



ECUACIÓN FUNDAMENTAL DE LA MEJORA GENÉTICA

La mejora genética responsable del cambio de los animales domesticados inicialmente, a las innumerables razas y biotipos que se utilizan actualmente para producción animal, se ha basado en el manejo de la expresión **F = G + A**, donde **FENOTIPO = GENOTIPO + AMBIENTE**. Dado que esta expresión es una simplificación, la misma tiene más sentido en términos de variabilidad de una población determinada, que está referida a un grupo considerable de animales ubicados en ciertas condiciones climáticas y de manejo, por tanto, aunque es posible, no debería ser utilizada para explicar el comportamiento de un animal en particular. Primero consideremos, hasta donde es posible, cada elemento de la expresión por separado:



FENOTIPO: Se entiende como la **EXPRESIÓN** del **GENOTIPO** de una característica en un **AMBIENTE** determinado, al que está relacionado íntimamente. Puede tener varias acepciones:

- **Producción Animal**: El **FENOTIPO** es el comportamiento de los animales en general, es decir, los valores expresados de las características de interés económico, a continuación se presentan algunos ejemplos de características fenotípicas, tales como:
 - Sexo: Como la primera expresión y características sexuales secundarias, todas ellas definen el uso del animal en el sistema de producción,...;
 - Producción de leche: De gran importancia en sistemas bufalinos, medida de formas muy diversas y en momentos específicos,...;
 - Crecimiento: Diversas medidas zoométricas se utilizan al respecto, como el peso vivo de los animales en momentos específicos, altura a la cruz, profundidad corporal,...;

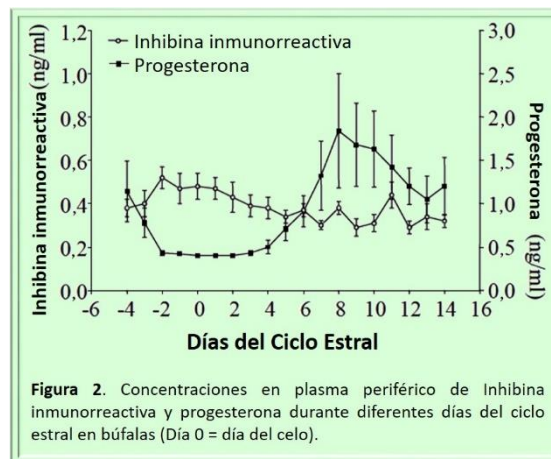
- Reproducción: Expresiones medidas en machos (Pubertad, calidad seminal, conducta sexual...), hembras (Pubertad, ciclicidad ovárica, anestro,..) o de su interacción sexual (Tasa de fertilidad, pajuelas/preñez),...;
- Salud: Tolerancia a infección, huevos de parásito por *ml* de heces, garrapatas por *cm²* de piel, involución uterina postparto,...;
- Alimentación: Horas de pastoreo al día, relación de tiempo de pastoreo/rumia, uso de material fibroso, digestibilidad de materias primas,...;
- Adaptación: Entre algunas de estas características está: tolerancia al calor, resistencia a condiciones de humedad en el suelo, nivel hormonal,...;
- Comportamiento: Agresividad sexual, dominancia, jerarquía, cuidados del bucerro,...



- **Exposición y Juzgamiento:** El término *FENOTIPO* se utiliza de manera restringida a la cercanía de la apariencia del animal con el *Tipo Racial Ideal*, tanto es así, que en estos eventos, el concurso de producción de leche está separado del concurso de categorías, el cual se refiere exclusivamente a la evaluación del patrón racial y en este contexto se entiende que es la competencia de *FENOTIPO*. Esta acepción puede considerarse válida mientras se mantiene dentro de este contexto, pues solo tiene efectos para el evento.
- **Biotipo productivo:** En ciertos contextos, como en la escogencia de los bufalinos reproductores, que se basa exclusivamente en su apariencia (Por tanto no es considerada selección), además del patrón racial, se reconocen como *FENOTIPO* ciertas características, a las que además se da una importancia principal, entre ellas destacan el tamaño, con preferencia por las dimensiones mayores, los aplomos y ciertas características corporales asociadas fenotípicamente con características productivas, desafortunadamente las correlaciones genéticas que respalden este enfoque no han sido demostradas en investigaciones. Acá el inconveniente no es la acepción restringida del término *FENOTIPO*, sino el impacto esperado sobre el legado hereditario, el cual no es posible lograr con esta base teórica tergiversada. Lo cierto es que los reproductores escogidos deben demostrar que transmiten las características de importancia económica, no sólo aparentarlo.

De la afirmación: **El FENOTIPO es observable**, se han derivado algunas **ideas erróneas**. Por ejemplo, que solo se refiere a la ~~apariciencia externa~~ de los animales o que está restringido a las

características que se pueden apreciar a *simple vista*, desconociendo que con *Observable* se hace referencia a las características que se pueden apreciar con nuestros sentidos, así como con los instrumentos que son una extensión de aquellos, por tanto se incluyen las características que se pueden medir con instrumentos o equipos. Así, son ejemplo de *FENOTIPO* los perfiles hormonales, tales como los que se presentan en la imagen adjunta¹, que únicamente se pueden medir y registrar con el uso de ciertos equipos y técnicas especializadas en un laboratorio, con base en muestras de material biológico tomadas del animal, hechas por talento humano con formación y entrenamiento.



GENOTIPO: Asociado al **POTENCIAL** con que cuenta el animal, en el cual se basa la posibilidad de expresión de ciertas características. Está representado por el genoma completo del animal. En esta expresión se hacen abstracciones en diversos grados del *GENOTIPO*, dependiente del objetivo del estudio correspondiente y como tal se incluye en los modelos de evaluación, en algunos la raza o el animal individualmente son asumidos como el *GENOTIPO*.

Los efectos del *GENOTIPO* se pueden clasificar en tres tipos:

- ❶ Efectos de *Dominancia*, dependen de la combinación de genes, con la misma ubicación, que se forma entre el aporte materno y el paterno, explican resultados del cruzamiento.
- ❷ Efectos de *Interacción*, dependen de combinaciones entre genes ubicados en lugares distintos del genoma, también aportan explicación de los efectos del cruzamiento.
- ❸ Efectos *Aditivos*, son factores independientes, de acción pequeña y acumulativa, influida por el *AMBIENTE*, que en conjunto definen el *FENOTIPO* de las características cuantitativas. Estos son de importancia para la Selección, pues son los únicos que se heredan, los otros dos dependen de la interacción que se produzca en el descendiente. Algunas características tienen efectos *Aditivos* de fuente diversa, como en la característica peso al destete, el *GENOTIPO* se compone de: efectos *Aditivos directos*, que son los que están relacionados con el propio bucerro y efectos *Aditivos maternos*, los asociados con la producción de leche y los cuidados que la búfala suministra a su cría.

AMBIENTE: Se considera *AMBIENTE* o efectos **No-Genéticos**, como también se les conoce, a todos los factores que representan la **OPORTUNIDAD** que tiene el *GENOTIPO* para

¹ Mondal, S.; Prakash, B.S.; Palta, P. 2003. Relationship between peripheral plasma inhibin and progesterone concentrations in Sahiwal cattle (*Bos indicus*) and Murra Buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **16** (1): 6-10.

expresarse. Dependiendo de la característica, algunos factores pueden tener más importancia que otros. Se dice que los factores ambientales “*enmascaran*” la expresión del *GENOTIPO*. En consecuencia, también es importante considerar la necesidad de mantener lo más uniforme posible el *AMBIENTE* que se le suministra a los animales, lo que permitirá realizar estimaciones mejores de su valor genético. Por esta razón es que en la mayoría de las evaluaciones se excluyen los animales que se preparan para eventos de *Exposición y Juzgamiento*, en virtud del trato preferencial que reciben con relación al resto de los animales del rebaño.

Existen varias clasificaciones de los factores ambientales, una de ellas es con base a la fuente que los produce, en ese orden de ideas se pueden agrupar en:

- ✓ **Climáticos:** Entre los factores más asociados a las características de importancia económica están: la temperatura, humedad relativa, precipitación, por solo mencionar algunos.
- ✓ **Manejo:** Como los animales están confinados al sistema de producción, constituyen parte de su *AMBIENTE* las condiciones de alimentación (Pastoreo, suplementación); sanidad; reproducción; bienestar, entre otras que deben ser ofrecidas y controladas por el criador.
- ✓ **Inherentes al animal:** Para algunas características, dos rasgos de los animales pueden constituirse como los factores ambientales más importantes, ellos son sexo y edad. Por ejemplo, en las características asociadas al crecimiento, tal como en el crecimiento prenatal el sexo de la cría influye sobre el peso al nacer, adicionalmente la madre se constituye como el *AMBIENTE* para el crecimiento y desarrollo fetal, obviamente madre y cría también contribuyen genéticamente, de manera que los modelos de evaluación deben considerar cada uno de estos elementos, tanto para identificarlos, como para utilizar estrategias que permitan discriminar cada uno de ellos. La edad actúa de manera similar, pues la curva de crecimiento tiene un comportamiento diferente dependiendo de la edad del animal.

Otra clasificación de los factores ambientales es debida a la duración del efecto, entonces:

- ✓ **Factores temporales:** Su efecto tiene una duración corta, circunstancial en la vida productiva del animal, causando una variación entre las medidas sucesivas de la característica en el mismo individuo, “*Dentro de Individuos*”, conocida como VARIACIÓN AMBIENTAL ESPECIAL. Como ejemplos, se pueden mencionar: Los cambios en la dieta, ordeñadores entre lactancias, patologías temporales, composición de las pasturas, época climática (Lluviosa, seca, cálida), edad del animal, estado fisiológico.
- ✓ **Factores permanentes:** Su efecto es de largo plazo, dura a través de la vida productiva del rebaño, causan variación “*Entre Individuos*”, conocida como VARIACIÓN AMBIENTAL GENERAL. Como ejemplos se pueden mencionar: El clima (Bosque seco tropical, bosque húmedo tropical,...), sexo del animal, peso al nacimiento.

$$\text{Fenotipo} \text{ Expresión} = \text{Genotipo} \text{ Potencial} + \text{Ambiente} \text{ Oportunidad}$$