

UNIDAD TEMÁTICA 1: ZOOTECNIA.**CAPÍTULO IV: Crecimiento y desarrollo. Biotipos Productivos**

Tema 1: Crecimiento y Desarrollo. Definiciones. Importancia zootécnica. Intensidad del crecimiento. Teorías de Hammond. Modificaciones en la composición y conformación corporal. Precocidad y velocidad de crecimiento. Factores que inciden en el crecimiento. Métodos para medir y estimar el crecimiento.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Los fenómenos del crecimiento y desarrollo son básicos en cualquier programa zootécnico. En la producción de carne, ambos fenómenos son una función primordial ya que de su evolución dependerá la calidad y cantidad de la res.

En la reproducción es de trascendental importancia ya que de ellos dependerá la utilización anticipada de los reproductores, tanto machos como hembras, así como la supervivencia del recién nacido.

Además, las interrelaciones de los procesos biológicos determinarán una dependencia de las técnicas de manejo y de crianza. De manera que adquiere importancia el modo de realización de las mismas y la influencia que diferentes factores ejercen sobre ellos (genotipo, ambiente, sanidad, manejo, alimentación, entre otros).

Antecedentes

Fue **Sir John Hammond** (1930-1960), prestigioso zootecnista inglés, quien sistematizó los conocimientos sobre el crecimiento y desarrollo.

Estudió los gradientes de crecimiento y la influencia del nivel nutricional sobre los mismos. Descubrió las prioridades de la naturaleza, cuyo conocimiento es necesario para la cría racional de los animales. Posteriormente, sus teorías fueron desarrolladas por diferentes investigadores como: Harrison, Pomeroy, Vergés, Palsson, Tundissi, entre otros.

DEFINICIONES y CONCEPTOS

Las distintas modificaciones que sufren los animales, de las distintas especies, en cuanto a formas, funciones, facultades y comportamiento, se deben a los fenómenos de crecimiento y desarrollo, los cuales se presentan a la vista de todos, pero que no se observan tan claros cuando uno pretende definirlos, por lo cual la mayoría de los autores adoptan las postulaciones de quien fue el precursor de sus estudios, Hammond, y así también se hará en este trabajo, siendo el criterio adoptado por la cátedra.

1. Crecimiento

"Es el aumento de peso que sufre el individuo, desde su concepción, hasta que alcanza el tamaño de adulto correspondiente a la madurez en el que se estabiliza".

Se acepta que los animales crecen hasta un peso máximo, también denominado peso de adulto, peso maduro o peso medio límite, variable según especie y raza, que indica que el peso llega hasta un punto a partir del cual el aumento de masa corporal cesa. Sin embargo, de acuerdo con Di Marco, dicho peso máximo es posible medir en animales pequeños, pero existe cierta imposibilidad con los animales grandes como los vacunos, sobre todo los que crecen en pastoreo, que en general, alcanzan un peso máximo mucho menor dependiendo de las

condiciones de alimentación.

En dichas condiciones, según Taylor, los animales llegan a un peso máximo cuando alcanzan un peso de equilibrio con la alimentación. Por lo general, en dicho punto se considera que el animal tiene el 25% de grasa en el peso vacío (se denomina así el peso vivo menos el llenado de los preestómagos de los rumiantes).

Por este motivo, algunos autores definen el peso adulto como aquel en que cesa la retención proteica y no el peso total, es decir, que el animal puede seguir aumentando de peso por acumulación de grasa a partir del peso máximo, aunque este peso es problemático para su determinación.

2. Desarrollo

"Se manifiesta por las modificaciones en la conformación (formas) y proporciones del cuerpo del animal, así como en sus funciones y facultades, asociados al aumento de la masa corporal".

Por tanto, el crecimiento es meramente cuantitativo, mientras que el desarrollo es un proceso cualitativo y cuantitativo.

Normalmente, ambos fenómenos deben realizarse simultáneamente, aunque podría suceder por ejemplo que el animal se desarrolle en largo y alto sin experimentar aumentos considerables de peso (crecimiento).

INTENSIDAD DEL CRECIMIENTO

Cuando el crecimiento de un animal que consume alimento de alta calidad a voluntad, es expresado en términos de **peso corporal en función del tiempo (crecimiento ponderal)**, se observa la típica curva sigmoidea de crecimiento.

La curva es el resultado de *dos fuerzas que operan en sentido opuesto* durante el proceso de crecimiento. Una fuerza de aceleración es debido al incremento de unidades de replicación (células, tejidos) que acelera el crecimiento, lo cual haría que la masa corporal siga un patrón exponencial.

La otra fuerza contrarresta la anterior y se debe al tiempo requerido para la formación de estructuras tisulares complejas que se necesitan para mantener la funcionalidad de todo el organismo cuando el animal aumenta de peso, que desacelera el crecimiento. La fase o supuesto lineal del crecimiento se interpreta como el balance entre ambas fuerzas.

El crecimiento y desarrollo se pueden dividir en la etapa prenatal y postnatal, distinguiéndose en esta última varias fases del crecimiento:

- ~ 1ª fase: mayor incremento de la cabeza y extremidades
- ~ 2ª fase: alargamiento general del cuerpo
- ~ 3ª fase: ensanchamiento general del cuerpo y comienzo de deposición grasa
- ~ 4ª fase: aumenta la profundidad corporal e incrementan las principales masas musculares (lomos y musculatura de las extremidades), asimismo aumenta la deposición de grasa.

Curvas del crecimiento

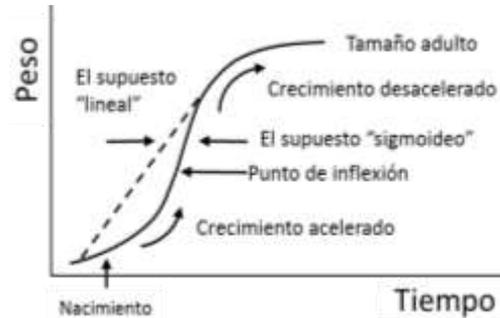
La **intensidad** del crecimiento se pone de manifiesto por la **variación de peso en la unidad de tiempo** (gramos o kilogramos de ganancia de peso diario, semanal o mensual).

Realizando determinaciones a diferentes edades desde la concepción hasta la madurez, su representación gráfica da lugar al trazado de la "**curva de crecimiento**". En todas las especies

está representada por una **S** mayúscula alargada como la letra griega sigma, por lo que se denomina **curva sigmoidea del crecimiento o curva simple**.

La curva relaciona el peso corporal con la edad y consta de tres fases (Lawrence y Fowler, 1997):

1. Fase de crecimiento lento, desde la concepción.
2. Fase de crecimiento acelerado.
3. Fase de crecimiento desacelerado, que llega hasta el peso maduro y luego se estabiliza.



La intensidad de crecimiento es pequeña en las primeras etapas de vida del animal, luego aumenta hasta un máximo para luego disminuir la velocidad hasta alcanzar la madurez. La época de mayor intensidad del crecimiento es de gran importancia económica ya que es el período en que los animales productores de carne son más eficientes en cuanto a rendimiento carnicero. Si tomamos la curva sigmoidea en cualquier mamífero, veremos qué:

- ~ En los primeros estadios **desde la concepción hasta la etapa de vida fetal** los aumentos de tamaño son **bajos** en cuanto a peso debido a que se debe a la intensa multiplicación celular, diferenciación de tejidos, sistemas y órganos, sin modificaciones en las formas.
- ~ Durante la vida fetal, específicamente en el **último tercio de la gestación** se produce **gran actividad de crecimiento (75% del peso de nacimiento)** y el feto va variando sus dimensiones y proporciones.

Relación entre los días de gestación y el peso corporal de un cordero.

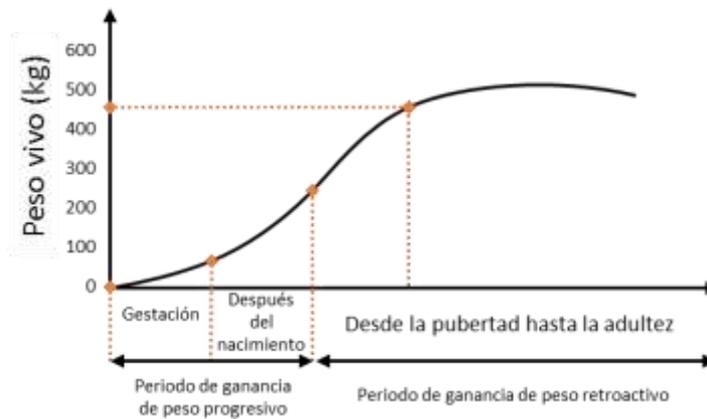
Días de preñez	55	72	96	135	Al nacer
Peso corporal (g)	36,5	187	959	2.780	3.700
% del peso al nacimiento	Primer periodo: 25,9%			Segundo periodo: 74,1%	

~ A partir del nacimiento, el crecimiento es **más intenso** por el efecto de la hipertrofia y multiplicación celular cuya reproducción es a velocidad constante **hasta que el animal alcanza la pubertad**.

~ A partir de ese momento es menor la intensidad de los aumentos de peso **haciéndose más lenta**, para **estabilizarse en la madurez**. En la mayoría de las especies el **crecimiento es limitado** y existe un **peso medio** correspondiente al **animal adulto**.

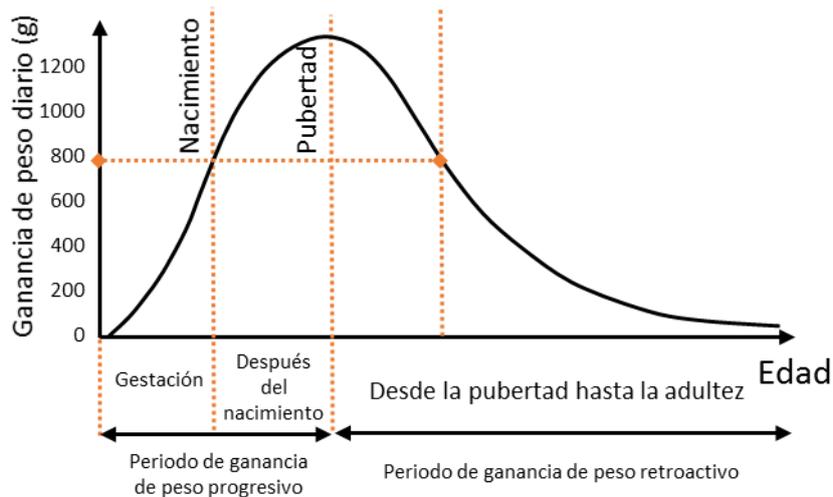
La curva teórica del crecimiento de peso vivo tiene forma de S acostada producto de la multiplicación y aumento de tamaño de las células desde la vida intrauterina hasta la pubertad y a continuación se desacelera a medida que se aproxima la edad adulta (De Tundisi).

Curva teórica del crecimiento de peso vivo



A partir de la curva simple del crecimiento, existen otras formas de expresar las variaciones de peso, como por ejemplo la relación entre la ganancia diaria de peso en la unidad de tiempo. La siguiente curva muestra la ganancia diaria por unidad de tiempo en ascenso desde el nacimiento hasta la pubertad cuando alcanza el pico máximo, luego se estaciona prácticamente, por algún tiempo y luego decrece desde la pubertad hasta la adultez (De Tundisi).

Curva teórica del desarrollo por ganancia diaria de peso.



Así, en el feto los aumentos son **mínimos**, luego del nacimiento llegan al **máximo**, pero disminuye su ritmo al alcanzar la pubertad. Estos gráficos son útiles para comparar distintos grupos de individuos o distintas razas ya que **la curva es más empinada cuanto más precoz es el animal** (el punto más alto es en la pubertad).

También se pueden describir las variaciones de peso, expresando dicho aumento como porcentaje de un peso previo, haciendo siempre determinaciones en períodos de tiempo iguales. Siempre el aumento de peso máximo se alcanza en los períodos iniciales y disminuye con el aumento de la masa corporal, resultado aumentos menores a partir de la pubertad.

PRIORIDADES EN EL DESARROLLO DE LOS TEJIDOS

Distribución de nutrientes

A partir de los diferentes estudios que se han realizado en lo relativo a este punto, se pudo observar que los diferentes tejidos que constituyen el organismo evolucionan cumpliendo un

programa de prioridades muy estricto.

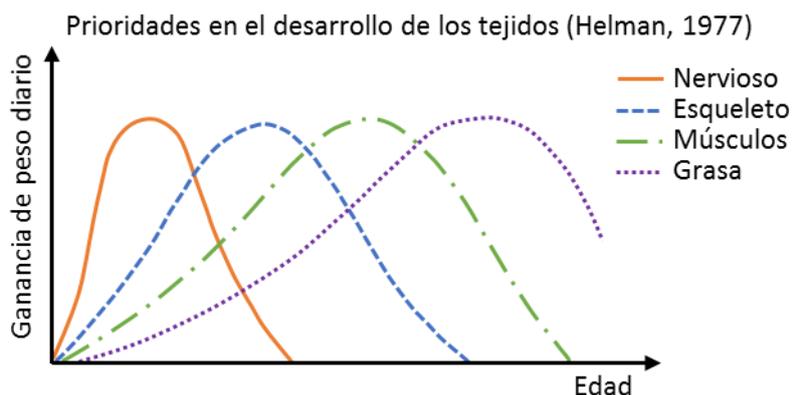
- 1º. **El sistema nervioso central:** sus necesidades son las primeras en ser satisfechas, luego de lo cual se acudirá a los otros tejidos.
- 2º. **Tejido Óseo**
- 3º. **Tejido Muscular**
- 4º. **Tejido Adiposo:** es solo abastecido cuando las demandas de los demás tejidos fueron cubiertas.

De acuerdo a un plan de **prioridades fisiológicas**, las sustancias nutritivas se reparten de la siguiente manera: **45 % sistema nervioso central, 28 % tejido óseo, 18 % tejido muscular y 9 % tejido adiposo**, de manera que las deficiencias en la alimentación **disminuyen proporcionalmente** el aporte de nutrientes en cada tejido.

En un primer momento, el animal no depositará grasa. Más adelante se resiente el desarrollo muscular.

Sin embargo el tejido óseo, sigue su crecimiento longitudinal, entonces una crisis alimentaria provoca un menor desarrollo muscular y el animal cubrirá sus requerimientos básicos a partir de sus tejidos grasos lo que trae retardo en el desarrollo y pérdida de peso.

Se pone en evidencia así que los dos tejidos de mayor importancia en la producción de carne son los más sensibles y los primeros perjudicados.



Prioridades en el desarrollo de los tejidos, según un esquema clásico. En el primer mes de vida le corresponde al sistema nervioso; hasta el segundo al esqueleto; hasta el tercero a los músculos y finalmente a la grasa (Helman, 1977).



Diagrama que muestra cómo compiten los diferentes tejidos, cuando se reduce el nivel de nutrición, desaparece una flecha y se detiene el crecimiento de la grasa, mientras el cerebro, el hueso y el músculo continúan creciendo, aunque más lentamente. Cuando el nivel de nutrición baja aún más, desaparecen dos flechas: el músculo detiene su crecimiento y la grasa es

movilizada por el torrente circulatorio, (se invierte la flecha) para continuar el desarrollo del cerebro y del hueso, que siguen creciendo, aunque mucho más lentamente (Hammond, 1960).

En el diagrama en que incluye una gestación, se observa como compiten los tejidos para utilizar los nutrientes de la sangre con diferentes niveles de nutrición, representando el grado de prioridades por el número de flechas.

En el segundo grado desaparece una flecha y se detiene el crecimiento del tejido graso, y el resto continúa pero más lentamente.

Al bajar más el nivel nutricional, el tejido muscular detiene su crecimiento (se invierte la flecha) y la grasa se moviliza hacia la circulación.

El tejido nervioso y óseo sigue su crecimiento lentamente.

Si el nivel nutricional es más bajo aún se detendría el crecimiento y se catabolizan grasa y músculos para que siga creciendo el feto y el tejido nerviosos continúe con sus funciones, ya que es el más vital de todos.

Si se considera un quinto nivel más bajo, se produce la muerte del feto primero y luego la de la madre.

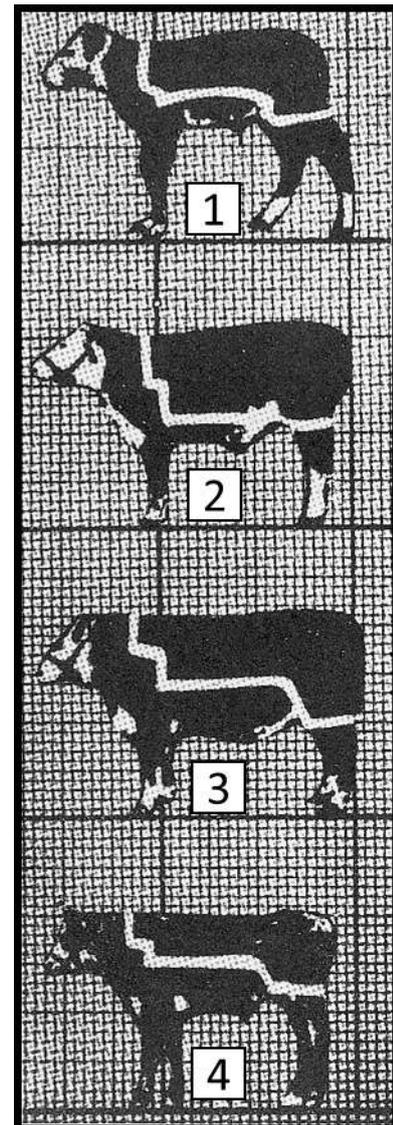
TEORÍA DEL CRECIMIENTO HETEROGONICO DE HAMMOND

Ondas del crecimiento

Analizando la evolución de la conformación y de las proporciones de los animales en crecimiento se han observado diferentes hechos.

Para el estudio de esas variaciones Hammond obtuvo fotografías de un mismo individuo a diferentes edades llevándolas luego a una dimensión semejante, por ejemplo a la misma alzada, mediante ajustes ópticos, para poder hacer comparables las figuras. De sus observaciones demostró que todas las regiones corporales no crecen con la misma intensidad a la vez. Veremos un ejemplo en vacunos, aunque el fenómeno se repite en todas las especies de mamíferos.

- 1) **Ternero recién nacido:** en el ternero lactante se observa una cabeza relativamente grande y miembros largos, mientras que el tronco resulta relativamente corto.
- 2) **Novillito de 12 meses de edad:** alimentado con un plano nutritivo elevado, comparado al anterior la cabeza es proporcionalmente más corta y miembros proporcionalmente más breves; la caja torácica tiene más amplitud y profundidad, aunque el tren posterior es poco desarrollado.
- 3) **Novillo de 24 meses de edad:** con un plano nutritivo elevado, tiene una cabeza liviana, en relación al volumen general del animal; la caja decididamente más amplia, el tren posterior de correcta conformación y mayor proporción y da la impresión de que los miembros son más cortos.
- 4) En la conformación de un **novillo adulto (30 meses):** hiponutrido y criado en un ambiente en el cual se ha afectado su desarrollo, sobre todo en la evolución del crecimiento del tren posterior y caja torácica; la cabeza y miembros, resultan largos en relación al resto del cuerpo y el aspecto general es pobre.



Los cambios de forma del animal debidos a la edad y al plano de alimentación ejercen su influencia sobre las proporciones entre los cortes de carne caros y baratos (separados por la línea blanca).

De esas observaciones, surgió la afirmación de que los animales al nacer tienen un mejor desarrollo de los tejidos duros que los blandos, que el crecimiento se cumple desde la cabeza y extremidades hacia la cadera y los cuartos.

Esto confirma que el desarrollo se realiza siguiendo condiciones preestablecidas, es decir un ordenamiento que se denomina “ondas de crecimiento heterogónico de Hammond”.

ONDAS DE CRECIMIENTO HETEROGÓNICO DE HAMMOND

1. La primer onda o axial

Recorre el eje longitudinal del animal, se origina en el cráneo y se dirige hacia atrás hasta la región lumbar. Es responsable del crecimiento en largo del animal. Con su avance, crece la cabeza, cuello, tronco y grupa. Esta onda se da con intensidad en el feto y el lactante. Tiene prioridad de desarrollo sobre las demás.

2. Las ondas secundarias o apendiculares

Se originan en las cañas, se dirigen hacia distal primero y luego ascienden hacia el tronco para finalizar en la región lumbar. Originan el crecimiento en alto del animal, y explican por qué los pies y las cañas, alcanzan primero su tamaño de adulto. Esta onda se da en la etapa posterior al destete (recría).

3. La tercer onda o descendente

No comienza a producirse hasta que disminuye el efecto de las dos primeras, se inicia al finalizar el crecimiento longitudinal del animal.

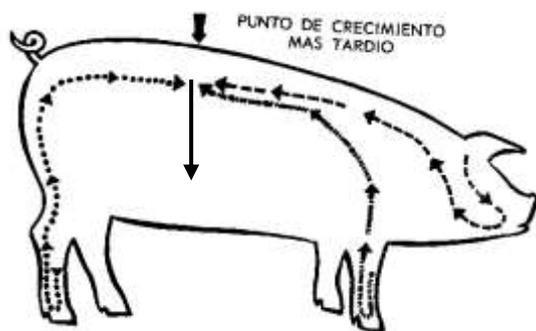
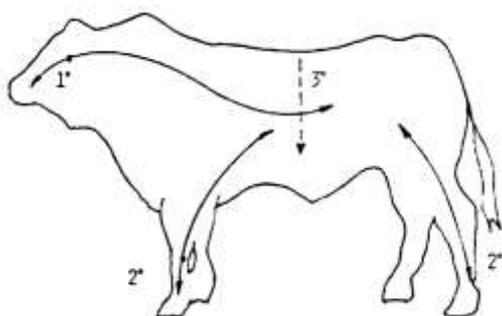
En los miembros, se manifiesta en el desarrollo transversal, es clásica su manifestación en el ancho de las cañas. En lo que se refiere al cuerpo, corresponde al crecimiento y desarrollo longitudinal de las costillas, por eso se llama descendente, es la más tardía de todas y marca el final del crecimiento.

Ondas de crecimiento heterogónico de Hammond (Pinheiro Machado, 1980).

--- Primaria o axial

... Secundarias o apendiculares

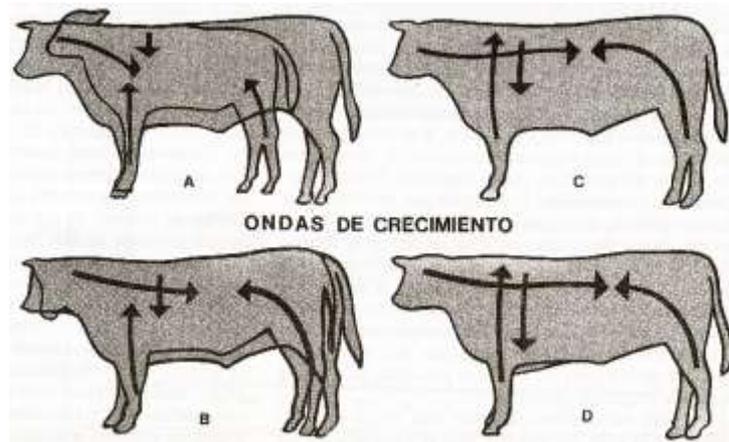
---- Terciaria o descendente



De todo ello se deduce que:

- ~ El **largo de la cabeza** es la medida alcanzada más precozmente. Es la primera en alcanzar su máxima expresión.
- ~ La **alzada a la cruz**, se alcanza a temprana edad debido a que las cañas logran su crecimiento en largo rápidamente.
- ~ La **región lumbar** es una de la más tardía en lograr su desarrollo completo, por ello en sus medidas influyen marcadamente los períodos de hiponutrición. (Se conoce con la expresión de "terneros cargados de cabeza y lejos del suelo").

Imágenes compuestas de las ondas de crecimiento y las transformaciones corporales desde el ternero hasta el bovino adulto.



Las ondas de crecimiento se dan no solo para el esqueleto sino también para los demás tejidos y órganos, los cuales adquieren desarrollo según su ubicación de adelante hacia atrás en combinación con el orden de prioridades de tejidos visto anteriormente, es decir respetando la prioridad en la nutrición de cada uno de ellos.

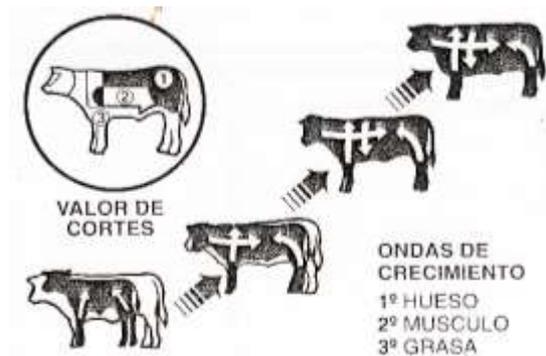
De acuerdo a las ondas del crecimiento y a la prioridad nutritiva de los tejidos, se esquematiza el orden de crecimiento y desarrollo de las diferentes regiones corporales en el siguiente cuadro.

ORDEN	TEJIDOS	TEJIDO ADIPOSEO	MIEMBROS	REG. CORPORALES
1	Nervioso	Interno o visceral	Cañas	Cabeza
2	Óseo	Intermuscular	Antebrazos y piernas	Cuello
3	Muscular	Subcutáneo o de cobertura	Brazos y muslos	Tronco
4	Adiposo	Intramuscular	Cintura escapular Cintura pélvica	Cavidades

Este orden de prioridades se valora en la producción de carne, si se analiza el valor comercial de los diferentes cortes de la res.

En orden decreciente se pueden mencionar:

- 1º. Dorso, lomo, grupa y muslo.
- 2º. Región que bordea hacia ventral.
- 3º. Región que bordea hacia ventral y craneal a la anterior.



Según ésta figura hay una edad y momento óptimo de faena donde predominan las regiones de mayor valor comercial de la res (1), coincidiendo este momento, con el final de las dos primeras ondas de crecimiento. Cuando se sobrepasa ese momento, los efectos del desarrollo final es decir de la tercera onda, eleva los porcentajes de cortes de inferior calidad en detrimento del rendimiento (3).

La evolución de los cortes valiosos depende de los cuidados recibidos por el animal según la edad, coincidentes con el desarrollo de las ondas naturales de crecimiento.

El óptimo de rendimiento máximo es factible a edad temprana, **antes que se produzca la tercera onda de crecimiento**, siempre y cuando el nivel nutritivo sea el correcto.

Para que un tejido se desarrolle normal y plenamente, requiere una adecuada nutrición **"justo en el momento en que le corresponde su crecimiento máximo"**. Si estas necesidades no se satisfacen adecuadamente, ese tejido se resiente y no recupera totalmente su ritmo de crecimiento, anulando la posibilidad de alcanzar su desarrollo óptimo.

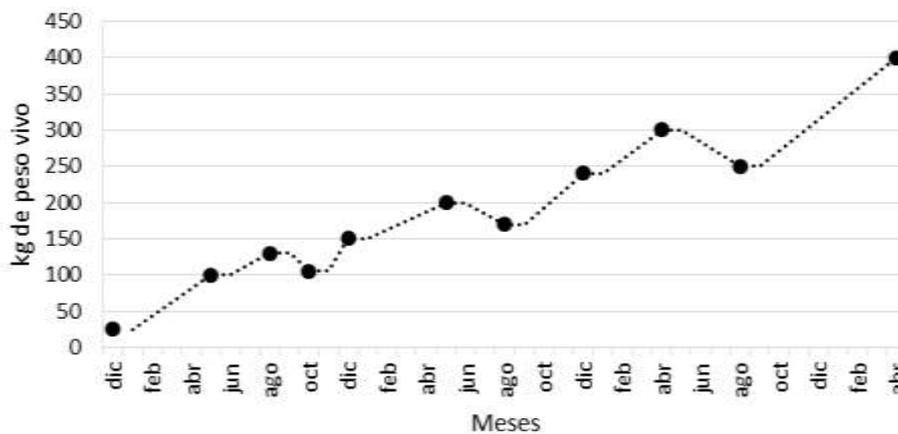
Esto podría concretarse en el tejido que le sigue en orden de prioridades, cuando se mejora la alimentación.

Por ejemplo, si esta restricción nutritiva se produce durante la recría, cuando debería desarrollarse el tejido muscular, éste se reciente y la res se ve excedida de grasa.

CRECIMIENTO COMPENSATORIO

En algunos casos, la correcta alimentación de los animales en sus distintas etapas de crecimiento no es posible, sobre todo en los sistemas pastoriles, debido al crecimiento estacional de las pasturas y forrajes, por la restricción a que son sometidos los animales en las épocas de menor producción forrajera, lo que ocasionará lógicamente, oscilaciones en el crecimiento, a menos que se ofrezca algún suplemento alimenticio.

Curva de crecimiento a campo en el Subtrópico, en la que se aprecian los altibajos a partir del destete (Helman, 1983).



Si el nivel de restricción ha oscilado entre -200 y 200 g de ganancia diaria, durante 5 meses como máximo, el animal experimentará durante el período de realimentación posterior, el denominado **"crecimiento compensatorio"** que se define como:

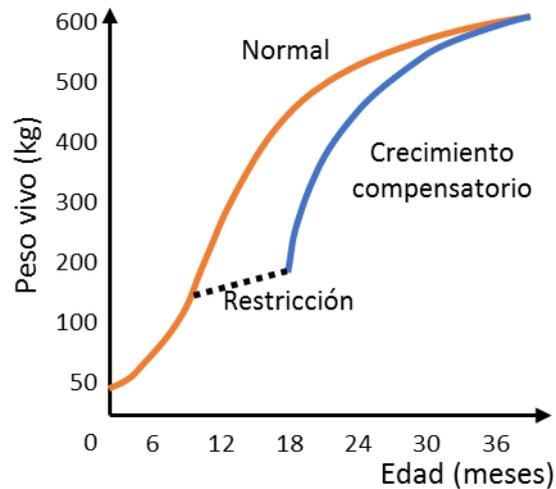
"Un aumento del ritmo de crecimiento en un período determinado que se produce como consecuencia de una restricción en el mismo, impuesto en un período anterior, el cual es mayor respecto a sus similares que no hayan sufrido dicha restricción".

Dicho de otra manera, el aumento compensatorio es el incremento en la ganancia de peso de los animales que han sido restringidos en su alimentación, con respecto a otros que durante ese período han tenido una alimentación que les ha permitido mantener un buen crecimiento.

Esto adquiere importancia en la invernada o engorde de los animales. Pero es relevante este aspecto en la reproducción, una de las regiones de crecimiento y desarrollo tardío es la cadera,

lo que determinará el "área pélvica", sobre todo si se piensa en un servicio precoz en las hembras.

Curvas de crecimiento máximo, compensatorio y permanentemente afectado



FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Estos fenómenos, dependen directa o indirectamente de un conjunto de factores hereditarios o endógenos (tamaño corporal, precocidad, peso al nacimiento, sexo, peso y desarrollo de la madre al parto, etc.) y exógenos (alimentación, ambiente, sanidad, manejo, stress, entre muchos otros).

1. ENDOGENOS

a) Tamaño corporal o frame score

Los animales domésticos muestran un patrón sigmoideo de incremento de peso vivo con el tiempo cuando se desarrollan en condiciones nutricionales y ambientales ideales.

En su proceso de crecimiento ganan altura rápidamente en las primeras etapas de su vida, y a medida que aumenta la edad, el crecimiento y el desarrollo se hacen más lentos, hasta que finalmente se detienen, determinando una relación de la altura con edad.

En sí, el **Frame Score es una medida teórica para clasificar en forma aproximada a los animales por su tamaño, cuando estos crecen sin restricciones nutricionales, porque en dichas condiciones existe una relación directa entre edad, alzada y peso.**

b) Precocidad

"Es la aptitud evolutiva de ciertas razas e individuos que les permite alcanzar el desarrollo completo y adquirir las formas de adulto y sus funciones, en un tiempo menor que el empleado por los demás ejemplares de su especie".

Esto está íntimamente ligado a la intensidad del crecimiento, desarrollo y a la madurez temprana.

La precocidad no es hereditaria, se transmite la predisposición racial a ser precoz. Pero se hace evidente y persiste sólo si las condiciones exógenas son propicias.

Se divide en:

- ~ **Somática o solo precocidad:** el individuo deja de crecer adquiriendo formas de adulto en menor tiempo que el promedio de la población.
- ~ **Genésica:** determinada no solamente por factores endógenos sino también por los

exógenos. Es el comienzo de la función sexual a una edad más temprana que el promedio de la población.

La determinación de los individuos más precoces, se observa por:

1. **La osificación prematura de los cartílagos de conjunción de los huesos**, principalmente en huesos largos (lo que resulta en un acortamiento de la alzada). Esto es una ventaja si el animal alcanzó el volumen promedio de la especie. Es decir, que hubo una mayor intensidad de crecimiento, sin alterar el peso final de adulto.
2. La precocidad ha sido mejorada con la domesticación y a través de la **selección artificial** en las razas especializadas ya que los animales salvajes son más tardíos.
3. En la **evolución dentaria** también se manifiesta la precocidad en la erupción de los dientes. Los márgenes de diferencia entre precoces y tardíos son de hasta 2 años en bovinos, y 6 meses en equinos y ovinos.

Características morfológicas de animales precoces

- ~ Cuerpo compacto predominando los diámetros transversales sobre los longitudinales.
- ~ Miembros cortos por una temprana osificación de los huesos largos.
- ~ Cabeza liviana y ancha.
- ~ Tronco amplio y profundo.
- ~ Resistencia ósea, entonces facilita desarrollo de musculatura y de regiones de desarrollo tardío.
- ~ Menor espesor de la piel.
- ~ Logran su peso final a una edad más temprana.
- ~ Menor consumo total de alimento en su crecimiento.
- ~ Mayor utilización de los alimentos.

c) Peso al nacimiento

Los animales que nacen con un tamaño y peso mayor desarrollan su curva de crecimiento más alta y los que tienen un peso al nacimiento más bajo, una curva más baja, de manera que todos los animales al crecer, respetan esta curva.

d) Efecto del sexo

Existe una sensible diferencia ya que a igual peso y edad, los machos superan en alrededor de un 15 % en su peso vivo a las hembras. Los machos enteros tienen una ganancia de peso mayor que los castrados, y estos a su vez mayor ganancia que las hembras.

El peso y proporciones de músculo, grasa y hueso en la res bovina está fuertemente influenciada por el sexo, los machos enteros tienden a tener más musculatura, mayor relación músculo hueso y mayor rendimiento de la res.

Las vaquillonas tienen menos músculo, más grasa y similar relación músculo hueso que los machos castrados. Esto tiene ventajas productivas ya que las hembras alcanzan antes el grado de terminación.

Músculo, grasa y hueso en 3 categorías bovinas (Berg y Butterfield, 1976. En Di Marco, 1998).

Parámetros	Toros	Novillo	Vaquillonas
Edad (días)	361	383	398
Peso vivo (kg)	386	377	346
Res (kg)	216	194	196
Res (%)	56	52	57
Músculo (kg)	146	124	108
Músculo (% en res)	68	64	55
Grasa (kg)	48	61	62
Grasa (% en res)	22	31	32
Grasa (% peso vivo)	12	16	18
Hueso (kg)	28	26	22
Hueso (% peso vivo)	7,2	6,8	6,3
Músculo/hueso	5,26	4,8	4,9

e) Edad y desarrollo de la madre al parto

Si la madre está en pleno desarrollo, como la hembra de primer servicio, existe una gran competencia por los nutrientes con el feto, esto dará como resultado un menor peso al nacimiento y puede acarrear también un menor desarrollo de la madre, cuando las condiciones nutritivas son una limitante. El peso al nacimiento de las crías, es proporcional al de la madre porque el claustro materno limita el desarrollo de estas.

2. EXOGENOS

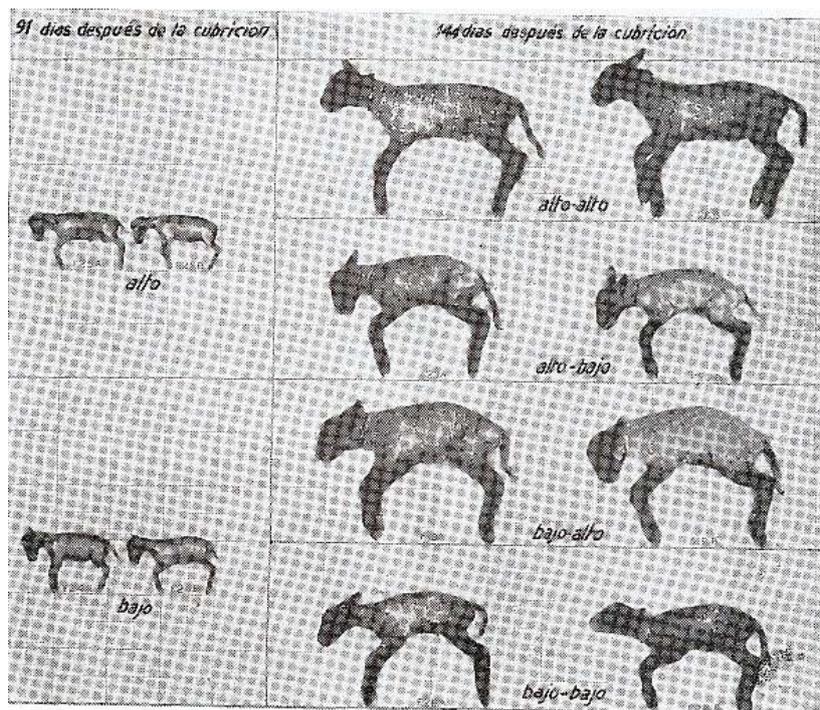
a) Alimentación

Es un importante factor exógeno a considerar, ya que una alimentación adecuada en cantidad y calidad en el momento preciso, permitirá la máxima expresión del crecimiento y desarrollo. Acá se debe tener en cuenta lo explicado en la curva de crecimiento y en las ondas de crecimiento.

En resumen una alimentación deficiente podría afectar de la siguiente manera:

- ~ Retardo en la evolución de las ondas.
- ~ Escaso desarrollo de los cortes comerciales de mayor valor en la res.
- ~ Cintura pélvica subdesarrollada en las hembras.
- ~ Menor desarrollo de la profundidad del tronco.
- ~ Parte anterior del cuerpo desproporcionada respecto a las demás regiones.





Influencia del plano nutricional de la oveja durante la gestación sobre el tamaño de los corderos gemelos (todos a la misma escala). El nivel nutritivo no tiene importancia hasta los 91 días (izquierda), pero a partir de este momento su influencia es considerable (derecha) (Wallace, 1948).

b) Ambiente

De los factores del ambiente, los climáticos son fundamentales. El aumento de la temperatura, es de gran importancia, ya que produce inapetencia en el animal con disminución de los aportes de nutrientes, afectando el crecimiento y desarrollo de los mismos.

La humedad relativa del aire en combinación con temperatura elevada y movimientos del aire produce en los animales el denominado “**stress térmico**”, afectando los mecanismos naturales de regulación térmica y consecuentemente la producción.

El régimen pluviométrico anual y su distribución, determinarán la época de crecimiento y calidad de las especies vegetales, base de la alimentación en los sistemas pastoriles.

c) Sanidad

Debemos partir de la premisa fundamental de trabajar con animales sanos. Eso requiere de un plan sanitario preventivo donde deben estar contempladas las principales enfermedades parasitarias e infecciosas propias de cada especie y región.

Tener en cuenta que en producción animal la sanidad debe ser considerada desde el punto de vista poblacional y no individualmente.

En la región subtropical húmeda (NEA), sus características climáticas son muy favorables para el desarrollo y proliferación de numerosos parásitos internos y externos, los cuales afectan de una manera importante el crecimiento de los animales, fundamentalmente en las etapas donde tienen la capacidad potencial de lograr las máximas ganancias de peso.

d) Manejo

Considerado como el arte y la ciencia de conocer, planificar y dirigir el uso de los recursos con que se cuenta, a fin de optimizar producción, manteniéndola o incrementándola a través del tiempo, sin afectar los recursos naturales.

Los errores cometidos en el manejo repercuten directamente en el comportamiento productivo de los animales. De hecho, las decisiones en el manejo van a influir en forma positiva

o negativa, en las diferentes producciones, en sus distintas etapas (reproductivas, cría, recría y engorde).

e) Stress

Cualquier tipo de stress, va a afectar la tasa de crecimiento. Sobre todo en animales en crianza de tipo intensiva (producción de huevos, tambo, cerdo, engorde a corral):

- ~ Cambios bruscos en la alimentación.
- ~ Cambios bruscos en la calidad del agua.
- ~ Cambios bruscos de ambiente.
- ~ Hacinamiento.
- ~ Transporte.
- ~ Presencia de extraños (animales o personas).
- ~ Arreos prolongados.
- ~ Destete (separación de madre e hijo).
- ~ Condiciones climáticas desfavorables.

MÉTODOS PARA MEDIR EL CRECIMIENTO

1. Peso corporal o Peso vivo

Se denomina así para distinguir de otros pesajes que se practican en frigoríficos, como el "peso vivo en fábrica", o una vez faenados el "peso o kg playa", también denominado "peso carne limpia al gancho", cuya diferencia de valores da el rendimiento o rinde del animal.

Es corriente emplear el peso vivo expresado en kilogramos aunque, en EE.UU. e Inglaterra se utilizan las libras (1 lb=456 g), para expresar o cuantificar las modificaciones orgánicas que sufre el animal durante su vida.

El peso es el parámetro más simple y más usado para cuantificar el crecimiento. El pesaje se practica mediante balanzas o básculas que arrojan un resultado en Kg. vivos por animal y por lotes.

En las últimas décadas han tomado impulso los métodos de evaluación en base a pesajes individuales a edades preestablecidas: control de peso al nacer, al destete, al año, 18 meses, entre otros.

Para las comparaciones entre grupos de animales y en investigación es aconsejable pesarlos siempre a una misma hora y de la misma forma. Los datos obtenidos entre dos pesajes, nos permitirá conocer la evolución del crecimiento de dichos animales para un determinado fin. Por ejemplo, la evolución del peso desde el nacimiento al destete.

El peso vivo en el caso de los rumiantes, contiene una elevada cantidad de agua y alimento en distinto estado de digestión en su tracto gastrointestinal. Esto varía mucho en función de las horas que el animal estuvo sin comida.

Para evitar sesgos, se realiza el **desbaste**, siendo éste "la pérdida de peso que ocurre en un animal durante un período de tiempo en que se encuentra sin comer, con o sin disponibilidad de agua, debido principalmente a la excreción fecal y urinaria". También hay pérdidas por movilización de reservas corporales y transpiración, aunque son menos importantes.

Para establecer el peso vivo desbastado, debería pesarse con ayuno previo de 24 horas, pero más importante es la cantidad de heces que excreta por día y que ronda los 30 a 40 kg. Es la evacuación normal de animales encerrados en galpones, o corrales o en los medios de transporte".

2. Mediciones

a) **Aumento por unidad de tiempo:** ganancia diaria de peso o ganancia media diaria, por más que la más utilizada sea por día, también se puede realizar el cálculo por mes o año. Puede

ser expresado como coeficiente medio de crecimiento, que relaciona las diferencias de peso vivo que se producen en un determinado período de tiempo.

$$\frac{\text{Peso final} - \text{peso inicial}}{\text{tiempo}}$$

Sirve para conocer el comportamiento del animal respecto a su crecimiento.

b) Coeficiente de crecimiento relativo: permite conocer en *porcentaje* el aumento de peso relativo, comparándolo con un peso anterior conocido Sirve para obtener conclusiones relativas del ritmo de crecimiento y desarrollo.

$$\frac{\text{Peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso inicial}} * 100$$

Puede ser un porcentaje del peso al nacer, del peso teórico de adulto, o de un período cualquiera anterior. El máximo de ganancias se obtiene en los períodos iniciales, luego va disminuyendo con el aumento de la masa corporal y con aumentos mínimos relativos, a partir de la pubertad.

c) Peso por día de edad: con esta medida se calcula la ganancia diaria de peso a una fecha fija, para lo cual es necesario conocer el peso anterior (inicial). Por ejemplo a los 180 días, a los 210 días, 365 días, 18 meses, etc.

$$\frac{\text{Peso final} - \text{peso inicial}}{\text{días (180, 210, 365, etc)}}$$

d) Aumento acumulativo hasta cualquier edad en particular: se utiliza en cerdos para calcular los kg logrados en un determinado período de tiempo. Por ejemplo: 100 kg de peso vivo a los 180 días de edad en porcinos.

3. Medidas corporales

Las mediciones externas solo sirven para determinar el crecimiento longitudinal del esqueleto, que por sí solo no expresa variaciones del peso; pero si se asocian a ellas son útiles.

4. Combinaciones de mediciones corporales y peso

Es muy útil, por ejemplo, la combinación de alzada, y peso vivo si se conoce la edad. Ese patrón, (peso en función de alzada) y (edad), permite evaluar el buen crecimiento y los animales excedidos en acumulación grasa.

5. Conversión alimenticia

No mide el crecimiento como tal en forma directa. Pero puede ser un indicativo, ya que los animales que aumentan de peso más rápidamente, son los que tienen los índices de conversión más altos.

Se entiende por conversión alimenticia, a la cantidad de kilogramos de alimento consumido, para lograr un kilogramo de peso vivo. Este resultado, se expresa como índice y se representa de la siguiente forma: 3,5:1. Esto significa, que se necesitan consumir 3,5 kg de alimento, para lograr un kg de peso vivo.

$$\frac{\text{kg de alimento consumidos en X días}}{\text{kg de peso vivo ganados en X días}}$$

Determinación del desarrollo. Alometría.

El desarrollo de los distintos tejidos no está relacionado de forma lineal con el del organismo completo, a lo largo del crecimiento y desarrollo las proporciones de los diferentes órganos y partes corporales van variando, debido a que los distintos centros de crecimiento del organismo entran en funcionamiento en diferentes momentos y con tasas de actividad variables, determinando la forma y conformación característica de cada especie y edad.

Huxley (1932) desarrolló una fórmula denominada “**ecuación alométrica de Huxley**”, que permite describir el crecimiento de una región con respecto a otras o al organismo en su conjunto:

$$Y = aX^b$$

Y = peso del órgano o región en estudio

a = constante

X = peso vivo del animal

b = coeficiente de alometría

El coeficiente de Alometría b puede tener valores inferiores, superiores o iguales a la unidad, que se pueden interpretar en la práctica de la siguiente forma:

- ~ **Cuando $b > 1$:** el tejido u órgano tiene un desarrollo relativo más tardío, y se dice que existe **Alometría positiva**. Por ejemplo el tejido graso y los órganos sexuales.
- ~ **Cuando $b = 1$:** se dice que existe **isometría**, es decir, que el tejido u órgano de referencia se desarrolla a la misma velocidad que la variable de referencia. Por ejemplo las masas musculares.
- ~ **Cuando $b < 1$:** el tejido u órgano se desarrolla a más precozmente que la variable de referencia, y se dice que hay **Alometría negativa**. Como por ejemplo el cerebro (0,15), o el esqueleto en general (0,75).