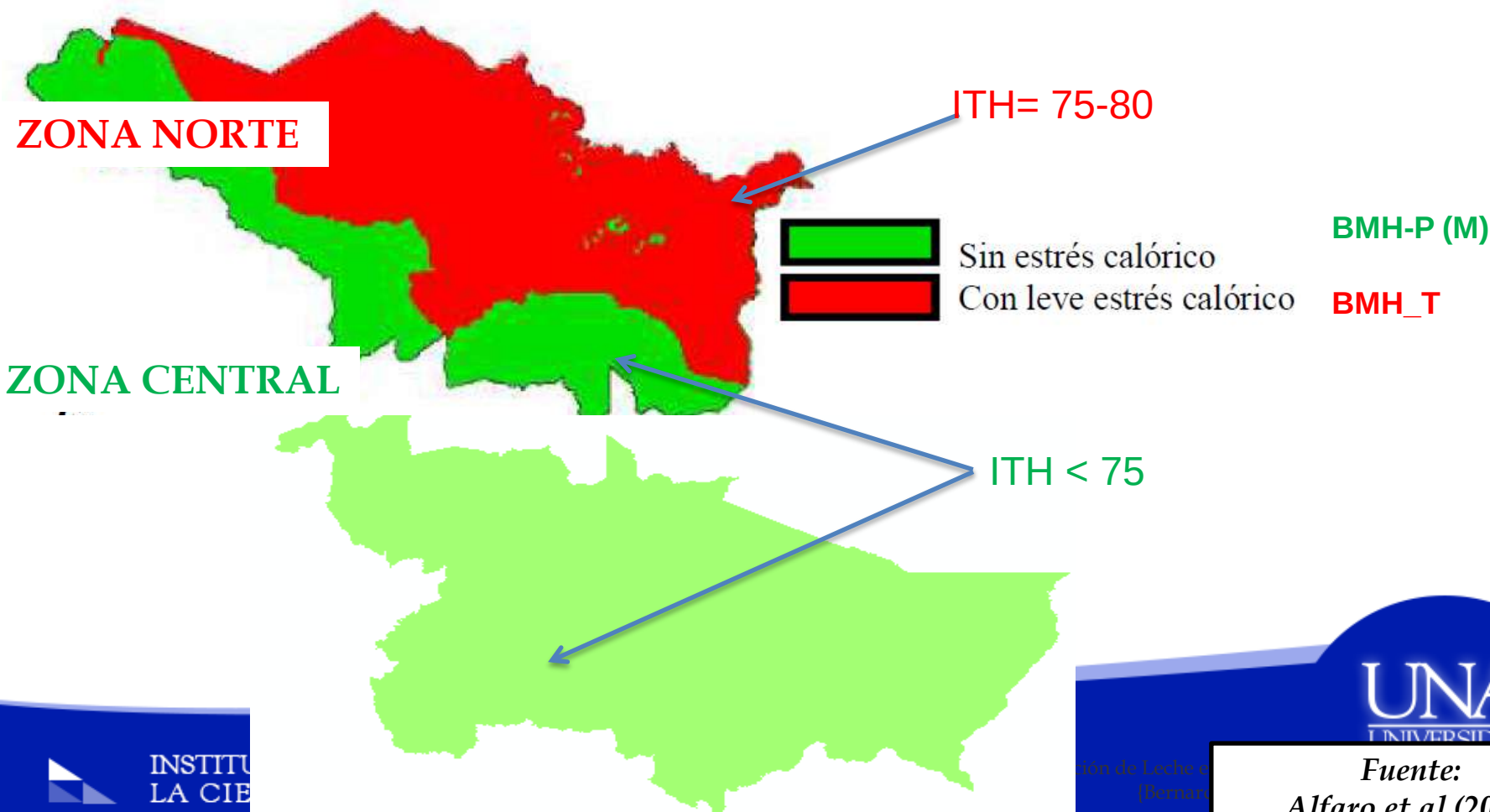
ZONA	ALTITUD (msnm)	PRECIPITACION (mms)	TEMPERATURA (°C)
BMH_T	0-500	4000-8000	>24
BMH-P	500-1500	2000-4000	18-24
BMH-M (y MB)	1500-2500	1500-3500	6-17

(INDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD-ITH)

/Zonas sin estrés y con leve estrés calórico

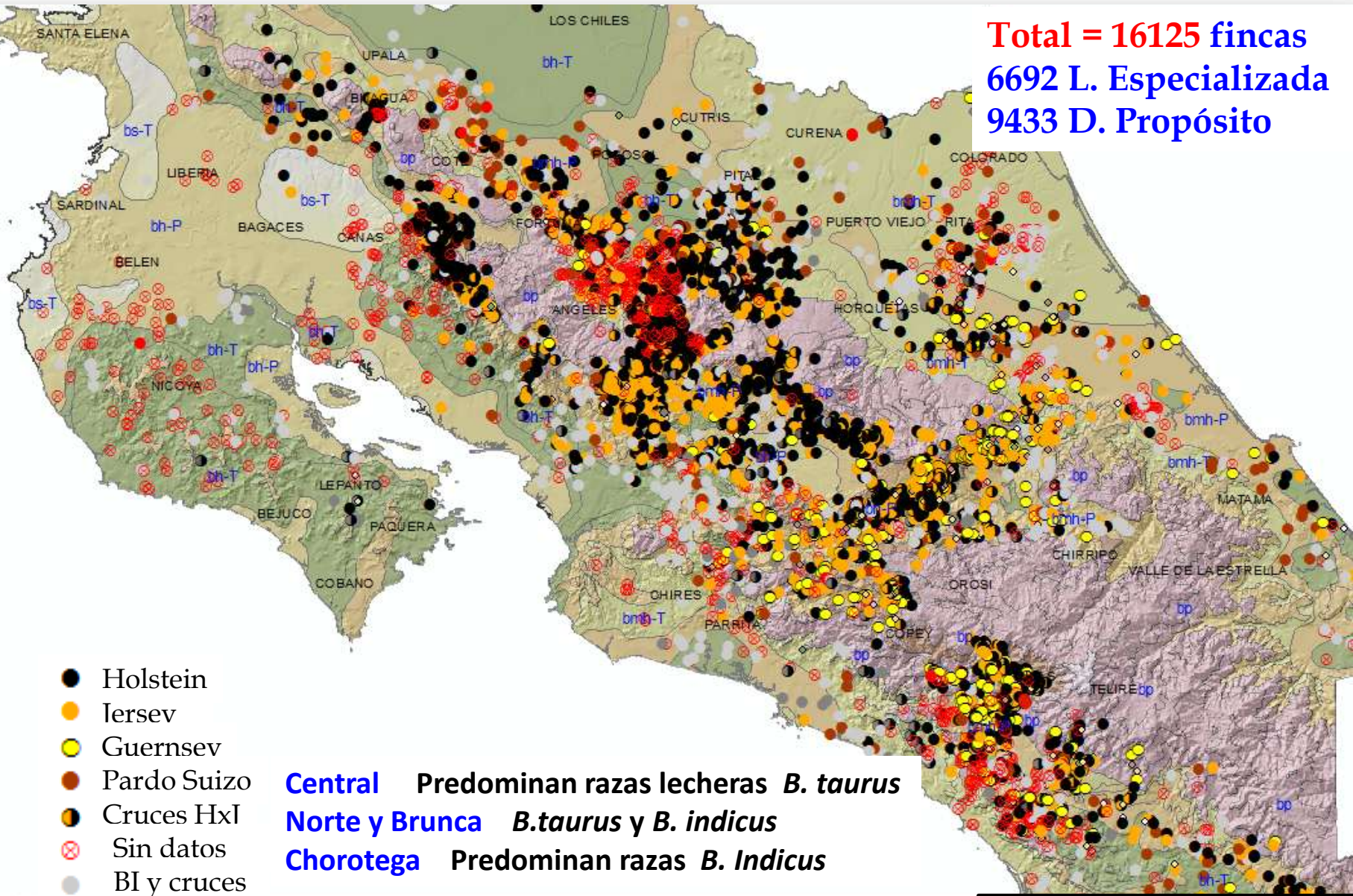
Tipo animal	Rango de aptitud	
	Temperatura	Humedad relativa
Vacas lactantes	. -5 a 20 °C	80%
Bovinos de carne	. -5 a 25 °C	80%
Terneros	. 10 a 25 °C	80%
Ovejas, cabras	. 5 a 25 °C	80%

ITH ≤ 74	No estrés calórico
ITH = 75-79	Leve estrés calórico
ITH = 80 - 83	Estrés calórico medio
ITH ≥ 84	Estrés calórico grave



Distribución de Razas en fincas lecheras Especializadas y D. Propósito (según censo 2000)

Total = 16125 fincas
6692 L. Especializada
9433 D. Propósito

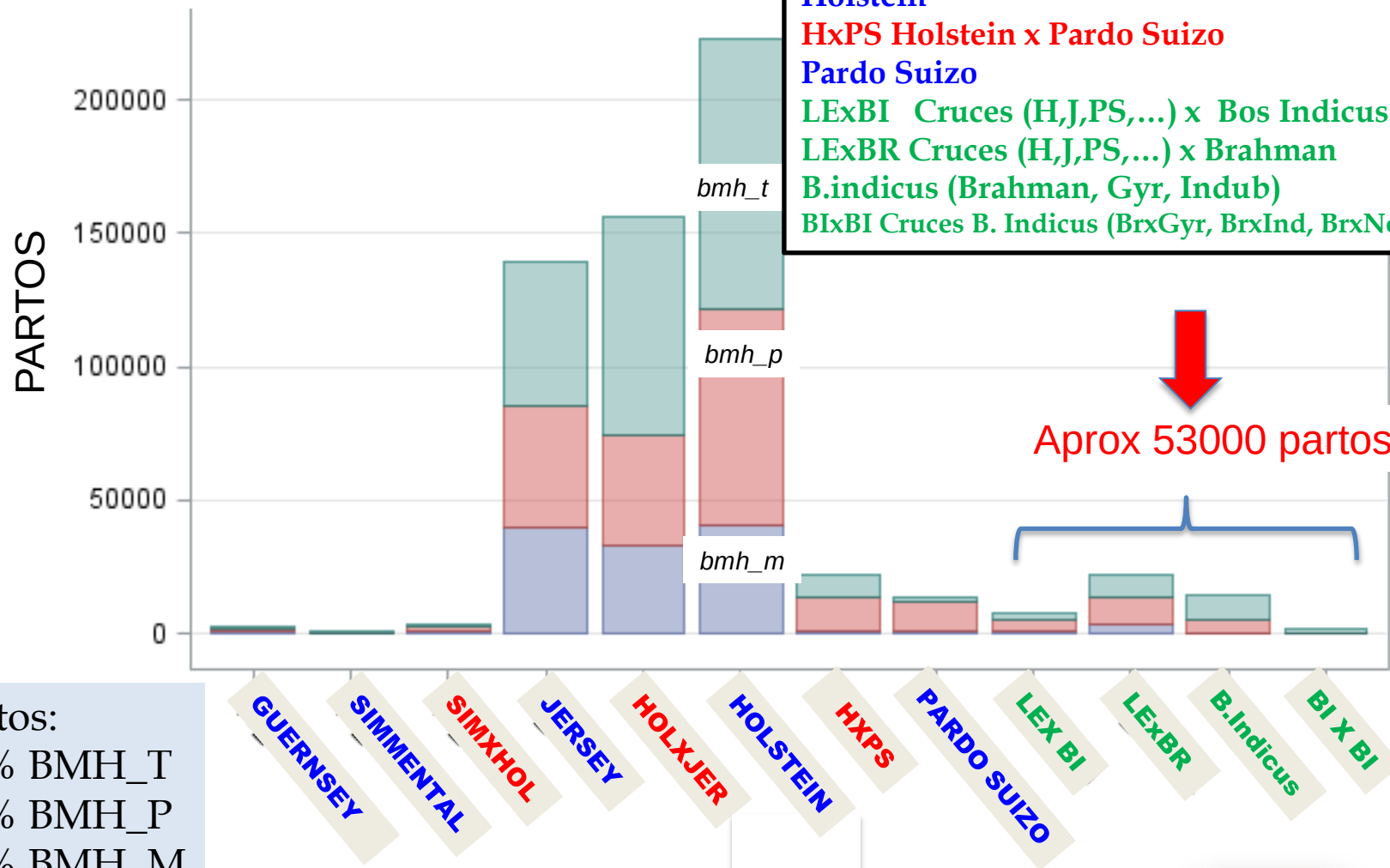


*Fuente: Elaboración propia
con base en datos Censo (2000)*

PARTOS POR GRUPO RACIAL

BASE DE DATOS NACIONAL (VAMPP)

(710 000 PARTOS, ZONA BMH)



Guernsey
 Simmental
 SIMHOL Simmental x Holstein
 Jersey
 HolxJer Holstein x Jersey
 Holstein
 HxPS Holstein x Pardo Suizo
 Pardo Suizo
 LExBI Cruces (H,J,PS,...) x Bos Indicus (Gyr,Ind)
 LExBR Cruces (H,J,PS,...) x Brahman
 B.indicus (Brahman, Gyr, Indub)
 BIXBI Cruces B. Indicus (BrxGyr, BrxInd, BrxNell.)

Aprox 53000 partos

Datos:
 45% BMH_T
 35% BMH_P
 20% BMH_M



ALGUNOS DATOS DE FINCAS EN ZONA BMH (n=891)

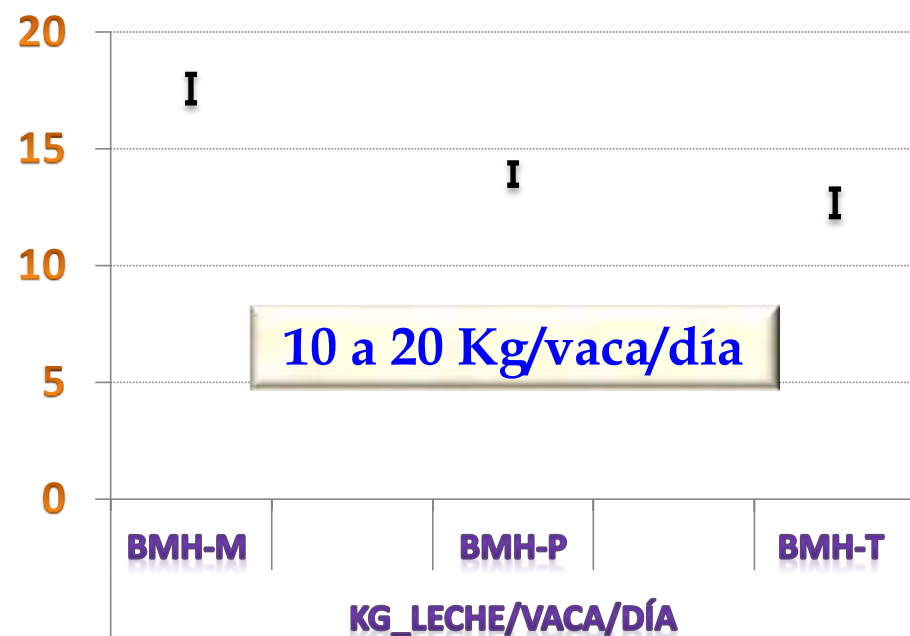
M=Montano

P=PreMontano

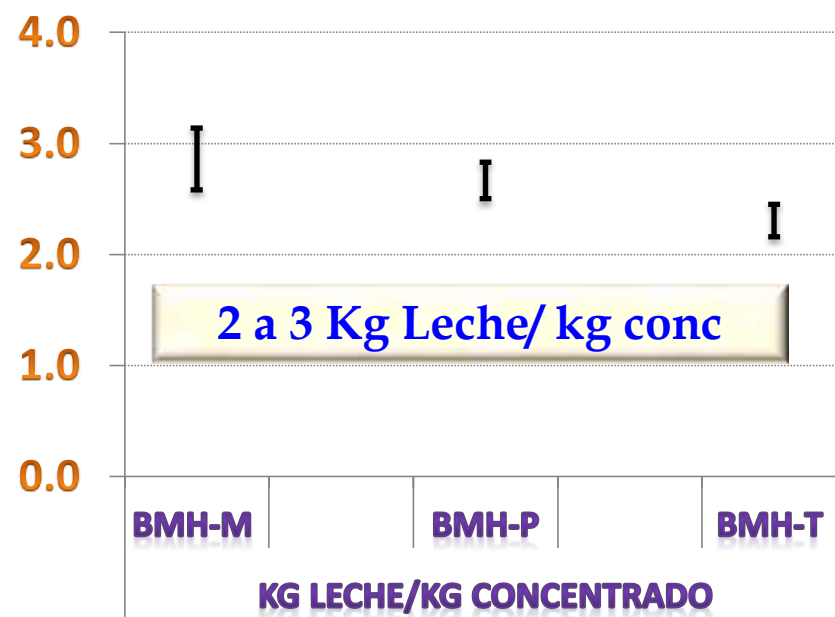
T=Tropical

Fuente: Vargas et. al (2013)

Kg leche/vaca/día



Kg leche/kg concentrado



ALGUNOS DATOS DE FINCAS EN ZONA BMH (n=891)

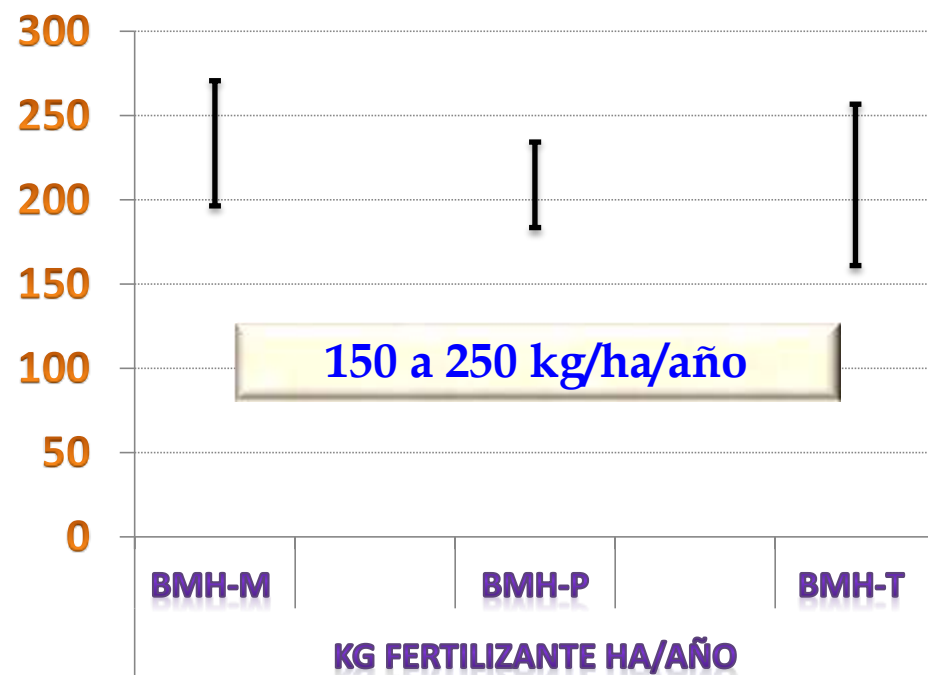
Fuente: Vargas et. al (2013)

M=Montano

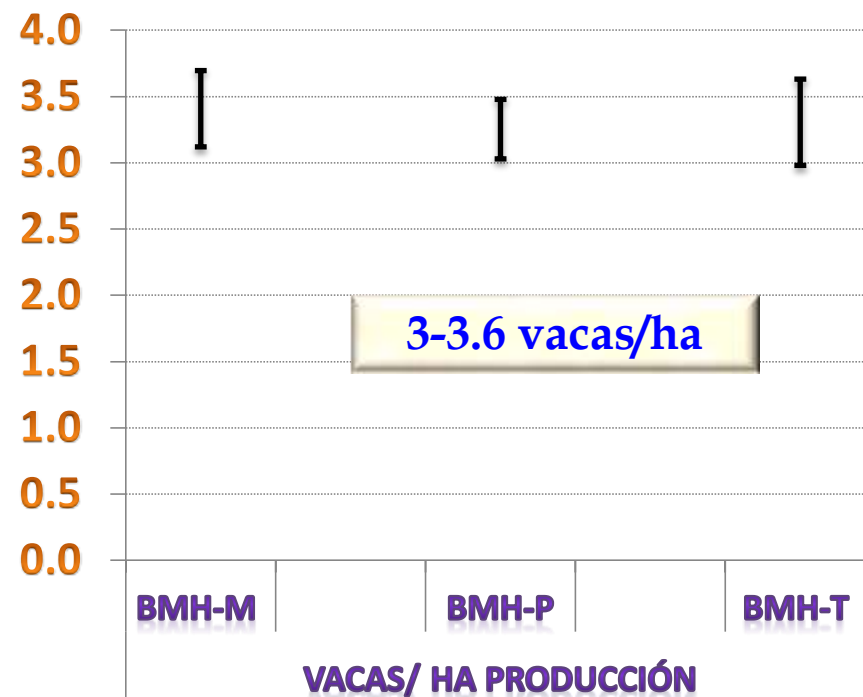
P=PreMontano

T=Tropical

Fertilizante Kg/ha/año



Carga animal Vacas/ha





MEJORAMIENTO POR SELECCIÓN CON RAZAS LECHERAS ESPECIALIZADAS



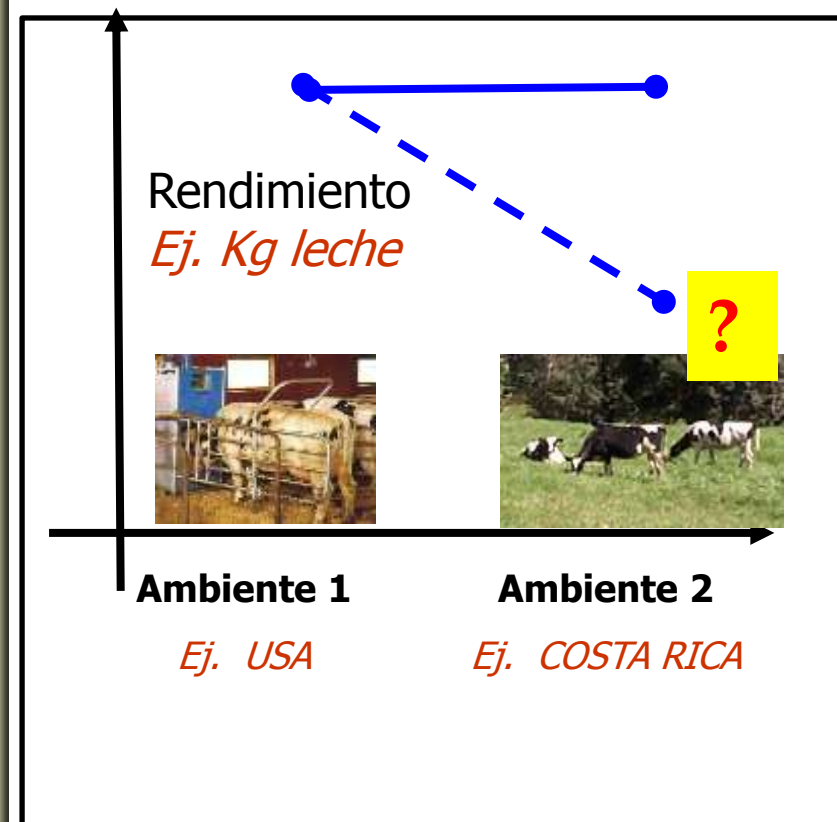
INTRODUCCION DE RAZAS LECHERAS ESPECIALIZADAS /INTERACCION GENOTIPOxAMBIENTE

Ventajas:

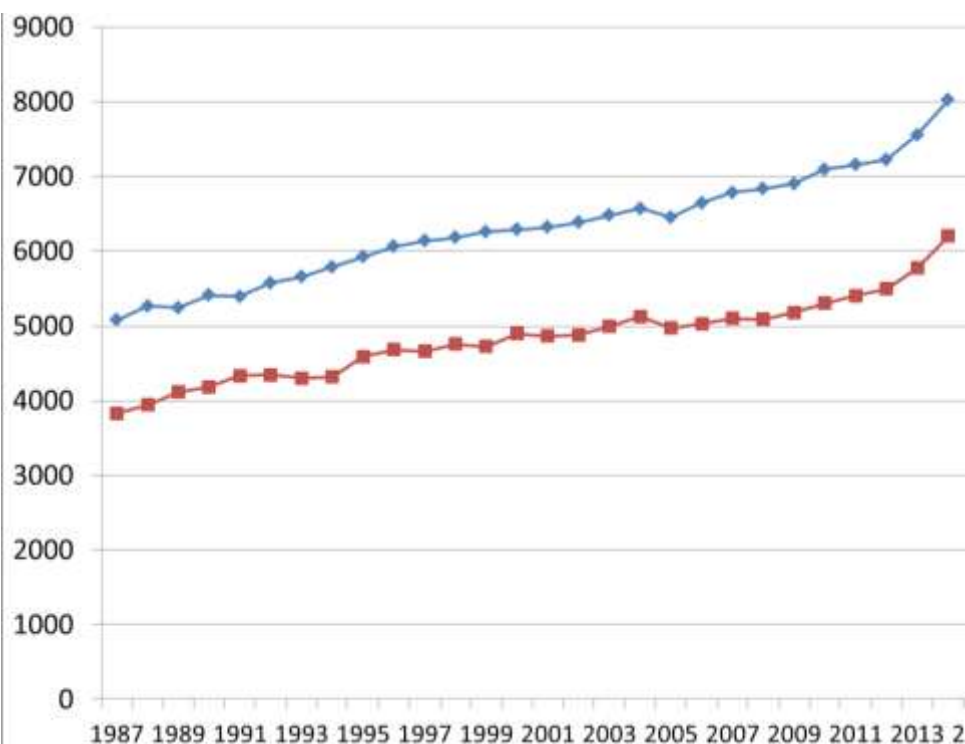
-Es un método relativamente “barato” (no requiere de inversiones locales en infraestructura para mejoramiento)

Desventajas:

- Solo puede funcionar si:
 1. Las condiciones de producción son similares en ambas poblaciones (p.e clima, alimentación, infraestructura)
 2. Los objetivos de producción y condiciones de mercado son similares en ambas poblaciones (orientación de la industria y sistema de pago)



RAZAS HOLSTEIN Y JERSEY EN COSTA RICA /TENDENCIAS EN PRODUCCION DE LECHE



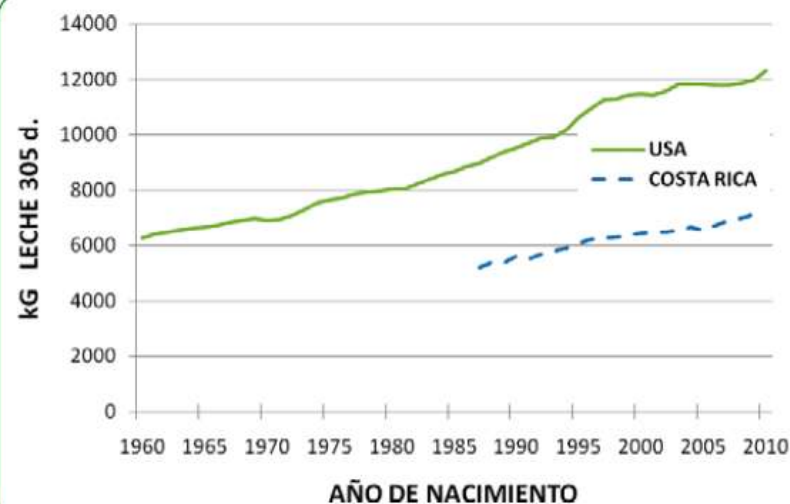
AÑO DE NACIMIENTO



El nivel de producción se ha incrementado de manera consistente

Aprox. 88 k por año Holstein
Aprox. 64 k por año Jersey

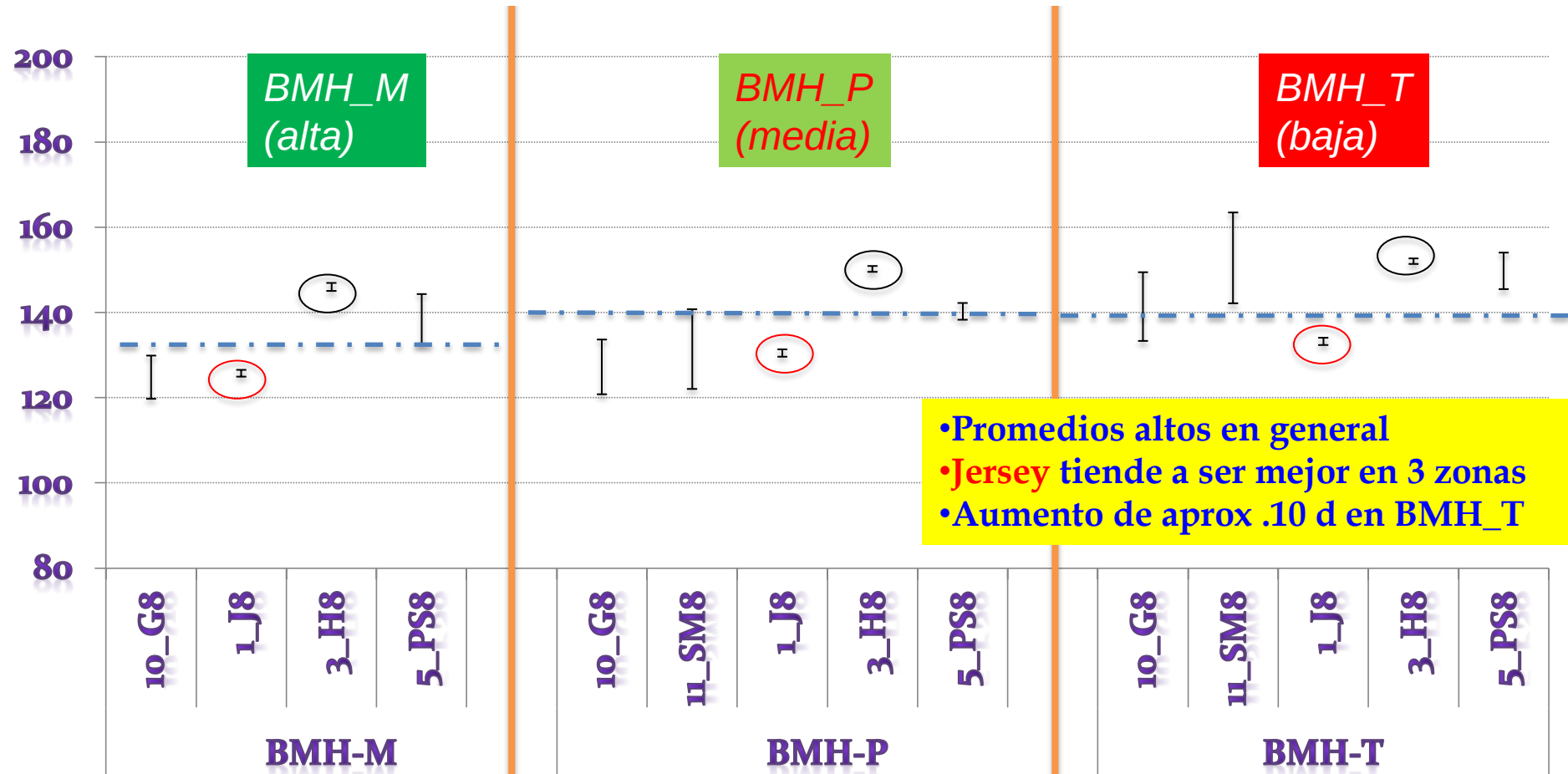
HOLSTEIN : USA vs COSTA RICA



INSTITUCIÓN BENEMÉRITA DE LA EDUCACIÓN
LA CIENCIA Y LA CULTURA

Promedio global 139 d.
Promedio zona - - - - -

COMPARACION RAZAS PURAS LECHERAS (ZONA BMH) DIAS ABIERTOS



- Promedios altos en general
- Jersey tiende a ser mejor en 3 zonas
- Aumento de aprox .10 d en BMH_T



G8_Guernsey

SM8 Simmental

J8 Jersey

H8 Holstein

PS8 Pardo Suizo



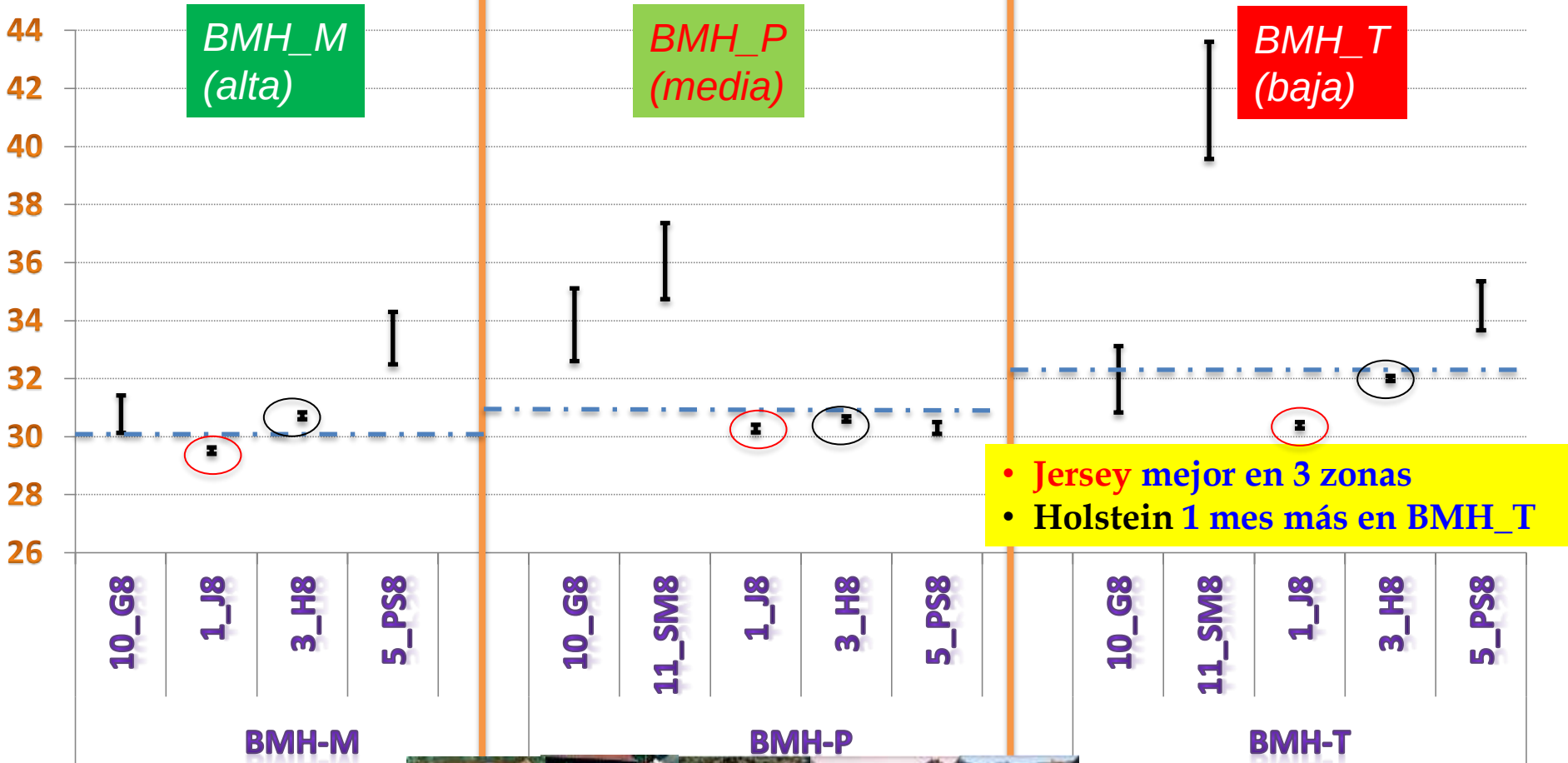
INSTITUCIÓN BENEMÉRITA DE LA EDUCACIÓN, LA TECNOLOGÍA Y LA CULTURA COSTARRICENSE - LEY 9187

Fuente: Base Nacional (2016)

Prom. global 31.3 meses
Promedio zona. - - - -

COMPARACION RAZAS PURAS LECHERAS
(ZONA BMH)

EDAD A PRIMER PARTO (MESES)



- Jersey mejor en 3 zonas
- Holstein 1 mes más en BMH_T

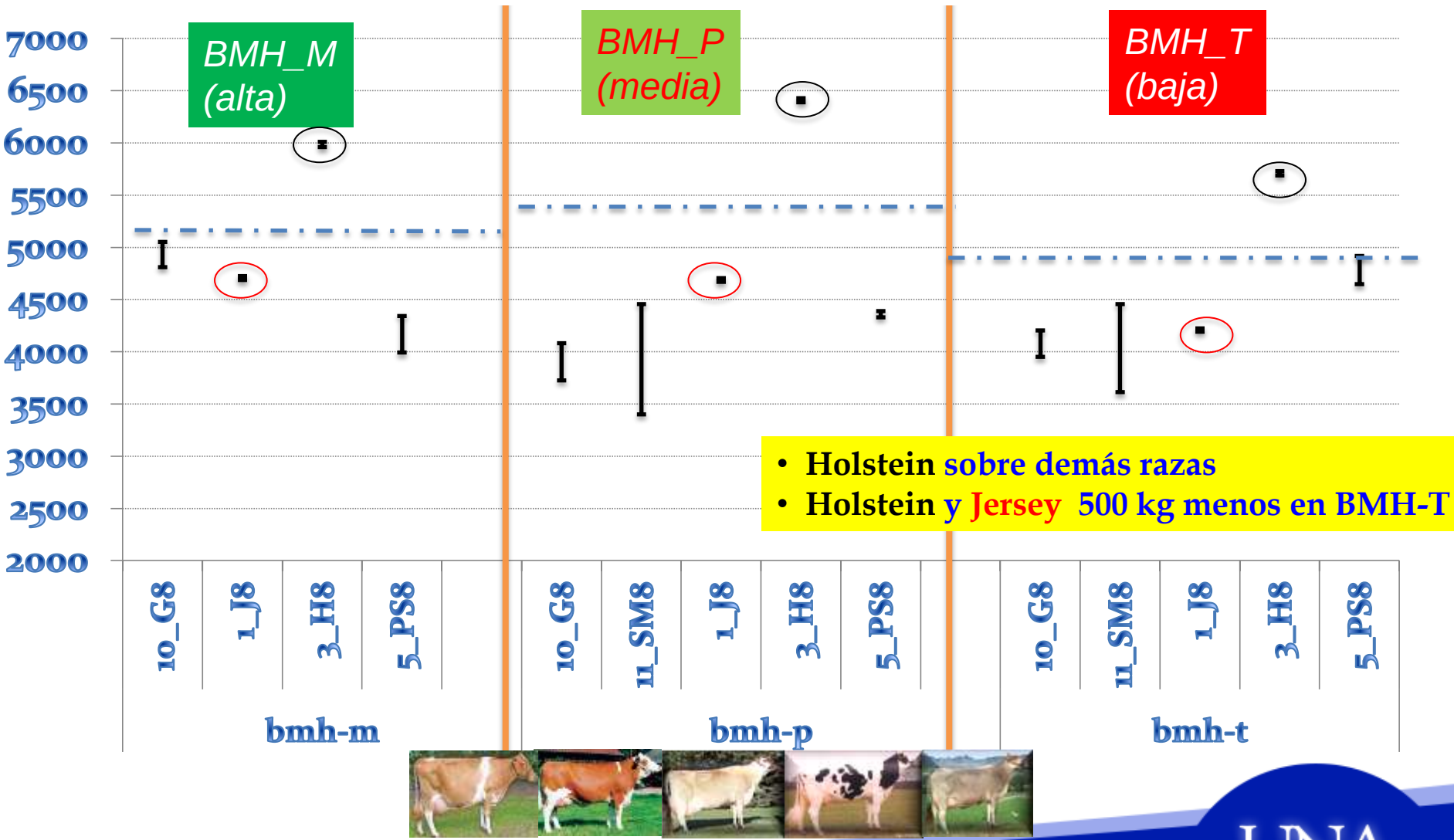


G8_Guernsey SM8 Simmental J8 Jersey H8 Holstein PS8 Pardo Suizo

Prom. global 5134 kg
Promedio zona.

COMPARACION RAZAS PURAS LECHERAS
(ZONA BMH)

PRODUCCION DE LECHE A 305 D





CUANDO SE JUSTIFICA USAR RAZAS LECHERAS PURAS?

- CONDICIONES AGROECOLOGICAS FAVORABLES
(EJ ZONAS BMH-P/M , BH- P/MB, TEMP < 24°C, ITH < 74)
- SISTEMAS DE LECHERIA ESPECIALIZADA
- NIVEL DE MANEJO ALTO: INFRAESTRUCTURA ADECUADA, ORDEÑO MECANIZADO, INS. ARTIFICIAL, PASTOS MEJORADOS, DISPONIBILIDAD DE SUPLEMENTACION (\$?)
- ADECUADAS CONDICIONES DE MERCADO QUE COMPENSEN LOS ALTOS COSTOS DE PRODUCCION



CRUZAMIENTOS ENTRE RAZAS LECHERAS



POR QUÉ SE UTILIZAN LOS CRUZAMIENTOS ?

1. Aprovechar la **HETEROSIS**: La generación F1 generalmente presenta mejor rendimiento que el promedio de las razas puras paternas

Mayor rendimiento reproductivo

Mayor rendimiento productivo

Mayor resistencia a enfermedades y parásitos

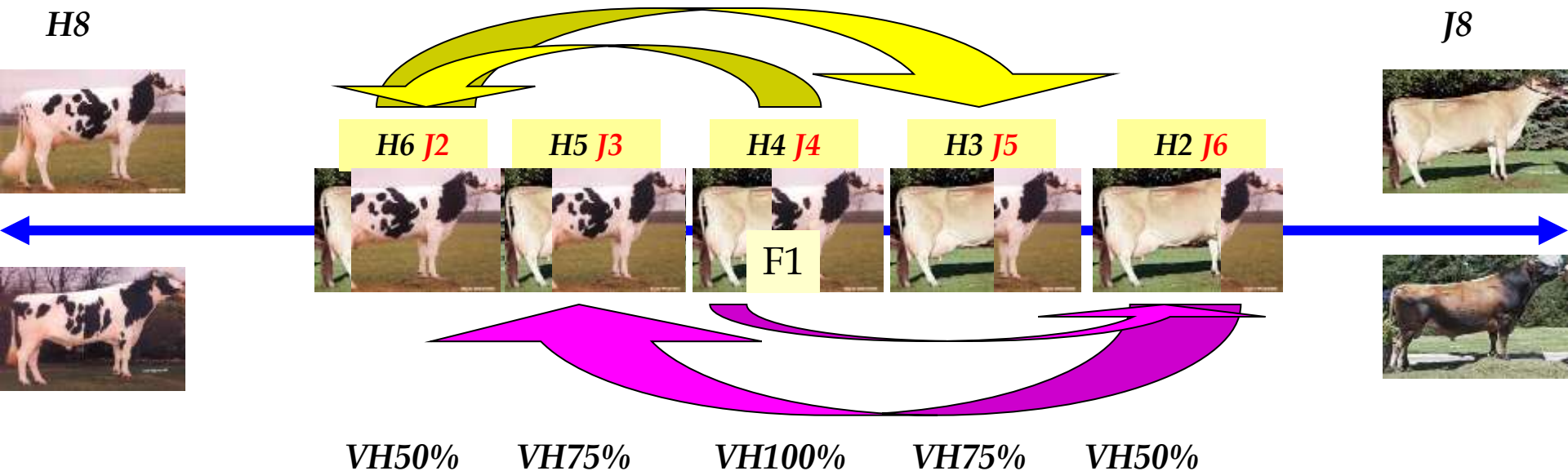
2. Aprovechar **complementaridad** de razas: Los híbridos combinan características favorables de distintas razas puras.

Ejemplo: Alta producción y alto valor de desecho de algunas razas (pe. Holstein) con características de alta fertilidad y mayor calidad de leche (pe. Jersey)

3. Reducir niveles de **consanguinidad**: Las razas lecheras tradicionales (Holstein y Jersey) presentan actualmente altos niveles de consanguinidad



SISTEMA DE CRUZAMIENTO ROTACIONAL CON 2 RAZAS LECHERAS CRISS-CROSS /EJEMPLO: HOLSTEIN × JERSEY



- Las hembras F1 son cruzadas: (50% con H) y (50% con J)
- Las hijas de toros H se preñan con toros J, las hijas de toros J, se preñan con toros H.
- La heterosis baja al 50% en el primer retrocruce, después se estabiliza en 67%
- Después de varias generaciones la composición racial de las vacas será (EN PROMEDIO!)
66.6%H33.3%J o 33.3%H66.6%J

Desventajas:

- Puede haber diferencias considerables en el rendimiento de cruces sucesivos

CRUCE ROTACIONAL TRES RAZAS LECHERAS TRI-CROSS /HOLSTEIN × JERSEY × PARDO SUIZO



Toro
100% Jersey

Vaca
100% Holstein



Toro
100% Brown Swiss

Cruza F1
50% Holstein : 50% Jersey
100% Heterosis



Toro
100% Holstein

Cruza F2
50% Brown Swiss : 25% Holstein : 25% Jersey
100% Heterosis

Cruza F3
62.5% Holstein : 12.5% Jersey : 25% Brown Swiss
75% Heterosis

SU HATO

Cruza
57% Holstein : 29% Jersey : 14% Brown Swiss
86% Heterosis

Cruza
29% Holstein : 14% Jersey : 57% Brown Swiss
86% Heterosis

Cruza
14% Holstein : 57% Jersey : 29% Brown Swiss
86% Heterosis

•En el cruce de 3 razas el nivel de Heterosis retenido es de **86%**

•Se deben escoger razas complementarias:

•Ej

•Alta Productora

•Calidad de Leche

•Longevidad

•Se identifican las crías con aretes de distinto color

CRUZAMIENTOS ROTACIONALES COMUNES

-ENTRE RAZAS LECHERAS-



2 razas:

Tradicionales:

Holstein x Jersey

Holstein x Pardo Suizo

Holstein x Ayrshire

Costa Rica (más comunes)

(Toro Jersey x Vaca Holstein)

(Toro Holstein x Vaca Pardo Suizo)

Más recientes:

Simmental x Holstein

Montbeliarde x Holstein

Montbeliarde x Jersey

Sueca Roja x Holstein

Normando x Holstein

Algunos datos a nivel de CRC

3 razas :

Pardo Suizo x Holstein/Jersey

Montbeliarde x Holstein/Jersey

Sueco Rojo x Holstein/Jersey

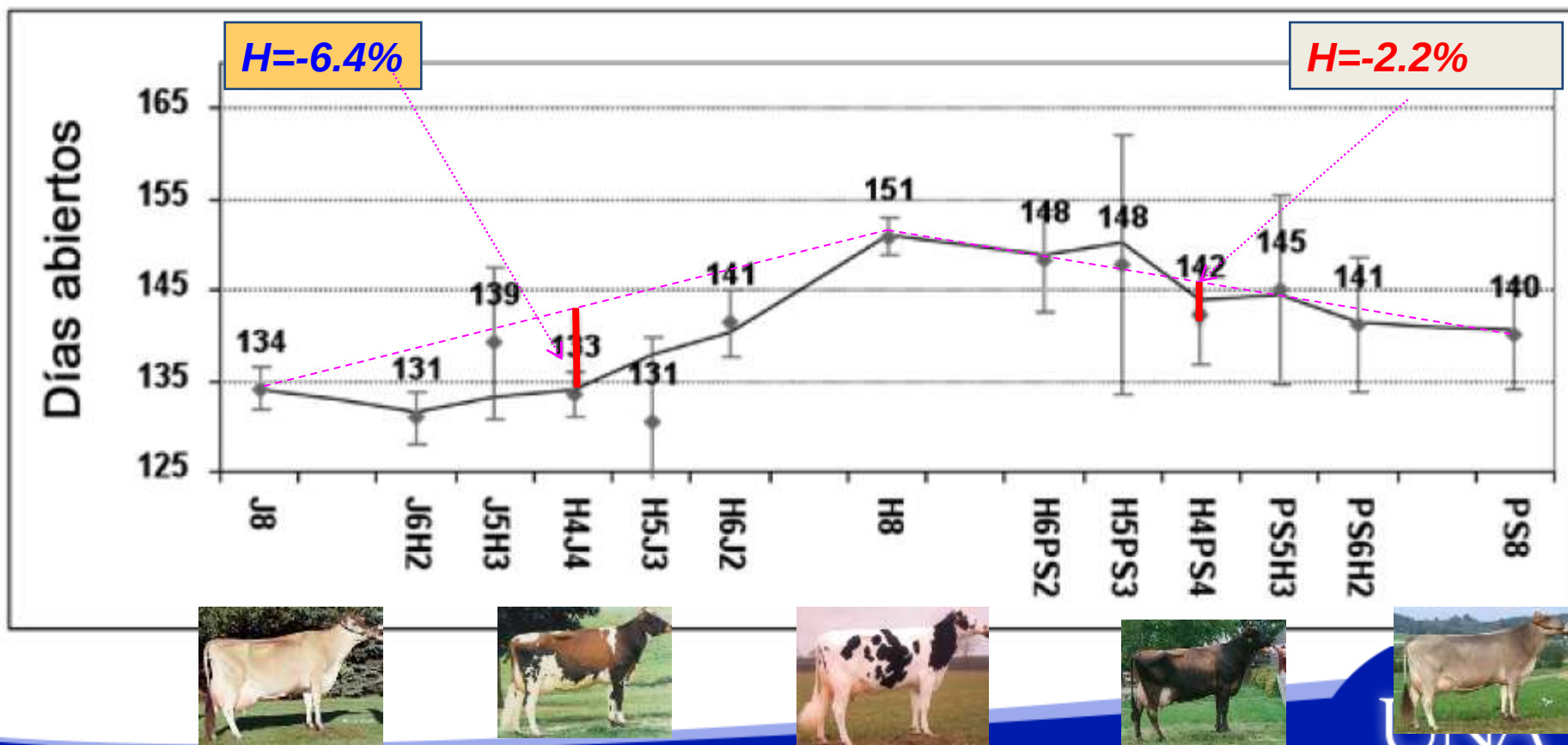


ESTUDIO: CRUCES LECHEROS EN COSTA RICA

/HETEROSIS (H) en DIAS ABIERTOS/ ZONAS BMH (85%) y BH(15%)

Holstein × Jersey
Nivel importante de heterosis

Holstein × P. Suizo
Nivel BAJO de heterosis

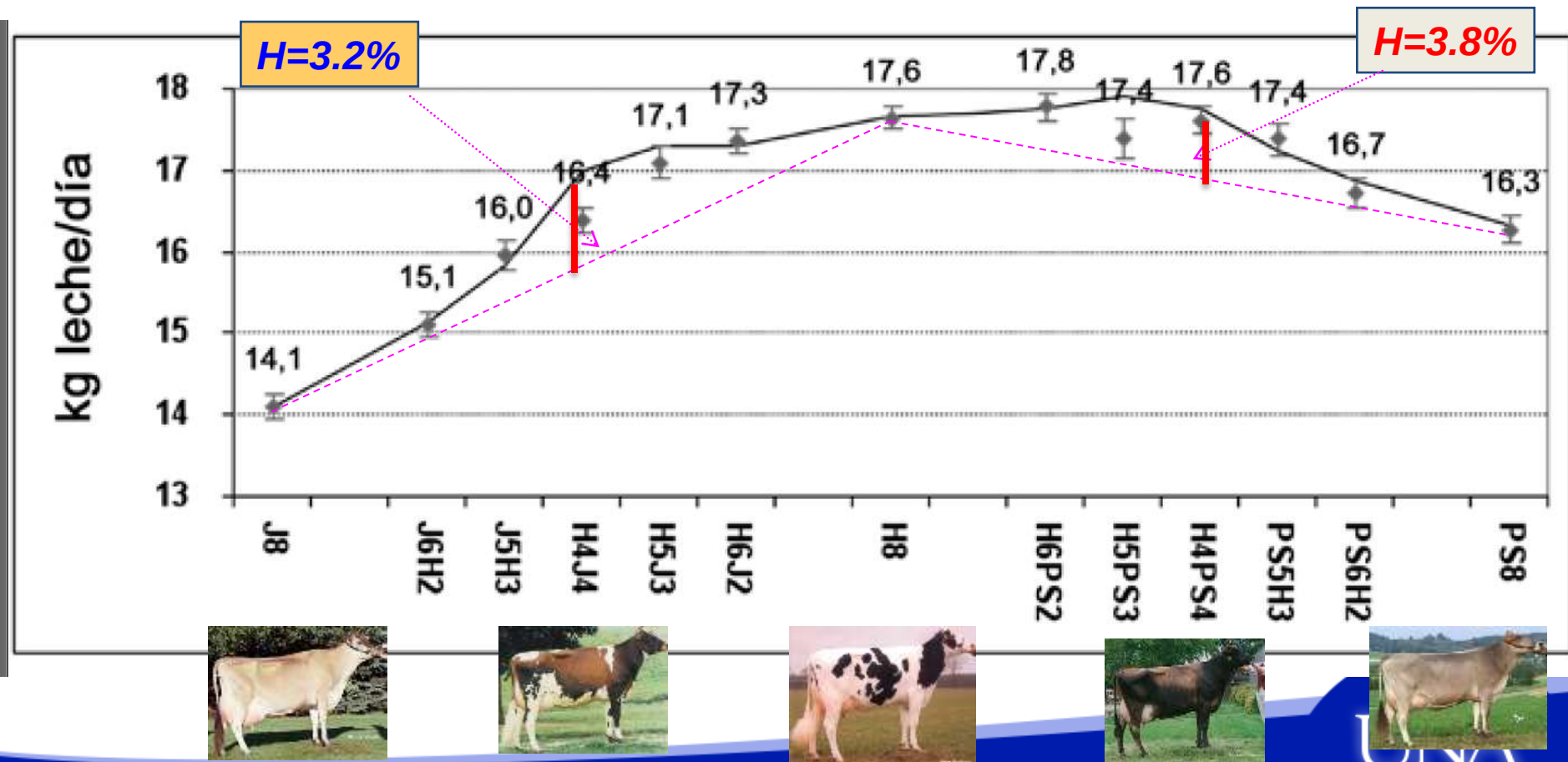


ESTUDIO: CRUCES LECHEROS EN COSTA RICA

/HETEROSIS (H) en KG DE LECHE X DIA/ZONAS BMH (85%) y BH(15%)

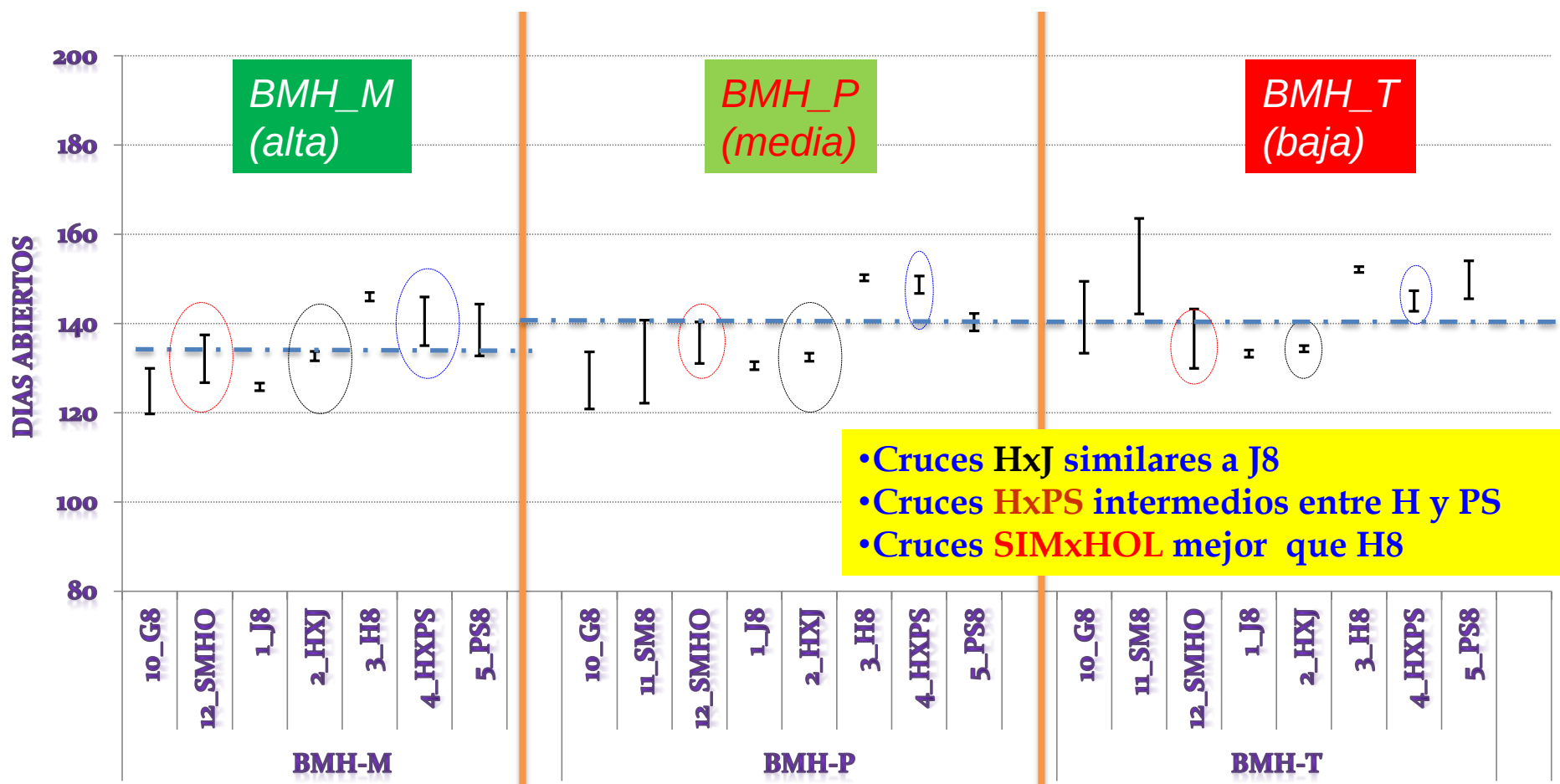
$H \times J$
Nivel bajo/medio

$H \times PS$
Nivel bajo/medio



Promedio global 140 d.
Promedio zona - - - - -

COMPARACION RAZAS PURAS Y CRUCES LECHEROS (ZONA BMH) DIAS ABIERTOS



- Cruces HxJ similares a J8
- Cruces HxPS intermedios entre H y PS
- Cruces SIMxHOL mejor que H8



G8_Guernsey SM8 Simmental SIMHO Simmental x Holstein J8 Jersey HxJ Holstein x Jersey
 H8 Holstein HxPS Holstein x Pardo Suizo PS8 Pardo Suizo

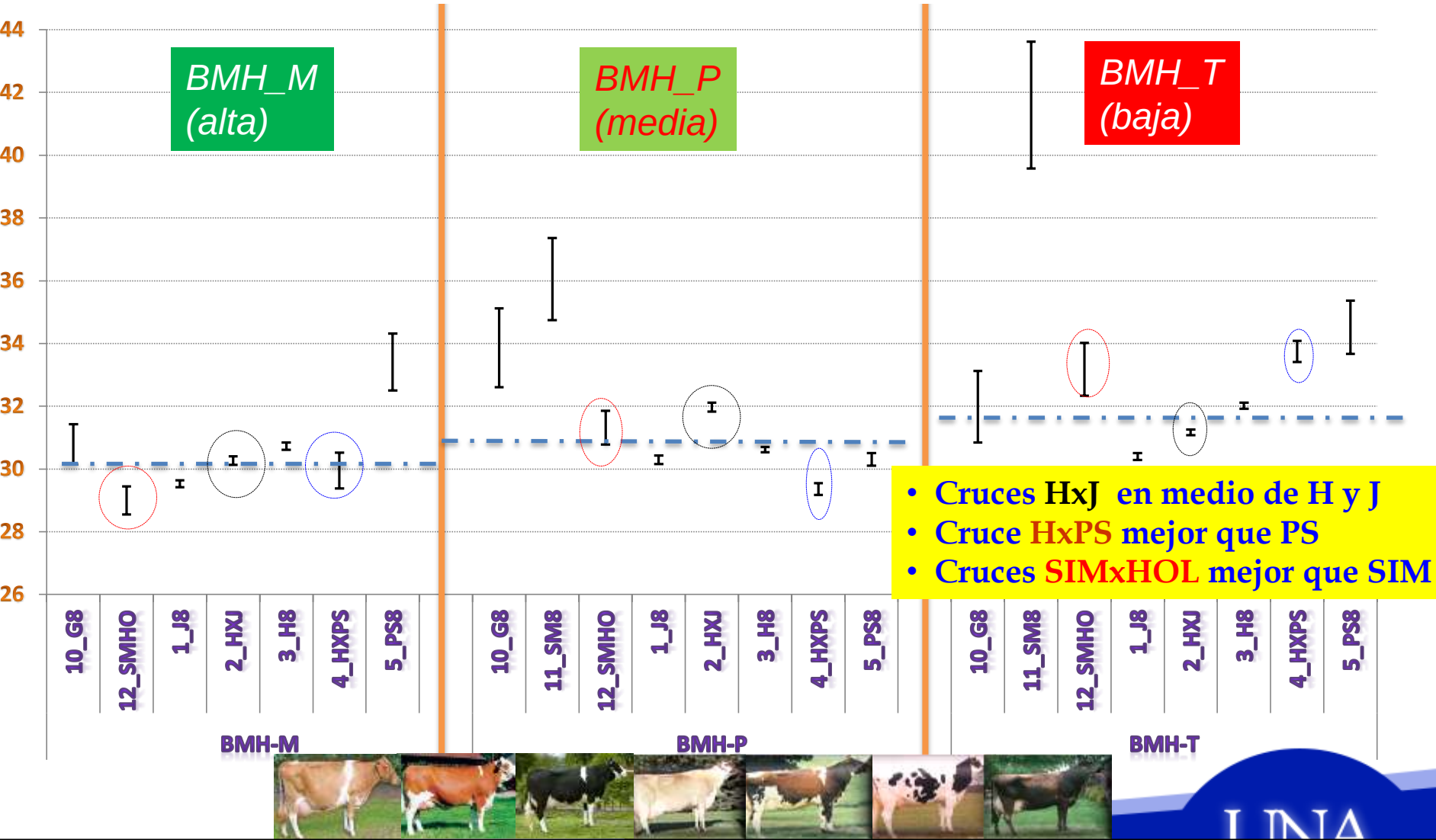
INIA

Fuente: Base Nacional (2016)

Prom. global 31.3 meses
Promedio zona. - - - -

COMPARACION RAZAS PURAS Y CRUCES LECHEROS
(ZONA BMH)

EDAD A PRIMER PARTO (MESES)



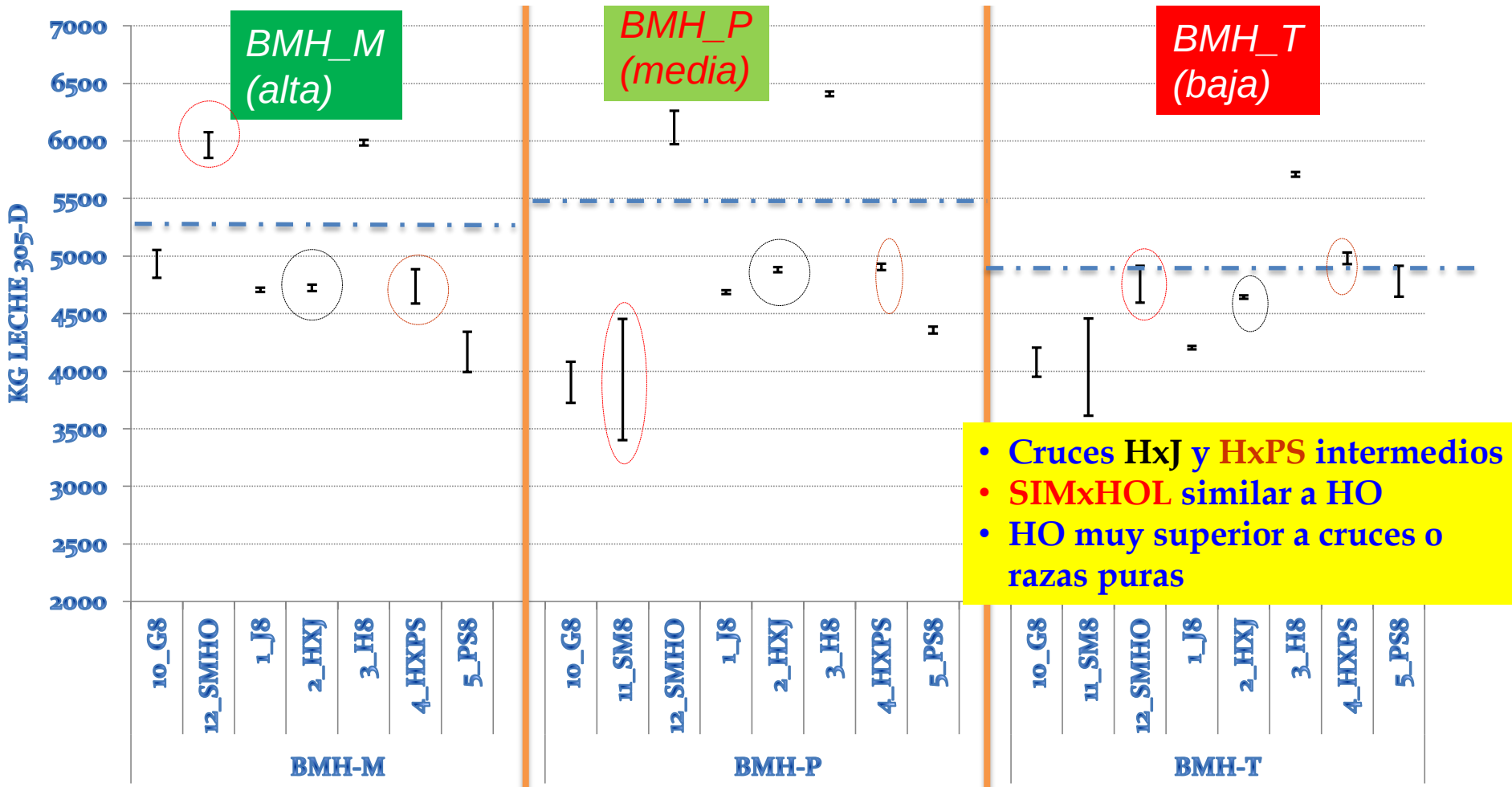
- Cruces HxJ en medio de H y J
- Cruce HxPS mejor que PS
- Cruces SIMxHOL mejor que SIM

G8_Guernsey SM8 Simmental SIMHO Simmental x Holstein J8 Jersey HxJ Holstein x Jersey
H8 Holstein HxPS Holstein x Pardo Suizo PS8 Pardo Suizo

Prom. global 5134 kg
Promedio zona.

COMPARACION RAZAS PURAS Y CRUCES LECHEROS
(ZONA BMH)

PRODUCCION DE LECHE A 305 D



G8_Guernsey SM8 Simmental SIMHO Simmental x Holstein J8 Jersey HxJ Holstein x Jersey
H8 Holstein HxPS Holstein x Pardo Suizo PS8 Pardo Suizo

CUANDO SE JUSTIFICA USAR CRUCES ENTRE RAZAS LECHERAS ?

- **CONDICIONES AGROECOLOGICAS FAVORABLES (TEMP. < 24°C, ITH < 74, EJ: BMH-P/MB , BH- P/MB). AUNQUE ALGUNAS RAZAS LECHERAS SON MAS “RUSTICAS” EN GENERAL NINGUNA SE ADAPTA A ZONAS MAS CALIENTES**
- **SISTEMAS DE LECHERIA ESPECIALIZADA (o doble si se utilizan con razas “doble-propósito”)**
- **NIVEL DE MANEJO ALTO: INFRAESTRUCTURA ADECUADA, ORDEÑO MECANIZADO, INS. ARTIFICIAL, PASTOS MEJORADOS, DISPONIBILIDAD DE SUPLEMENTACION (\$?)**
- **CUANDO EXISTA SUFICIENTE EVIDENCIA DE UN BENEFICIO ECONOMICO AGREGADO SOBRE EL USO DE LAS RAZAS PURAS PATERNAS**





CRUZAMIENTOS BOS TAURUS × BOS INDICUS)



CRUZAMIENTOS ROTACIONALES BOS TAURUS × BOS INDICUS



Ventajas:

- Combina rasgos de producción (BT) con adaptabilidad (BI)
- Con 2 razas mantiene (67%) de la Heterosis

Desventajas:

Variabilidad en rendimientos :

- Vacas con predominancia **cebuína** producen poco, necesitan apoyo del ternero, y no se adaptan a ordeño mecánico
- Vacas con predominancia **europea** tienen problemas de adaptación a climas cálidos
- No es práctico en fincas pequeñas con monta natural

Alternativas de rotación con 3 razas:

- Holstein-Holstein-Cebú
- Holstein-Jersey-Cebú (3 RAZAS/ 86% VH)
- Holstein-Gyr-Guzerá (3 RAZAS)



Promedio global 140 d.

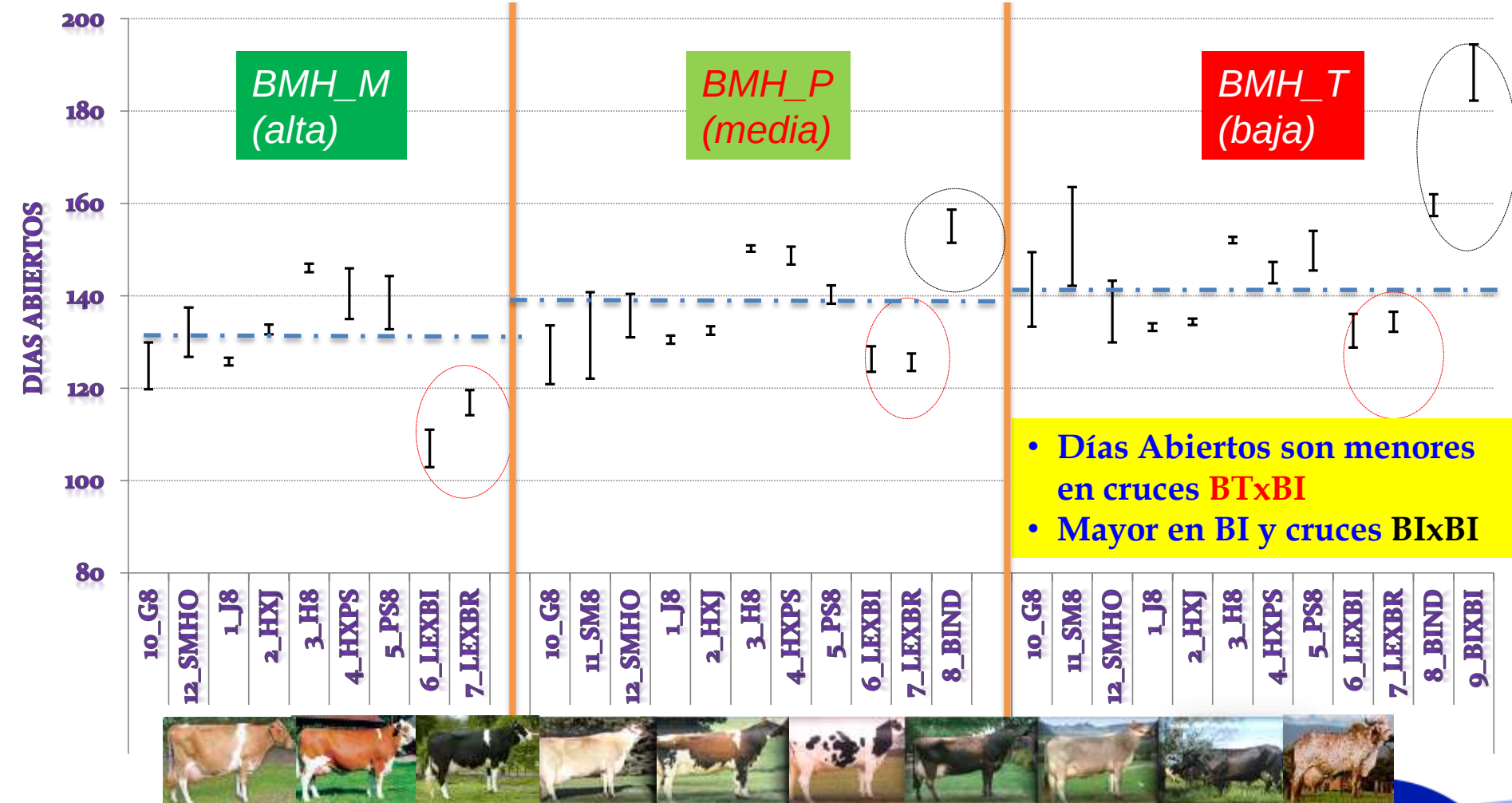
Promedio zona - - - - -

COMPARACION RAZAS LECHERAS

CRUCES BT $\times$ BT y BT $\times$ BI

DIAS ABIERTOS (ZONA BMH)

Fuente: Base Nacional (2016)



G8_Guernsey SM8 Simmental SIMHO Simmental x Holstein J8 Jersey

HxJ Holstein x Jersey H8 Holstein HxPS Holstein x Pardo Suizo PS8 Pardo Suizo

LExBI Cruces (H,PS,...) x Bos Indicus (Gyr,Ind) LExBR Cruces (H,J,PS,...) x Brahman

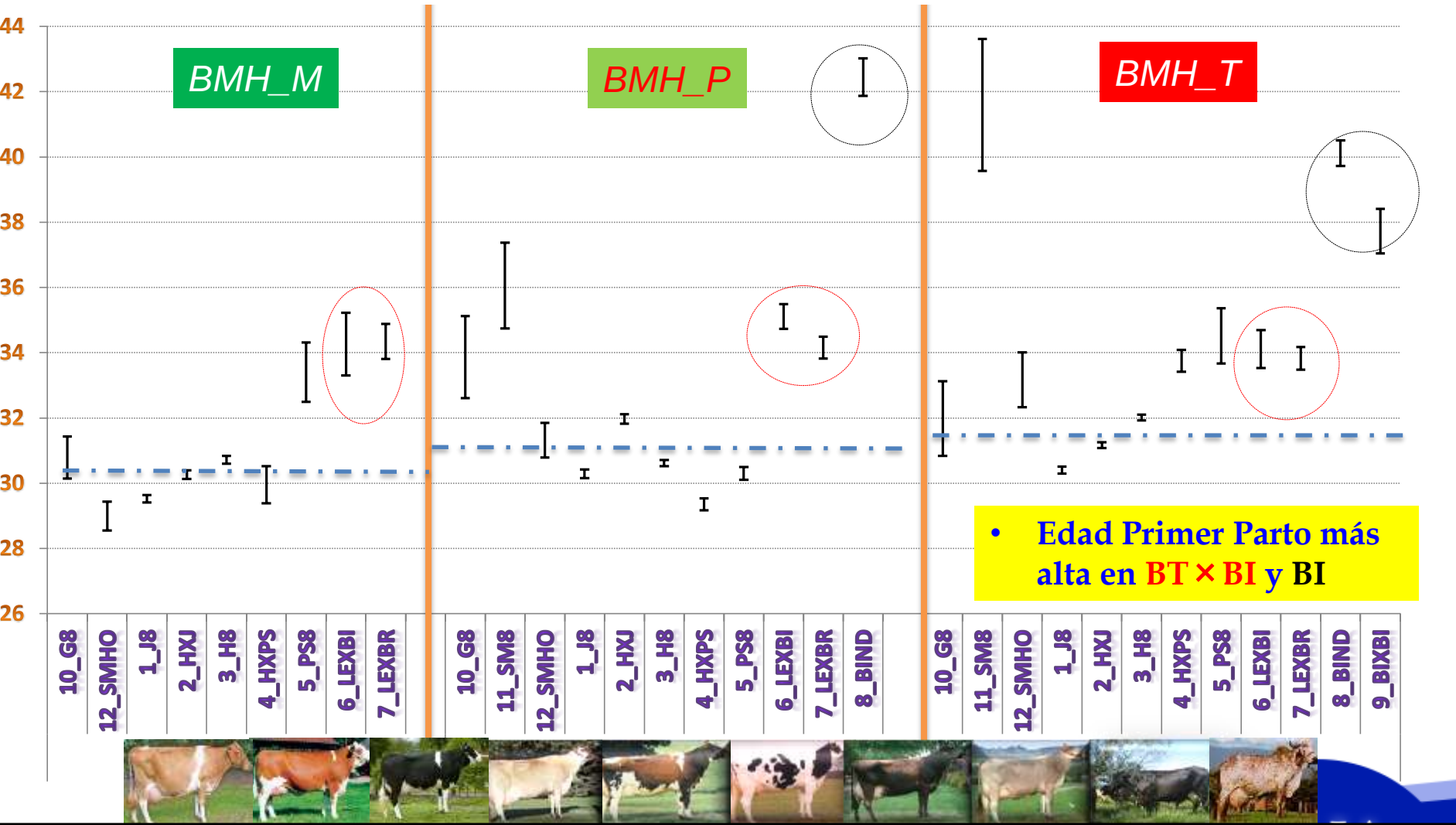
Bind. (Brahman, Gyr, Indub) BIXBI Cruces Bos Indicus (BrxGyr, BrxInd, Br x Nell.)

Prom. global 31.3 meses
Promedio zona. - - - -

COMPARACION RAZAS LECHERAS
CRUCES BT x BT y BT x BI

Fuente: Base Nacional (2016)

EDAD A PRIMER PARTO (MESES)- ZONA BMH



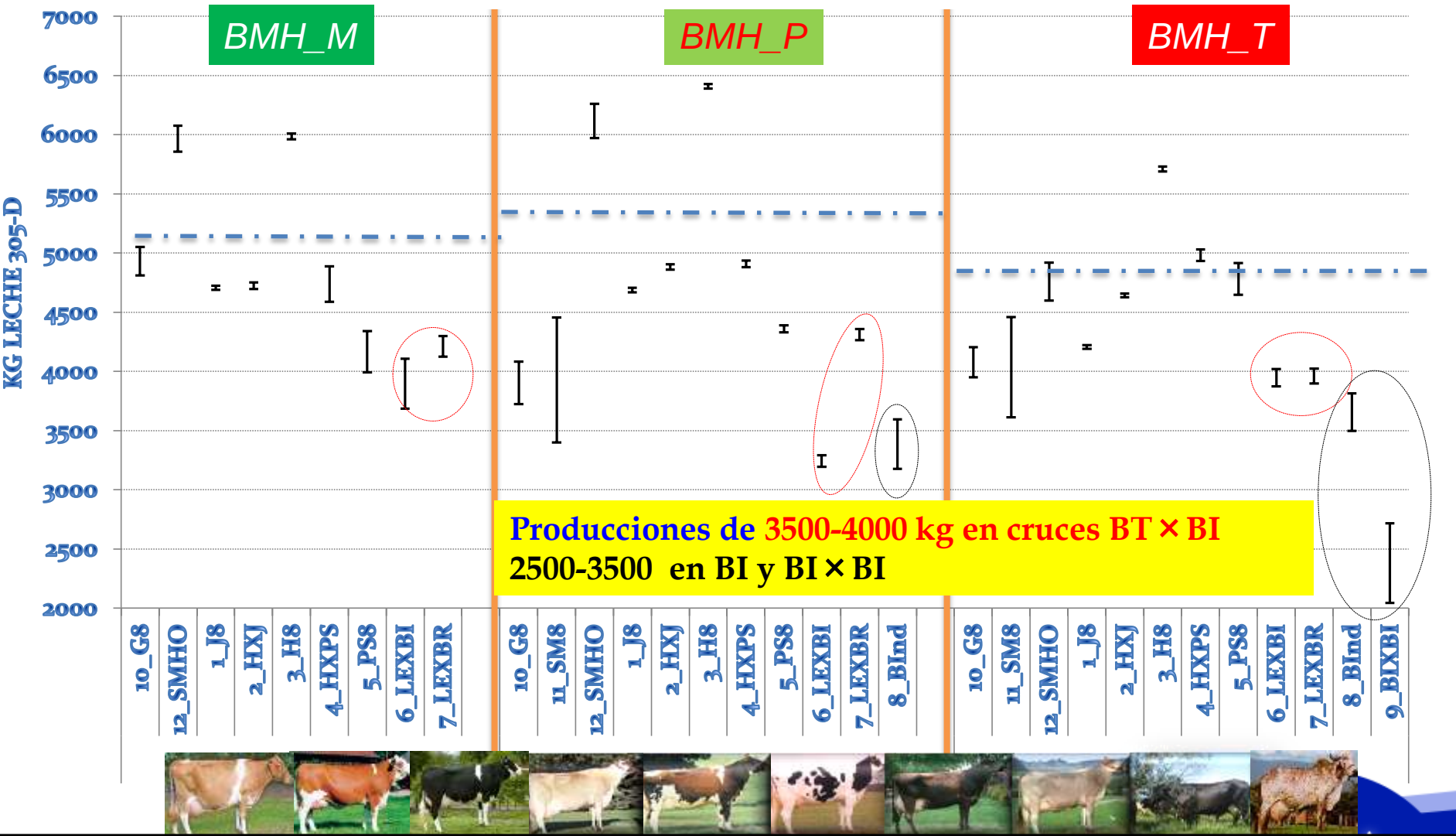
• Edad Primer Parto más alta en BT x BI y BI

G8_Guernsey SM8 Simmental SIMHO Simmental x Holstein J8 Jersey HxJ Holstein x Jersey
H8 Holstein HxPS Holstein x Pardo Suizo PS8 Pardo Suizo
LExBI Cruces (H,PS,...) x Bos Indicus (Gyr,Ind) LExBR Cruces (H,J,PS,...) x Brahman
Bind. (Brahman, Gyr, Indub) BIXBI Cruces Bos Indicus (BrxGyr, BrxInd, Br x Nell.)

Prom. global 5134 kg
Promedio zona. - - - -

COMPARACION RAZAS LECHERAS
CRUCES BT x BT y BT x BI
KG LECHE LACTANCIA (ZONA BMH)

Fuente: Base Nacional (2016)



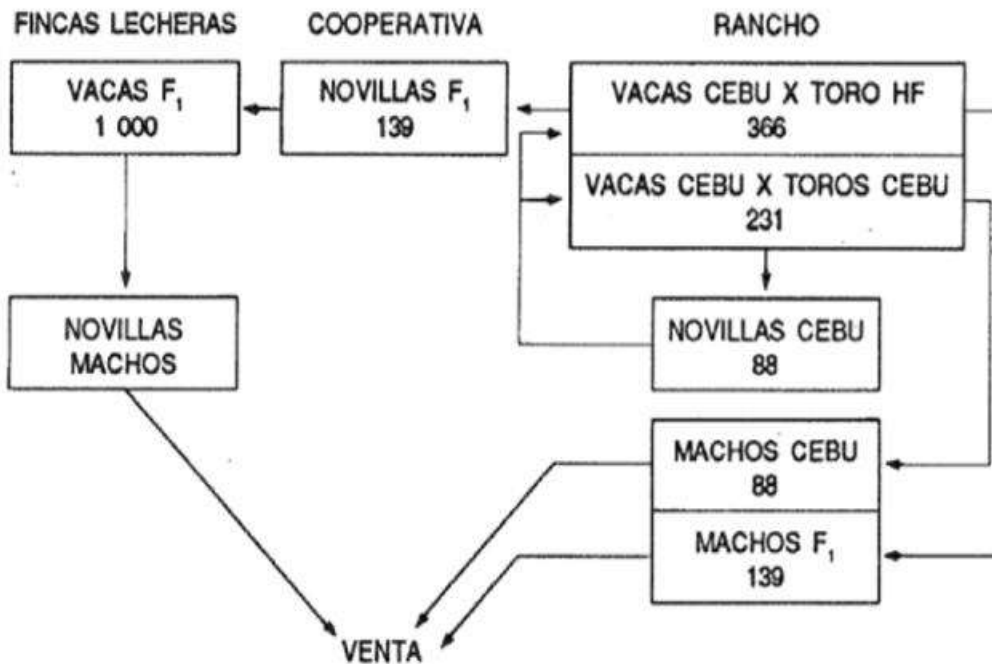
- G8_Guernsey SM8 Simmental SIMHO Simmental x Holstein J8 Jersey HxJ Holstein x Jersey
- H8 Holstein HxPS Holstein x Pardo Suizo PS8 Pardo Suizo
- LExBI Cruces (H,PS,...) x Bos Indicus (Gyr,Ind)
- LExBR Cruces (H,J,PS,...) x Brahman
- Bind. (Brahman, Gyr, Indub)
- BIXBI Cruces Bos Indicus (BrxGyr, BrxInd, Br x Nell.)

PRODUCCIÓN CONTINUA DE F1 /EJEMPLO: HOLSTEIN x GUZERA (BRASIL)

Fuente: Madalena (2002)



X



Las hembras F1 pueden cruzarse
(con BT o Cebú) en función del mercado y
sistema de producción

- Una cooperativa contrata a fincas cebuínas para la producción continua de F1

- **Ventajas:**

- Aprovecha complementariedad entre razas

- Se mantiene 100% Vigor Híbrido

- **Desventajas:**

- Los hatos cebuínos deben ser grandes para poder producir sus reemplazos

Alternativa posible:

- Producción a gran escala de embriones F1 (uso de semen Sexado +Fertil. In Vitro)





CUANDO SE JUSTIFICA USAR CRUCES BOS TAURUS x BOS INDICUS? O RAZAS BOS INDICUS (LECHERAS)

- ZONAS CON CONDICIONES AGROECOLOGICAS MENOS FAVORABLES (TEMP. > 24°C, ITH 75-80, EJ BMH-T, BH- T, BS-T), MAYOR EXPOSICION A PARASITOS, ESTACIONALIDAD MARCADA
- PARA SISTEMAS DE PRODUCCION DE DOBLE PROPOSITO CON CRIANZA DE MACHOS O LECHERIAS DE BAJURA
- NIVELES DE BOS TAURUS $\geq \frac{3}{4}$ NO SON CONVENIENTES EN LAS ZONAS CALIENTES
- MEJOR OPCION EN FINCAS CON NIVEL DE MANEJO BAJO O MEDIO, MENOS INFRAESTRUCTURA, ORDEÑO MANUAL, MONTA NATURAL, PRODUCCION A BASE DE PASTURAS, SUPLEMENTACION RESTRINGIDA
- EXISTENCIA DE RESTRICCIONES DE TIPO ECONOMICO (ALTOS PRECIOS DE INSUMOS, BAJO PRECIO DE LECHE)

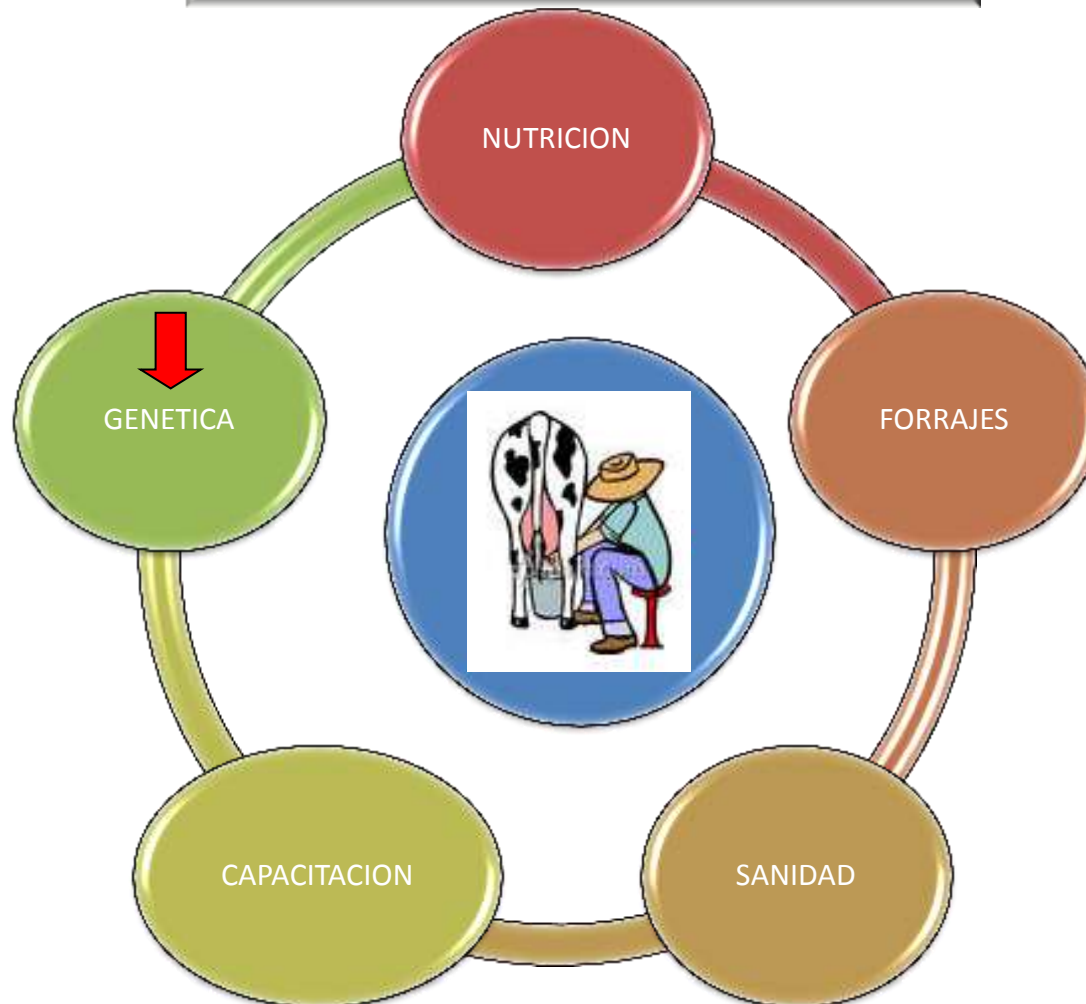


CONSIDERACIONES FINALES

- ✓ EL MEJORAMIENTO GENETICO DEBE IR DE LA MANO CON EL MEJORAMIENTO EN EL MANEJO
- ✓ NO EXISTE UNA RAZA O CRUCE IDEAL PARA TODAS LAS SITUACIONES
- ✓ PARA UN PRODUCTOR ES IMPORTANTE EVALUAR SUS CIRCUNSTANCIAS, ESCOGER UNA ESTRATEGIA Y APEGARSE FIELMENTE A ESTA.
- ✓ EL MEJORAMIENTO GENETICO NO DEBE ENFOCARSE A BUSCAR LA MAXIMA PRODUCCION POR ANIMAL O POR HECTAREA SINO LA MAXIMA RENTABILIDAD DEL SISTEMA DE PRODUCCION
- ✓ EL MEJORAMIENTO GENETICO ES UNA DE LAS MEJORES INVERSIONES QUE PUEDE HACER EL PRODUCTOR LECHERO



Eficiencia = Genética + Ambiente



Lectura sugerida:

Vargas B. 2013. Mejoramiento genético: herramienta para incrementar la productividad del hato lechero. Revista UTN Informa, No. 66. pag 6-14.

<http://atenas.utn.ac.cr/>

