

### III. VALIDACIÓN DE LA TÉCNICA DE ULTRASONIDO Y PREDICCIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE CARCASA

**Autores:** Soledad Ferreira, Virginia Olivieri y Mariana Schnyder (1999)

**Director de tesis:** Daniel de Mattos

#### OBJETIVOS:

- 1) validar en Uruguay la técnica del ultrasonido para predecir AOB, EGS y P8 de la carcasa,
- 2) desarrollar ecuaciones de predicción del rendimiento comercial: peso en segunda balanza, peso del corte pistola tres costillas con garrón, porcentaje de corte pistola tres costillas con garrón y rendimiento en segunda balanza.

#### METODOLOGÍA:

Se utilizaron en este experimento 186 novillos comerciales Hereford, que fueron donados a la Sociedad Criadores de Hereford del Uruguay (SCHU) por las cabañas participantes en la Prueba de Toros del año 1997. Los mismos nacieron en la primavera de 1996 y en setiembre del año siguiente fueron trasladados a la Central de Pruebas de Kiyú (CPK), al predio de la Sociedad Rural de Durazno (SRD), y al predio de la Sociedad Rural de Río Negro (SRRN), donde se llevó a cabo su engorde.

Al finalizar esta etapa, cuando se consideraba que los novillos estaban terminados (basándose en su peso y/o apreciación visual) se los faenaba, a raíz de lo cual resultaron siete grupos de faena.

Las determinaciones de AOB, EGS, P8 y Marmoreado ultrasónicos, así como de peso vivo, se llevaron a cabo en las instalaciones de las distintas centrales, promedialmente 6 días antes de la faena.

A continuación se exhiben las ecuaciones de predicción generadas para las características de la res medidas mediante ultrasonido, y las gráficas que ilustran el ajuste de las ecuaciones de predicción a los valores observados en la carcasa.

#### RESULTADOS:

**Cuadro I. Ecuaciones de predicción para AOB, EGS y P8 de carcasa**

Variable a predecir	Var. indep.	Parámetro		R2 del modelo	RCME
		'0	'1		
AOBf 10/11	AOBv 12/13	2.588	0.920	0.780	2.18
P8 f	P8 v	3.174	0.745	0.520	1.36
EGS f10/11	EGS v 12/13	0.598	1.126	0.463	1.64

**Cuadro II. Variables de predicción según grado de conformación.**

Variables	Grados conformación		
	I	N	A
Rendimiento	61.16a	55.41b	53.93c
Segunda balanza	252.5a	232.94a	226.6b
Media res	125.3a	115.02ab	112.23b
Peso pistola	51.9a	47.97a	47.01 <sup>a</sup>
Porcentaje pistola	41.45a	41.71a	41.93 <sup>a</sup>

Promedios dentro de una misma fila con diferentes letras (a,b,c) difieren significativamente al 5%

**Cuadro n° III Correlaciones entre variables medidas en vivo y sus respectivos valores de carcasa**

<i>Variables</i>	<i>P8 f</i>	<i>EGS f (10/11)</i>	<i>EGS v (10/11)</i>	<i>AOB v (10/11)</i>	<i>AOB f (10/11)</i>
P8 v	0.659 <sup>①</sup>				
EGSv (12/13)		0.642 <sup>①</sup>	0.531 <sup>①</sup>		
EGS v (10/11)		0.886 <sup>①</sup>			
AOB v(12/13)				0.882 <sup>①</sup>	0.808 <sup>①</sup>
AOB v (10/11)					0.961 <sup>①</sup>

① Valores diferentes de cero ( $P < .01$ )

N=186 en todos los casos excepto en AOBv10/11 , EGSv 10/11(N=27).

**Cuadro Variables de predicción según grado de terminación.**

Variables	Grados terminación	
	1	2
Rendimiento	52.08a	55.16b
Segunda balanza	223.43a	231.62 <sup>a</sup>
Media res	109.83a	114.50 <sup>a</sup>
Peso pistola	46.54a	47.78 <sup>a</sup>
Porcentaje pistola	42.44a	41.75 <sup>a</sup>

Promedios dentro de una misma fila con diferentes letras (a,b,c) difieren significativamente al 5%

**Cuadro V. Variables de predicción según dentición**

Variables	Dentición		
	0	2	4
Rendimiento	54.72 a	55.65 b	56.19 b
Segunda balanza	228.59 b	234.42 a	230.60 ab
Media res	112.99 a	115.86 b	113.76 ab
Peso pistola	47.54 a	47.99 a	47.24 a
Porcentaje pistola	42.1 a	41.42 b	41.51ab

Promedios dentro de una misma fila con diferentes letras (a,b,c) difieren significativamente al 5%

**Cuadro VI. Modelos para la predicción de Peso de segunda balanza**

Modelos	VARIABLES	R2 modelo	R2 parcial	Cp ①	RCME②
<b>M2°P③</b>	Peso vivo	0.8194	0.8194	26.56	6.5
	AOBv12/13	0.8428	0.0234	10.33	6.1
	P8 vivo	0.8525	0.0097	4.79	5.9
<b>M2°④</b>	AOBv12/13	0.1815	0.1815	5.34	10.56
	P8 vivo	0.2262	0.0447	1.16	10.32

①Cp: Cp de Mallow.

② RCME : raíz del cuadrado medio del error.

③ M2°P - Variables evaluadas: Peso vivo,P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.

④ M2°- Variables evaluadas : P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.

**Cuadro VII. Modelos para la predicción del rendimiento en segunda balanza**

Modelo	VARIABLES	R2 modelo	R2 parcial	Cp①	RCME②
<b>MRP ③</b>	AOB v 12/13	0.1763	0.1763	11.45	1.22
	P8 vivo	0.2606	0.0843	0.96	1.16
<b>MR ④</b>	AOB v12/13	0.1331	0.1331	9.81	1.22
	P8 vivo	0.2093	0.0761	1.02	1.17

①Cp: Cp de Mallow.

② RCME : raíz del cuadrado medio del error.

③ MRP - Variables evaluadas: Peso vivo,P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.

④ MR - Variables evaluadas: P8 vivo, AOB v12/13, EGS vivo12/13, marmoreado.

**Cuadro VIII. Predicción de peso del corte pistola (incluye variables relacionadas con peso)**

Modelos	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
MP1	Peso vivo	0.8260	0.8260	25.88	1.37
	AOB v 12/13	0.8559	0.0299	4.17	1.25
MP2	Peso 2° balanza	0.8897	0.8897	52.89	1.04
	P8 v	0.9091	0.0195	25.97	0.95
	Dentición	0.9174	0.0083	15.60	0.91
	Rendimiento	0.9212	0.0037	12.10	0.89
	AOB v 12/13	0.9254	0.0042	7.82	0.87
	EGS v 12/13	0.9276	0.0022	6.56	0.86
MP3	Peso 2° balanza	0.9267	0.9267	35.00	0.968
	Dentición	0.9345	0.0078	15.90	0.918
	Conformación	0.9385	0.0040	7.22	0.893
	Rendimiento	0.9401	0.0017	4.74	0.883
MP4	Peso media res	0.9401	0.9401	45.33	0.893
	P8 f	0.9468	0.0067	23.55	0.844
	Dentición	0.9504	0.0036	12.84	0.817
	EGS f 10/11	0.9519	0.0014	9.82	0.808
	AOB f 10/11	0.9536	0.0017	5.82	0.796
MP5	Peso media res	0.9406	0.9406	41.59	0.841
	P8 v	0.9523	0.0117	14.81	0.758
	Dentición	0.9561	0.0038	7.44	0.731

a: MP1 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, peso vivo.

b: MP2 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.

c: MP3 - Variables evaluadas: Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.

d: MP4 - Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición, rendimiento en segunda balanza, Peso media res, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

e: MP5 - Variables evaluadas: peso vivo, AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición, Peso media res, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

**Cuadro IX. Predicción de peso del corte pistola ( no incluye variables relacionadas con peso)**

Modelos	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
M1 a	AOB v 12/13	0.2059	0.2059	2.41	2.247
M2 b	AOB v 12/13	0.2177	0.2177	-0.27	2.166
M3 c	Conformación	0.0619	0.0619	2.39	2.86
M4 d	AOB f 10/11	0.1821	0.1821	4.94	2.58
	Conformación	0.2059	0.0238	2.18	2.55
M5 e	AOB v 12/13	0.2046	0.2046	-3.52	2.14

a M1 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado.

b M2 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, conformación, terminación y dentición.

c M3 - Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición.

d M4 - Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

e M5 - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, conformación, terminación y dentición, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

**Cuadro X. Predicción del porcentaje del corte pistola (incluye variables relacionadas con peso)**

	<b>Variables</b>	<b>R2 del modelo</b>	<b>R2 parcial</b>	<b>Cp</b>	<b>RCME</b>
<b>M1P% a</b>	P8 v	0.1817	0.1817	12.00	0.772
	Peso vivo	0.2265	0.0448	6.99	0.753
<b>M2P% b</b>	P8 v	0.2118	0.2118	21.35	0.734
	Dentición	0.2866	0.0749	10.78	0.702
	Peso 2° balanza	0.3219	0.0352	6.86	0.687
	AOB v12/13	0.3468	0.0249	4.68	0.678
<b>M3P% c</b>	Rendimiento	0.1309	0.1309	16.84	0.782
	Dentición	0.1799	0.0490	8.47	0.762
	Peso 2° balanza	0.2114	0.0314	3.82	0.750
<b>M4P% d</b>	Rendimiento	0.1338	0.1338	35.06	0.775
	P8 f	0.1990	0.0652	21.85	0.747
	Dentición	0.2369	0.0379	15.01	0.731
	Peso 2° balanza	0.2597	0.0228	11.69	0.723
	AOB f 10/11	0.2875	0.0278	7.21	0.711
	EGS f 10/11	0.3039	0.0164	5.39	0.705
<b>M5P% e</b>	P8 v	0.2186	0.2186	17.59	0.702
	Dentición	0.2979	0.0793	6.94	0.668
	Peso 2° balanza	0.3354	0.0375	2.96	0.653

a: M1P% - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, peso vivo.

b: M2P% - Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.

c: M3P% - Variables evaluadas: Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición.

d: M4P% - Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición, rendimiento en segunda balanza, Peso 2° balanza, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

e: M5P% - Variables evaluadas: peso vivo, AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, Peso 2° balanza, rendimiento en segunda balanza, conformación, terminación y dentición, peso de media res, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

**Cuadro XI. Predicción de porcentaje del corte pistola ( no incluye variables relacionadas con peso)**

	Variables	R2 del modelo	R2 parcial	Cp	RCME
<b>M1% a</b>	P8 v	0.1843	0.1843	4.64	0.708
<b>M2% b</b>	P8 v	0.2104	0.2104	16.27	0.692
	Dentición	0.3168	0.1064	1.65	0.647
	EGS v 12/13	0.3350	0.0182	0.81	0.640
<b>M3% c</b>	Dentición	0.1164	0.1164	2.65	0.078
<b>M4% d</b>	P8 f	0.1073	0.1073	15.85	0.802
	Dentición	0.1644	0.0571	5.84	0.778
	EGS f 10/11	0.1867	0.0224	3.13	0.770
<b>M5% e</b>	P8 v	0.1888	0.1888	3.67	0.692
	Dentición	0.2715	0.0828	3.66	0.659

a M 1%- Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado.

b M 2%- Variables evaluadas AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, conformación, terminación y dentición.

c M 3%- Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición.

d M 4%- Variables evaluadas: conformación, terminación y dentición, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

e M 5%- Variables evaluadas: AOB v 12/13, EGS v 12/13, P8 v, marmoreado, conformación, terminación y dentición, P8 f, EGS f 10/11, AOB f 10/11.

#### CONCLUSIONES:

El primero de los objetivos planteados al inicio de este trabajo fue la validación de la técnica de ultrasonido en animales alimentados en base a pasturas, para lo cual se estudió la exactitud y precisión con la que AOB, EGS y P8 de carcasa fueron estimados a partir de EGS, AOB y P8 ultrasónicos. A este respecto, se comprobó que el AOB de carcasa puede ser estimado con una muy buena exactitud y precisión a partir del AOB de ultrasonido, mientras que para EGS y P8 de la carcasa la exactitud y precisión son buenas.

Otro aspecto a destacar es que, en la medida que las determinaciones de AOB y EGS ultrasónicos se realicen en la interfase de las mismas costillas en vivo y en frigorífico, la exactitud y precisión alcanzada será mejor. Asimismo se verificó que la magnitud del AOB, EGS y P8 de carcasa afecta la exactitud y precisión alcanzadas.

En lo que respecta a los modelos de predicción, se obtuvo para la AOB de carcasa un alto poder predictivo, mientras que los R2 obtenidos por los modelos de predicción de EGS y P8 son de magnitud intermedia.

En su conjunto los resultados obtenidos permiten concluir que el ultrasonido en tiempo real es una herramienta válida para la determinación de AOB, EGS y P8 de carcasa en novillos Hereford alimentados fundamentalmente en base a pasturas.

Esto implica que el ultrasonido puede ser empleado para formar grupos homogéneos de animales para su alimentación diferencial en función de su fase de desarrollo, empleado para la estimación de los valores de cría (DEP) de los reproductores para las características de la carcasa (AOB, EGS y P8), o bien como una herramienta para el estudio de los procesos de crecimiento y desarrollo de los animales.

El segundo objetivo planteado al inicio de este trabajo era desarrollar ecuaciones de predicción para peso en segunda balanza, rendimiento en segunda balanza, peso del corte pistola tres costillas con garrón y porcentaje del corte pistola tres costillas con garrón.

Para la variable peso en segunda balanza, el modelo de predicción constituido por las variables determinadas en vivo (incluyendo el peso) alcanza un muy buen poder predictivo, siendo el peso vivo la variable que explica la mayor parte de la variación de la misma. En este modelo las variables AOB y P8 vivo si bien no generan un aumento importante en el R2 del modelo, contribuyen a mejorar su ajuste. Esto implica que, a partir de variables que se pueden determinar en el propio establecimiento agropecuario, se es capaz de predecir con alta confiabilidad el peso en segunda balanza, siendo esta variable uno de los criterios de remuneración al productor.

En lo que respecta a la predicción del rendimiento en segunda balanza los modelos evaluados no explican un alto porcentaje de la variación de éste. Este resultado se relativiza por el hecho de que si se regulan las condiciones de pesada al registrar el peso vivo (acceso a agua y alimentos), y pudiéndose estimar el peso en segunda balanza con un muy alto poder predictivo, es posible calcular el rendimiento en segunda balanza sin mayores problemas.

En lo concerniente al peso del corte pistola tres costillas con garrón, aquellos modelos que incluyen variables relacionadas con el peso alcanzan un muy alto poder predictivo, siendo peso vivo, peso en segunda balanza y peso de media res las variables que explican la mayor parte de la variación del peso del corte pistola tres costillas con garrón. Las otras variables que ingresan en los distintos modelos de predicción, si bien no contribuyen de manera importante a aumentar el poder predictivo de los modelos, permite alcanzar un mejor ajuste de los mismos.

El poder predictivo alcanzado por el modelo constituido exclusivamente por variables registradas en vivo (incluyendo peso), es apenas inferior al alcanzado por aquellos constituidos por determinaciones realizadas a nivel del frigorífico, o bien que el de aquel constituido por todas las variables registradas. Si se toma en cuenta que el realizar las determinaciones a nivel de campo es mucho más sencillo de llevar a cabo que realizar determinaciones en la planta frigorífica, y que la información estaría disponible para tomar decisiones de manejo (momento de venta, peso de producto a vender, etc.), estas diferencias de poder predictivo se minimizan.

En conclusión es posible estimar mediante medidas registradas en vivo el peso del corte pistola tres costillas con garrón con un muy alto poder predictivo, lo que implica que a partir de variables registradas en el establecimiento es posible determinar el peso de un corte que está constituido por los cortes de mayor valor de la carcasa. Teniendo en cuenta esto se podrían generar cambios en la forma de comercializar las reses, de modo que el sistema de pago contemple en mayor medida el verdadero valor del producto.

En lo que respecta a la predicción del porcentaje del corte pistola tres costillas con garrón, se encontró que el poder predictivo de todos los modelos evaluados es bajo, siendo aquel constituido por 3 variables que se pueden registrar en vivo (P8vivo, AOBv 12/13 y dentición) y peso en segunda balanza, el que explica la mayor parte de la variación del porcentaje del corte pistola tres costillas con garrón. Se considera negativo el bajo poder predictivo alcanzado, porque es importante poder estimar con confiabilidad que proporción de las reses representan los cortes de mayor valor económico; asimismo esto es un impedimento para el desarrollo de valores de cría para porcentaje de producto vendible (definido como porcentaje del corte pistola tres costillas con garrón), como se está haciendo en otros países.

Un objetivo a plantearse en próximas investigaciones es la evaluación del poder predictivo de las mismas variables registradas (y quizás otras como ser KPH), en la predicción del peso y porcentaje de los cortes de mayor valor deshuesados y recortados por exceso de grasa, para lograr una mayor aproximación al producto de mayor valor de la carcasa. Otro aspecto a considerar sería la realización de mediciones seriadas, para determinar el momento más adecuado para predecir estas características lo antes posible.