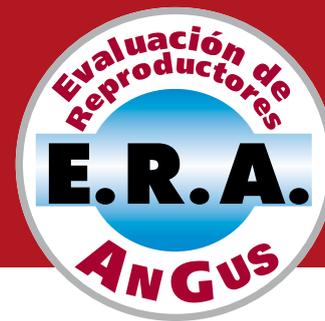


# DEP CLÁSICOS: ¿POR QUÉ MODERAR SU PRECISIÓN?

Verdadera Precisión  
*versus*  
Precisión de la BIF.



## SU IMPLEMENTACIÓN EN NUESTRO PROGRAMA ERA

Los DEP (Diferencia Esperada entre Progenies), como los generados por el Programa ERA (Evaluación de Reproductores Angus) de esta Asociación, son una de las herramientas más importantes para seleccionar toritos y vaquillonas de reposición en los rodeos de cría. Sin embargo, el DEP de un animal para una determinada característica no es la única información que uno debe considerar. Siempre queremos seleccionar toritos y vaquillonas que tengan el mejor mérito genético para una combinación de características, a los fines de maximizar el progreso genético en un rodeo de cría. Mientras los DEP proveen la mejor herramienta para seleccionar, por ejemplo, un reproductor para la próxima generación, el verdadero DEP de él, nunca es conocido con un 100% de certeza, por lo cual, entender correctamente la Precisión que siempre acompaña al DEP, es una parte esencial en la reposición de toritos y vaquillonas. En consecuencia, un DEP siempre va acompañado de su correspondiente medida de Precisión, que va en el rango de 0 a 1. Esta medida refleja la confianza del DEP en la predicción del mismo. Una medida de Pre-

cisión cercana a cero, reflejaría casi ninguna confianza en el valor de predicción del DEP, mientras que una Precisión que se aproxima a 1 indicaría una mejor y más confiable predicción del DEP. Excluyendo a la evaluación genómica, a los animales recién nacidos se les puede calcular un DEP de Pedigree, en base al promedio de los DEP de sus padres, con una Precisión muy baja. La mayoría de las asociaciones de

criadores, automáticamente le asignan a dicho DEP una Precisión de 0,05 (Tabla I). Debido a esto, hermanos completos (compañeros de un mismo “flushing”) tendrán los mismos DEP y con idéntica Precisión. Como describiremos, a medida que se generen datos fenotípicos o genómicos empezarán a diferenciarse. En este artículo sólo nos concentraremos en los DEP clásicos, sin incluir los datos genómicos en los mismos.

**Tabla I: Comprendiendo la Precisión**

**DEP de pedigree:**

$$DEP_{PROGENIE} = 1/2 DEP_{Toro} + 1/2 DEP_{Madre}$$

**DEP progenie:**

$$DEP_{PROGENIE} = 1/2 DEP_{Toro} + 1/2 DEP_{Madre} + \varphi$$

Nota: mendelian sampling ( $\varphi$ )



Todos sabemos que los hermanos completos, ya sea de dos apareamientos diferentes, ambos no van a recibir los mismos genes. En consecuencia, es necesario agregar un tercer término propio de cada apareamiento entre los mismos padres, que se denomina “mendelian sampling” ( $\Psi$ ) o efecto mendeliano. Esto se debe a que las gametas que se generan de un mismo individuo (tanto padre como madre) no necesariamente son iguales, dado que por el proceso de la meiosis se generan recombinaciones intracromosómicas e inter-cromosómicas (segregación independiente). En otras palabras, cada gameta específica de un individuo (macho o hembra) puede ser mejor o peor que el promedio de sus propias gametas. Esta es la causa de la diferencia entre hermanos completos de todas las especies de animales superiores, incluida la humana. El verdadero valor de este término, efecto mendeliano, no puede ser estimado hasta que tengamos información adicional de datos fenotípicos propios de los individuos y de sus parientes.

La verdadera Precisión ( $r$ ) indica la confiabilidad del DEP: en qué grado el DEP predice el verdadero valor genético aditivo de un animal para cualquier característica considerada en el Resumen de Padres. Como mencionamos, la Precisión varía de 0 a 1. La aproximación a valores más altos depende de varios factores: de la característica y su heredabilidad, de la

correlación genética entre los diferentes caracteres asociados (Multiple Trait Model) y de las distintas fuentes de información utilizadas para obtener los DEP de los reproductores. En un toro padre, uno puede tener las siguientes fuentes de información: su propia performance o no, la de sus hijos y la de otros parientes que surjan del pedigree de dicho toro o vientre. A su vez, si un toro padre tiene hijos en un mayor número de grupos contemporáneos o rodeos, esto incide favorablemente en su Precisión. Todos los factores mencionados transforman el número real de crías de un toro padre en lo que académicamente se denomina “número efectivo de progenies”, el cual tiene mucha influencia en la Precisión. Por los motivos mencionados, toros padres con igual número de crías reales pueden tener

diferente Precisión, porque su “número efectivo de progenies” es diferente.

Se pueden comparar reproductores con diferentes Precisiones, ya que los DEP están ajustados por la diferente cantidad de información disponible. En este caso, la Precisión nos indica el mayor o menor riesgo que corremos al elegir uno u otro toro. Dicho riesgo se puede cuantificar con el Cambio Posible.

La forma de predicción de los DEP es la que siempre hemos usado y surge de la resolución de las ecuaciones de Modelos Mixtos del Dr. C. Henderson. También, de las mismas ecuaciones sacamos las “verdaderas Precisiones ( $r$ )” que acompañan a los DEP.

## ¿Qué es la Precisión de la BIF?

### Verdadera Precisión ( $r$ )

–Definida como la correlación entre el verdadero DEP y el estimado DEP.

### Precisión de la BIF

–Es más conservadora y requiere más registros de progenies para lograr más altas precisiones.

# PROGRAMA ERA

La verdadera Precisión ( $r$ ) ha dejado de usarse en los programas de evaluación genética en Estados Unidos, dado que la misma tendía a subir muy rápidamente hacia su pico de 0,999. Si bien desde el punto de vista metodológico es lo correcto, la realidad es que muchos reproductores con alta Precisión sufrían cambios bruscos en sus DEP, creando una gran incertidumbre, no sólo en los criadores, sino en los programas de evaluación genética de las diferentes razas. Este problema fue planteado en la Beef Improvement Federation (BIF), que nuclea a todas las asociaciones de criadores de razas de carne de Estados Unidos, y se decidió transformar y moderar matemáticamente el crecimiento de la "verdadera Precisión ( $r$ )" de una forma pragmática y usando la misma como base, como lo ilustra la Tabla II.

**Tabla II: Precisión**

$$r_{EBV,TBV} = \sqrt{1 - PEV / \sigma_a^2}$$

$$r_{EBV,TBV} = \sqrt{1 - (1 - BIF)^2}$$

$$BIF = 1 - \sqrt{1 - r_{EBV,TBV}^2}$$

Nota:

$r$  es la verdadera Precisión, que se define como la correlación entre el valor genético (VG) estimado y el verdadero valor genético. Recuerde que el  $DEP = \frac{1}{2}VG$ .

$PEV$  = Al Error Estándar de Predicción.

$\sigma_a^2$  = Es la Variancia Genética Aditiva.

## CABAÑA La Piedrita de Julio Méndez Duhau

### Río Cuarto Prueba Pastoril

Categoría "Trío de Vaquillonas "

1<sup>er</sup> premio,  
Campeona de la categoría,  
Reservada de Gran Campeona

### Jesus María

### PREMIOS OBTENIDOS EN EXPOSICIONES 2018

Categoría "Trío de Vaquillonas "

1<sup>er</sup> Premio, Campeona de la categoría,  
Lote Gran Campeón,  
2<sup>do</sup> Mejor Toro de Lote,  
1<sup>er</sup> Mejor Vaquillona de Lote,  
Gran Campeona de la muestra.

Categoría "Trío de Toros"

1<sup>er</sup> Premio,  
Campeón de la categoría,  
Lote Gran Campeón  
y 2<sup>do</sup> Mejor Toro de Lote

### Río Cuarto

Categoría "Toro Individual"

1<sup>er</sup> Premio y Campeón de la categoría

Categoría "Terñera"

1<sup>er</sup> Premio y Rda. Campeona de la categoría

Categoría "Trío de Toros"

1<sup>er</sup> Premio y Rdo. Campeón de la categoría



**Alejandro Roca, Córdoba**

[lapiedrita@telepab.com.ar](mailto:lapiedrita@telepab.com.ar)

Teléfono: 0358-4987792

De esta forma se genera la Precisión de la BIF, la cual es mucho más conservadora, porque requiere mucha más información fenotípica (propia o de parientes) para ir aproximando a valores cercanos a 0,999. La Tabla III nos ilustra cómo es transformada una verdadera Precisión (r) de 0,5 en una Precisión de la BIF de 0,13, más conservadora.

La Tabla IV es muy ilustrativa, al mostrar cómo la Precisión, ya sea la verdadera (r) o de la BIF, varía en función de la heredabilidad de cada característica. También indica el número aproximado de progenies necesarias para alcanzar los niveles de la verdadera Precisión (r) y su equivalente de la BIF, para tres características con heredabilidades diferentes. Cuanto menor sea la heredabilidad de una característica, más hijos necesitamos para lograr que la Precisión se vaya incrementando.

El Gráfico I generaliza y ejemplifica muy bien cómo las verdaderas Precisiones (r) son transformadas y limitadas en su crecimiento, es decir se las hace más conservadoras, al generarse las Precisiones de la BIF. En consecuencia, todos los DEP en Estados Unidos actualmente son publicados con la Precisión de la BIF. De esta forma cuando el criador lee un DEP con moderada o alta Precisión, tiene una mayor confiabilidad en la predicción del mismo, para su uso en los rodeos de cría, ya sea como toritos o vaquillonas de reposición. De esta forma, los reproductores con una razonable alta Precisión BIF (2), ya no presentan cambios tan bruscos entre una evaluación y la siguiente, siendo el Cambio Posible (expresado en la Tabla V), de menor magnitud con respecto al que mostraban con la verdadera Precisión (1).

**Tabla III:**  
**Conversión entre la verdadera Precisión (r) y la Precisión de la BIF**

$$(r) = \sqrt{1 - (1 - BIF)^2}$$

$$BIF = 1 - \sqrt{1 - r^2}$$

Si la verdadera Precisión (r) es 0.5,  
la Precisión de la BIF es:

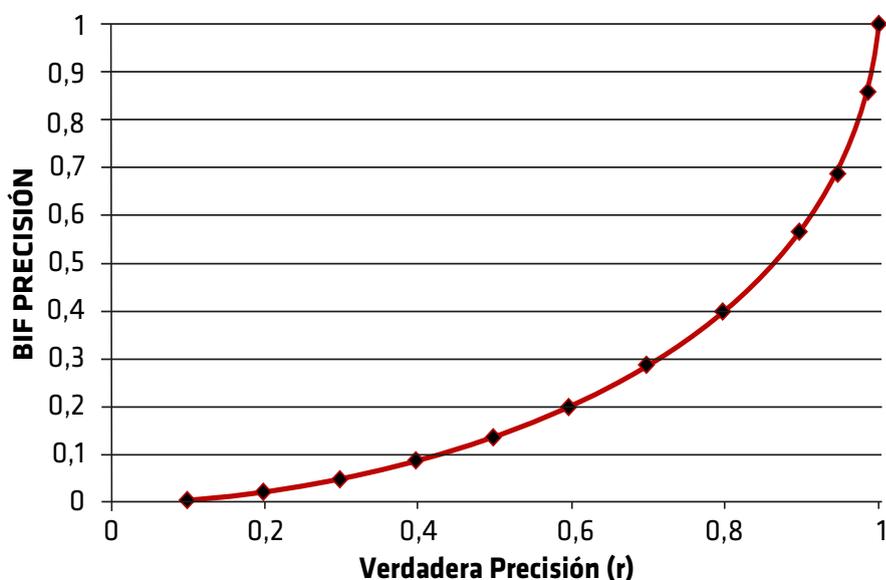
$$BIF = 1 - \sqrt{1 - (0.5 \times 0.5)} = 0.13$$

**Tabla IV: Precisión comparada**

Número aproximado de progenies necesarias para alcanzar los niveles de verdadera Precisión (r) y su equivalente de la BIF, para tres heredabilidades diferentes

Precisión		Niveles de heredabilidad		
r	BIF	H <sup>2</sup> (0.1)	H <sup>2</sup> (0.3)	H <sup>2</sup> (0.5)
0.1	0.01	1	1	1
0.2	0.02	2	1	1
0.3	0.05	4	2	1
0.4	0.08	8	3	2
0.5	0.13	13	5	3
0.6	0.2	22	7	4
0.7	0.29	38	12	7
0.8	0.4	70	22	13
0.9	0.56	167	53	30
0.999	0.99	3800	1225	700

**Gráfico I:**  
**Precisión de la BIF versus verdadera Precisión (r)**



## **CAMBIO POSIBLE VERDADERA PRECISIÓN (1) VERSUS PRECISIÓN DE LA BIF (2)**

La Tabla V lista los valores de los denominados Cambios Posibles asociados con los distintos niveles de Precisión de los DEP, para las diferentes características evaluadas y para cualquier reproductor Angus incluido en nuestro Programa ERA. El Cambio Posible está expresado en unidades positivas y negativas de DEP y lo podemos definir de la siguiente manera: Es el cambio esperado (o potencial desviación) entre el DEP calculado (listado) y el “verdadero” mérito genético (DEP) de cada reproductor, para la correspondiente

característica evaluada. Como mencionamos, nunca podemos conocer el “verdadero” mérito genético de un reproductor, pero sí nos podemos ir aproximando a él a medida que tenemos mayor cantidad de información para calcularlo.

Para una dada Precisión, un reproductor debería tener su “verdadero” mérito genético (DEP) alrededor del 67% de las veces, dentro del rango del DEP (listado)  $\pm$  el valor del Cambio Posible, expresado en la mencionada Tabla V. Como ejemplo, podemos observar cómo un reproductor

que presenta una verdadera Precisión (1) de 0,60 para Peso Final, podría tener un Cambio Posible de  $\pm$  7,90 kg. Sin embargo, con una Precisión de la BIF de 0,60, sólo el Cambio Posible es de  $\pm$  3,95 kg. Como vemos, el Cambio Posible tiene mucho menos impacto o es de menor magnitud y da más confiabilidad al DEP estimado, si lo acompañamos por la Precisión de la BIF, pues es más conservadora, y a valores altos de la misma, no se espera que tengan saltos bruscos o grandes en Cambios Posibles.

# ¡Feliz Año Socios!

Un placer acompañar a los socios de la Asociación Argentina de Angus en 2018. Les deseamos un excelente fin de año y los mejores deseos para la próxima campaña.



**Tabla V: Cambio Posible de DEP según su Precisión**

(1)	(2)												
PREC	BIF-PREC	LG	PN	PD	LECHE	PF	CE	ALT	AOB	GD	GC	GI	PCM
0,1411	0,01	± 2,67	± 1,09	± 7,00	± 6,26	± 9,77	± 0,72	± 1,40	± 3,62	± 0,42	± 0,69	± 0,45	± 0,77
0,1990	0,02	± 2,65	± 1,08	± 6,93	± 6,20	± 9,67	± 0,72	± 1,39	± 3,59	± 0,41	± 0,68	± 0,44	± 0,77
0,2431	0,03	± 2,62	± 1,07	± 6,86	± 6,13	± 9,57	± 0,71	± 1,38	± 3,55	± 0,41	± 0,68	± 0,44	± 0,76
0,2800	0,04	± 2,59	± 1,06	± 6,79	± 6,07	± 9,48	± 0,70	± 1,36	± 3,51	± 0,40	± 0,67	± 0,43	± 0,75
0,3122	0,05	± 2,57	± 1,05	± 6,72	± 6,01	± 9,38	± 0,69	± 1,35	± 3,48	± 0,40	± 0,66	± 0,43	± 0,74
0,4359	0,10	± 2,43	± 0,99	± 6,36	± 5,69	± 8,88	± 0,66	± 1,28	± 3,29	± 0,38	± 0,63	± 0,41	± 0,70
0,5268	0,15	± 2,30	± 0,94	± 6,01	± 5,38	± 8,39	± 0,62	± 1,21	± 3,11	± 0,36	± 0,59	± 0,39	± 0,66
0,6000	0,20	± 2,16	± 0,88	± 5,66	± 5,06	± 7,90	± 0,59	± 1,13	± 2,93	± 0,34	± 0,56	± 0,36	± 0,62
0,6614	0,25	± 2,03	± 0,83	± 5,30	± 4,74	± 7,40	± 0,55	± 1,06	± 2,75	± 0,31	± 0,52	± 0,34	± 0,59
0,7141	0,30	± 1,86	± 0,77	± 4,95	± 4,43	± 6,91	± 0,51	± 0,99	± 2,56	± 0,29	± 0,49	± 0,32	± 0,55
0,7599	0,35	± 1,76	± 0,72	± 4,60	± 4,11	± 6,42	± 0,48	± 0,92	± 2,38	± 0,27	± 0,45	± 0,29	± 0,51
0,8000	0,40	± 1,62	± 0,66	± 4,24	± 3,79	± 5,92	± 0,44	± 0,85	± 2,20	± 0,25	± 0,42	± 0,27	± 0,47
0,8352	0,45	± 1,49	± 0,61	± 3,89	± 3,48	± 5,43	± 0,40	± 0,78	± 2,01	± 0,23	± 0,38	± 0,25	± 0,43
0,8660	0,50	± 1,35	± 0,55	± 3,54	± 3,16	± 4,94	± 0,37	± 0,71	± 1,83	± 0,21	± 0,35	± 0,23	± 0,39
0,8930	0,55	± 1,22	± 0,50	± 3,18	± 2,85	± 4,44	± 0,33	± 0,64	± 1,65	± 0,19	± 0,31	± 0,20	± 0,35
0,9165	0,60	± 1,08	± 0,44	± 2,83	± 2,53	± 3,95	± 0,29	± 0,57	± 1,46	± 0,17	± 0,28	± 0,18	± 0,31
0,9367	0,65	± 0,95	± 0,39	± 2,47	± 2,21	± 3,45	± 0,26	± 0,50	± 1,28	± 0,15	± 0,24	± 0,16	± 0,27
0,9539	0,70	± 0,81	± 0,33	± 2,12	± 1,90	± 2,96	± 0,22	± 0,43	± 1,10	± 0,13	± 0,21	± 0,14	± 0,23
0,9682	0,75	± 0,68	± 0,28	± 1,77	± 1,58	± 2,47	± 0,18	± 0,35	± 0,92	± 0,10	± 0,17	± 0,11	± 0,20
0,9798	0,80	± 0,54	± 0,22	± 1,41	± 1,26	± 1,97	± 0,15	± 0,28	± 0,73	± 0,08	± 0,14	± 0,09	± 0,16
0,9887	0,85	± 0,41	± 0,17	± 1,06	± 0,95	± 1,48	± 0,11	± 0,21	± 0,55	± 0,06	± 0,10	± 0,07	± 0,12
0,9950	0,90	± 0,27	± 0,11	± 0,71	± 0,63	± 0,99	± 0,07	± 0,14	± 0,37	± 0,04	± 0,07	± 0,05	± 0,08
0,9987	0,95	± 0,14	± 0,06	± 0,35	± 0,32	± 0,49	± 0,04	± 0,07	± 0,18	± 0,02	± 0,03	± 0,02	± 0,04
0,9992	0,96	± 0,11	± 0,04	± 0,28	± 0,25	± 0,39	± 0,03	± 0,06	± 0,15	± 0,02	± 0,03	± 0,02	± 0,03
0,9995	0,97	± 0,08	± 0,03	± 0,21	± 0,19	± 0,30	± 0,02	± 0,04	± 0,11	± 0,01	± 0,02	± 0,01	± 0,02
0,9998	0,98	± 0,05	± 0,02	± 0,14	± 0,13	± 0,20	± 0,01	± 0,03	± 0,07	± 0,01	± 0,01	± 0,01	± 0,02
0,9999	0,99	± 0,03	± 0,01	± 0,07	± 0,06	± 0,10	± 0,01	± 0,01	± 0,04	± 0,00	± 0,01	± 0,00	± 0,01

De acuerdo a lo descrito, de esta forma los reproductores sólo con propia performance o con pocos hijos para predecir sus DEP, tendrán una Precisión BIF más baja o más conservadora de la que veníamos usando (r), pudiendo sufrir cambios en sus DEP más frecuentemente. En síntesis, la verdadera Precisión (r) usada hasta el presente, si bien estaba bien calculada (Henderson, 1973), sobrestimaba la Precisión, haciendo que el

DEP sea menos confiable en su predicción. La modificación hacia la Precisión de la BIF, es pragmáticamente mucho más exigente y conservadora, dando una mayor confiabilidad al valor predictivo de cada DEP, por lo cual recomendamos este cambio, poniéndolo en práctica en el Programa ERA de la Asociación Argentina de Angus, a partir del 1° de enero de 2019. 

**Fuente:** Recopilación de información sobre la Precisión de la BIF, a través de publicaciones del Dr. Megan Rolf (Oklahoma State University), Dr. Mark Spangler (University of Nebraska), Dra A. Van Eenennaam (University of Davis, California), de la Beef Improvement Federation-BIF (2010) y del Resumen de Padres Angus 2018, de la Asociación Argentina de Angus.