

Universidad Autónoma de Sinaloa
Colegio en Ciencias Agropecuarias
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Maestría en Ciencias Agropecuarias



Tesis:

“Prevalencia y factores de riesgo asociados a la incorrecta aplicación del implante anabólico en bovinos en finalización intensiva”

PRESENTA:

M. V. Z. Gamaliel Molina Gámez

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Horacio Dávila Ramos

CO-DIRECTOR DE TESIS:

Dr. José Adrián Félix Bernal

ASESORES:

Dr. Jesús José Portillo Loera
Dr. Juan Carlos Robles Estrada
Dr. Arnulfo Montero Pardo

Culiacán, Sinaloa, México; septiembre de 2020

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR GAMALIEL MOLINA GAMEZ, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

(SELLO DE POSGRADO)

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR



Dr. Horacio Davila Ramos

CO-DIRECTOR



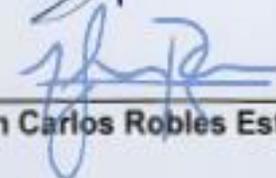
Dr. José Adrián Félix Bernal

ASESOR



Dr. Jesús José Portillo Loera

ASESOR



Dr. Juan Carlos Robles Estrada

ASESOR

Dr. Arnulfo Montero Pardo

Culiacán Rosales, Sinaloa México; Septiembre de 2020.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL CARRIZO

En la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 07 de Septiembre del año 2020, el que suscribe M.V.Z. Gamaliel Molina Gámez, alumno del Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 0703243-9, de la Unidad Académica Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Horacio Dávila Ramos y del Dr. José Adrián Félix Bernal y cede los derechos del trabajo titulado **“Prevalencia y factores de riesgo asociados a la incorrecta aplicación del implante anabólico en bovinos en finalización intensiva”**, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

M.V.Z. Gamaliel Molina Gámez

DOMICILIO: Calle Graciano Sanchez # 2944, Fracc. Prados Residenciales. Culiacán, Sinaloa, México.
TELÉFONO: 667-2663649
CORREO ELECTRÓNICO: gamalielmolinagamez@gmail.com
CURP: MOGG920901HSLMM09

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
2.1 Volumen y tasa de crecimiento de la producción de carne de bovino.....	3
2.2 Biotecnologías utilizadas para promover el crecimiento de los bovinos	3
2.2.1 Implantes anabólicos.....	4
2.2.2 Implantes anabólicos en la producción intensiva de bovinos.....	4
2.3 Tipo de anabólicos.....	8
2.4 Implantes anabólicos disponibles en el mercado mexicano.....	9
2.5 Mecanismo de acción de la hormona esteroide.....	11
2.6 Técnica de implantación.....	14
2.7 Anatomía de la oreja del bovino.....	15
2.8 Consecuencias de la falla en la técnica de implantación.....	18
2.8.1 Respuesta inflamatoria normal en la aplicación de implantes anabólicos.....	21
2.8.2 Formación de abscesos.....	24
2.9 Factores de riesgo asociados a la falla del implante anabólico.....	25
III. HIPÓTESIS.....	26

IV. OBJETIVOS.....	27
4.1 Objetivo general.....	27
4.2 Objetivos específicos.....	27
V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	28
5.1 Tipo de estudio.....	28
5.2 Localización del área de estudio	28
5.3 Determinación del tamaño de la muestra.....	28
5.4 Evaluación de la condición del implante anabólico.....	29
5.5 Análisis estadístico.....	30
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
6.1 Prevalencia de las condiciones de los implantes anabólicos.....	32
6.2 Factores de riesgo.....	35
VII. CONCLUSIONES.....	38
VIII. LITERATURA CITADA.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Mejora en la respuesta productiva de bovinos con implante anabólico	7
2	Fuentes naturales y sintéticas de las hormonas esteroides	8
3	Implantes anabólicos disponibles en el mercado mexicano	9
4	Inspección post mortem de implantes anabólicos y la prevalencia de fallas	20
5	Mejora en la respuesta productiva de bovinos al realizar la implantación correcta.....	21
6	Prevalencia de la condición del implante anabólico en las engordas comerciales de ganado bovino.....	32
7	Distribución de frecuencia de las condiciones incorrectas por oreja inspeccionadas durante la matanza.....	34
8	Asociación de tamaño de la engorda, sexo y época del año con la condición del implante anabólico.....	35
9	Factores de riesgo asociados a la condición del implante anabólico.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Aprobación cronológica de los promotores de crecimiento por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA).....	5
2	Mecanismo de acción de estrógenos y andrógenos.....	12
3	Mecanismo de acción de la hormona esteroidea.....	13
4	Mecanismo de acción de la hormona esteroidea (2).....	13
5	Sitio de la oreja para la aplicación del implante anabólico.....	14
6	Rutas arteriovenosas en la oreja del bovino.....	15
7	Arteriovenosis en oreja de bovino.....	16
8	Principales arterias de la cabeza del bovino.....	17
9	Conductos venosos del pabellón auricular del bovino.....	18
10	Errores de la técnica al implantar.....	19
11	Primer día del sitio del implante anabólico.....	22
12	Formación de la cápsula normal en el sitio de implantación.....	23
13	Formación de un absceso en el sitio de implantación.....	24
14	Condiciones incorrectas de los implantes anabólicos.....	34

RESUMEN

Gamaliel Molina Gámez

El objetivo de esta investigación fue determinar la prevalencia y factores de riesgo asociados a la incorrecta aplicación del implante anabólico en bovinos en finalización intensiva, para lo cual, mediante un estudio observacional se evaluaron 888 orejas de bovinos provenientes de 5 engordas ganaderas. Los criterios de la condición del implante anabólico fueron: correcto e incorrecto (encapsulado, abscesado, en cartílago, mal situado, amontonado, parcial y ausente). Los resultados fueron evaluados mediante la prueba de Ji-cuadrada y Regresión logística. Se observó una prevalencia del 64.30% de implantes anabólicos incorrectamente aplicados. Al menos el 50% de las engordas evaluadas presentaron fallas en la aplicación del implante. La condición encapsulado y la condición mal situado representaron el 91.60% (51.40 y 40.20%, respectivamente) del total de las condiciones incorrectas. El riesgo de que un animal presente una condición incorrecta se incrementa 1.8 veces más cuando es una engorda mayor de 4000 animales y 4.2 veces más cuando son hembras. Se concluye que la prevalencia de la falla del implante es alta y por lo tanto no se están obteniendo los beneficios productivos y económicos que favorece la aplicación de esta tecnología productiva.

Palabras clave: Bovinos, Promotores del crecimiento, Implante anabólico, Condición.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the prevalence and risk factors associated with the incorrect application of the anabolic implant in feedlot cattle. An observational study was carried out, 888 ears of cattle from 5 feedlot cattle were evaluated. The criteria for the condition of the anabolic implant were: correct and incorrect (encapsulated, abscessed, in cartilage, misplaced, crowded, partial and absent). The results were evaluated using the Chi-square test and logistic regression. A 64.30% prevalence of incorrectly applied anabolic implants was observed. At least 50% of the feedlots presented failures in the application of the implant. The encapsulated condition and the misplaced condition represented 91.60% (51.40 and 40.20%, respectively) of the total of the incorrect conditions. The risk of an animal presenting an incorrect condition increases 1.8 times more when it is a feedlot's size were greater than 4000 animals and 4.2 times more when they are female. It is concluded that the prevalence of implant failure is high and, therefore, the productive and economic benefits that the application of this productive technology favors are not being obtained.

Key words: Cattle, Growth promoters, Anabolic implant, Condition.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico en el siglo XXI es exponencial, y está previsto que la población mundial se incremente en más de 1,000 millones de personas en los próximos 15 años, por lo que se alcanzarán los 8,500 millones en el año 2030 y 9,700 millones en 2050 (ONU, 2017); por ello, es de suma importancia incrementar la producción de alimentos de origen animal como fuente proteica para la alimentación del hombre. En México, la producción de carne de bovino creció a una tasa promedio anual de 1.7%; En 2018, la producción de carne bovina se ubicó en un máximo histórico de 1.98 millones de toneladas, lo que significó un incremento anual de 2.8%. Así mismo en 2018 la producción de carne de bovino en Sinaloa fue de 106 mil toneladas, posicionándose en quinto lugar como uno de los principales estados productores (FIRA, 2019). Este crecimiento se ha debido, en parte, a la utilización de biotecnologías como antibióticos, ionóforos, beta agonistas e implantes anabólicos que incrementan la eficiencia productiva de los bovinos de engorda. A su vez, el implante anabólico, se ha utilizado durante más de 50 años en la engorda intensiva de bovinos (Zobell *et al.*, 2000), con el objetivo de aumentar la ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia; observando incrementos en promedio de 21% en la ganancia diaria de peso y de 13% en la eficiencia alimenticia (Ocampo y Garcés, 2010). Sin embargo, una incorrecta aplicación puede ocasionar diferentes condiciones (encapsulado, abscesado, en cartílago, mal situado, amontonado, parcial y ausente). (Berry *et al.*, 2000) (Folmer *et al.*, 2009), (Barajas *et al.*, 2010) en el sitio de aplicación, lo que se ha denominado “falla de implante anabólico”, ocasionando doble pérdida, primero por la inversión del implante anabólico y segundo por la pérdida en los beneficios productivos (Barajas *et al.*, 2010). Al respecto, Parrott *et al.* (1985), Berry *et al.* (2000), Zollers *et al.* (2002), Folmer *et al.* (2009) y Barajas *et al.* (2010) han reportado fallas en la absorción del implante anabólico en 20.8, 20.0, 95.5, 2.65 y 32.98% respectivamente, lo cual se refleja en una pérdida económica por animal estimada en 22.50 (Anderson y Botts, 2002) y 15.1 dólares (Barajas *et al.*, 2010). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar la

prevalencia y factores de riesgo asociados a la incorrecta aplicación del implante anabólico en bovinos en finalización intensiva.

II. ANTECEDENTES

2.1 Volumen y tasa de crecimiento de la producción de carne de bovino

La producción mundial de carne de bovino ha mantenido una ligera tendencia de crecimiento durante la última década a una tasa promedio anual de 0.6%, para 2019 se previó que la producción mundial se ubicaría en un máximo histórico de 61.3 millones de toneladas. En México en 2018 la producción de carne de bovino creció a una tasa promedio anual de 1.7%, la producción de este cárnico se ubicó en un máximo histórico de 1.98 millones de toneladas, lo que significó un incremento anual de 2.8 por ciento (FIRA, 2019).

De acuerdo con el SIAP, la producción nacional en 2019 se ubicó en un nuevo máximo histórico de 2.03 millones de toneladas, lo que significó un crecimiento anual de 2.4 por ciento. El USDA proyecta que la producción de carne de bovino en el país crezca a una tasa anual de 1.9 por ciento y se ubique en 2.07 millones de toneladas para el 2020 (FIRA, 2019).

Así mismo la producción de carne de bovino en Sinaloa fue de 106 mil toneladas, con un incremento promedio anual del 3.1 % posicionándose en un quinto lugar como productor (FIRA, 2019).

2.2 Biotecnologías utilizadas para promover el crecimiento de los bovinos

La biotecnología es la tecnología que utiliza las "propiedades de los seres vivos para generar productos o modificar procesos, o propiedades de los organismos, microorganismos, plantas o animales, con fines específicos y determinados" (Gómez y Blanca, 1998).

Las tecnologías promotoras de crecimiento (GPT) utilizadas en bovinos incluyen el uso de antibióticos, ionóforos, beta agonistas adrenérgicos e implantes anabólicos (Stackhouse-Lawson *et al.*, 2014). Los promotores del crecimiento se pueden clasificar de acuerdo a su mecanismo de acción, por ejemplo los antibióticos tienen su efecto principalmente al tracto gastrointestinal, los ionóforos

en la fermentación ruminal y los agentes anabólicos en el metabolismo (Abarca, 2010).

2.2.1 Implantes anabólicos

Los implantes anabólicos son pequeños pellets elaborados con silicona y/o plástico que contienen hormonas naturales (17 beta estradiol, Progesterona o Testosterona) y/o sintéticas (Zeranol, Acetato de Trembolona) (Bavera *et al.*, 2002). Los implantes anabólicos son una tecnología que ofrece a los productores de carne de bovino un mayor rendimiento en la inversión (Mader, 1998). El implante se coloca debajo de la piel en la parte posterior de la oreja del animal. Cada tipo o marca de implante tiene un aplicador específico, denominado "pistola de implante", que se utiliza para administrar el implante correctamente (Selk *et al.*, 2006). Los implantes que promueven el crecimiento han estado disponibles y se han utilizado para mejorar la respuesta productiva en el ganado bovino desde fines de la década de 1960 (Selk *et al.*, 2006).

2.2.2 Implantes anabólicos en la producción intensiva de bovinos

El uso de los anabólicos como promotores de crecimiento aplicado a bovinos, comenzó con las observaciones publicadas por Dinusson *et al.* (1948) que observaron un aumento en la ganancia diaria de peso del 16% de las becerras implantadas con dietilestilbestrol (DES) en comparación con un grupo no tratados. Burroughs *et al.* (1954) informaron más tarde que la alimentación de DES a los novillos también mejoró la ganancia diaria de peso en un 23%. La aprobación de DES por parte de la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) se obtuvo en 1954. Tras la aprobación del DES, tanto como implante como aditivo para piensos, la FDA se vio obligada a reevaluar la aprobación del DES, después de 18 años de implementación exitosa por parte de la industria de ganado de engorda, la Enmienda Delaney de 1958 impidió el uso de carcinógenos conocidos en la producción de animales de alimentación. En 1971 Burroughs encontró un vínculo entre el adenocarcinoma en mujeres que

tomaron dosis excepcionalmente altas de DES durante el embarazo, y Cole *et al.* (1975) informaron que el DES causó carcinoma en ratas genéticamente predispuestas al cáncer. Así después de años de deliberación, el DES fue finalmente retirado en 1979 (Raun y Preston 2002). Otros promotores de crecimiento anabólico fueron aprobados posteriormente por la FDA para su uso en bovinos en corral de engorda y en pastoreo (Figura 1).

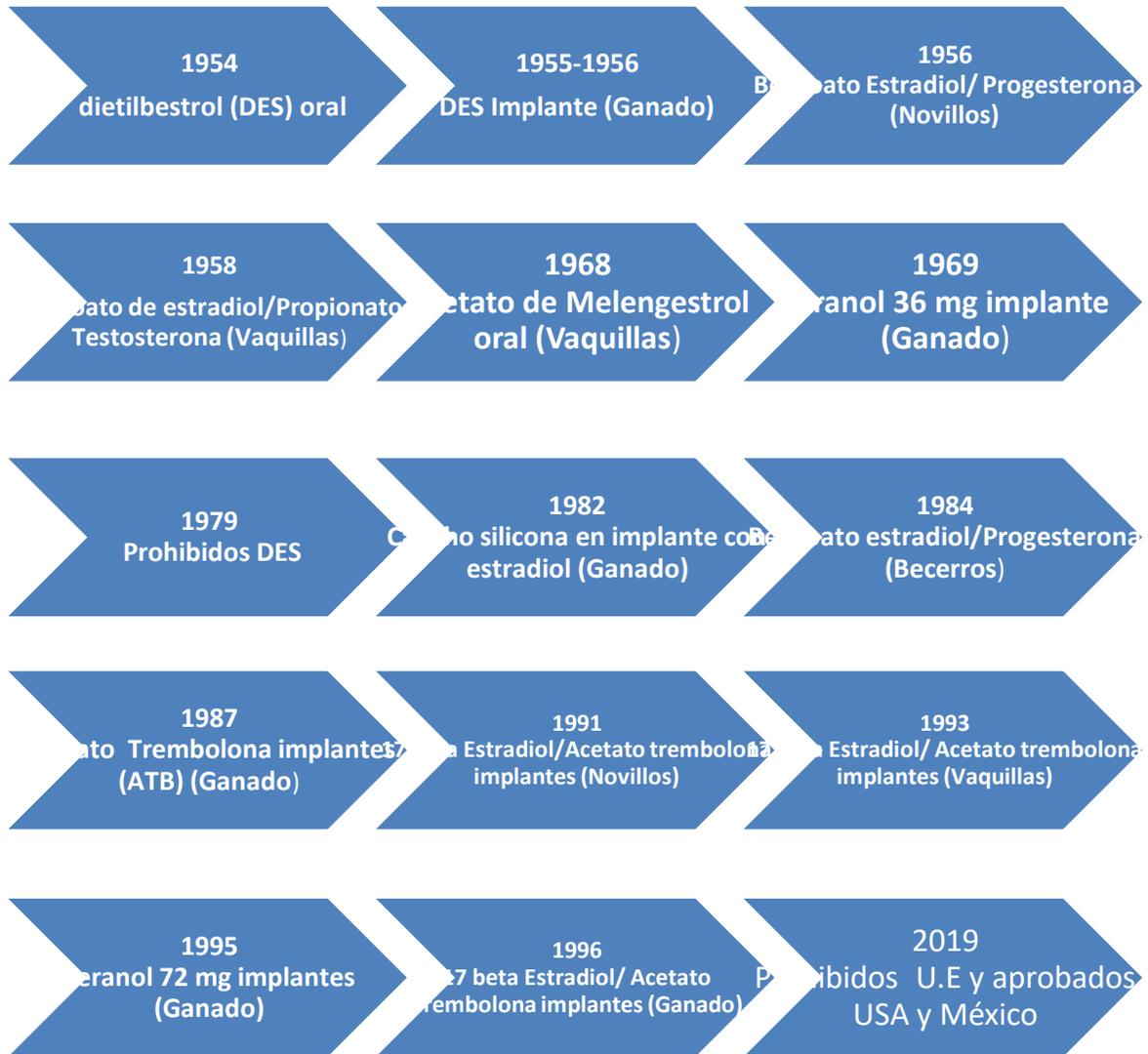


Figura1. Aprobación cronológica de los promotores de crecimiento por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA)

Los implantes anabólicos que promueven el crecimiento animal en la producción, se han utilizado ampliamente en la producción de carne de vacuno durante más de 50 años (Ocampo y Garcés, 2010).

Hoy en día, los implantes anabólicos han demostrado ser eficaces, con dosis variadas y combinaciones de agentes estrogénicos y/o androgénicos. Los implantes anabólicos promueven el crecimiento, están aprobados para su uso en los EE. UU. Son seguros, no sólo para el ganado, sino también para los productores que usan dichos productos y para quienes consumen la carne de este ganado; cabe mencionar, que en este país, no hay tiempo de retiro para ninguno de los implantes aprobados (Zobell *et al.*, 2000).

Existe evidencia científica que respalda la utilización de implantes anabólicos (Cuadro 1), donde se ha observado mejoras en la conversión y eficiencia alimenticia y ganancia diaria de peso cuando se les compara con un testigo sin implante (Arías, 2013). Aunque la mayor respuesta a los implantes tiende a observarse en el ganado durante los periodos de máxima deposición de tejido magro, se ha observado que tiene una respuesta favorable en todas las etapas fisiológicas de producción y se pueden esperar mejoras en la eficiencia alimenticia del 5 al 10% y ganancias diarias del 5 al 15% (Zobell *et al.*, 2000). Los implantes utilizados hoy en día se han convertido en productos casi "de diseño" con dosis y combinaciones variadas (Mader, 1998).

Cuadro 1. Mejora en la respuesta productiva de bovinos con implante anabólico

	Herschel <i>et al.</i> , 1995	Ocampo y Garcés, 2010	Arias, 2013	Aguilera <i>et al.</i> , 2018
GDP	+15.25%	+21%	+20%	+14.9%
CA	-7.5%	--	- 15%	-13%
EA	--	+13%	--	+14.5%

*GDP (Ganancia diaria de peso), CA (Conversión alimenticia), EA (Eficiencia alimenticia)

En Latinoamérica, países como Argentina de acuerdo a la Resolución 447/2004 ha prohibido el uso de hormonas en las engordas y sus normas controlan los residuos en las carnes por medio de metodologías que se basan en técnicas de cromatografía y de radioinmunoanálisis (Chile/BCN, 2018), en Uruguay y Brasil no es permitido el uso del zeranol, pero sí admite el empleo de otras sustancias anabólicas; en Paraguay están prohibidos los anabólicos en los animales destinados al consumo; a su vez, la Comunidad Europea (Directiva 96/22/CE) prohíbe la administración de sustancias anabólicas en las explotaciones pecuarias, entre otras, que tengan un efecto estrogénico, androgénico y progestágeno (Chile/BCN, 2018). Por otra parte, de acuerdo al Código de Regulación Federal, Título 21 sobre alimentación y drogas, partes 522 y 556 en los Estados Unidos de Norte América (EE.UU) está permitido el uso de los Implantes anabólicos en la producción animal (Chile/BCN, 2018;Fajardo *et al.*, 2011) así como también en México (SENASICA, 2014).

La preocupación de Europa con respecto al uso de hormonas, se retoma a un incidente ocurrido en Italia en el que un compuesto denominado dietilestilbestrol (DES) fue ilegalmente inyectado en el músculo de un bovino de dos años después de haber sido prohibidos en el resto del mundo, y produciendo comida para bebés, provocando que las madres denunciaran crecimiento de los senos en niños pequeños de ambos sexos y en las niñas la presencia de ciclos menstruales prematuros. La información nunca fue sustentada, sin embargo la comunidad europea prohibió el consumo de toda la carne con hormonas a pesar

de que Estados Unidos reemplazara el uso de DES por otras sustancias aprobadas por la FDA (Torrano, 2002).

2.3 Tipo de anabólicos

Se define como anabólico esteroide cualquier compuesto o mezcla de compuestos que afectan la función metabólica del animal para incrementar la cantidad de proteína corporal (Bavera *et al.*, 2002). Los anabólicos pueden ser de origen endógeno (naturales) o sintéticos (Cuadro 2). Las hormonas naturales incluyen al 17 β -estradiol, testosterona, progesterona, somatotrofina y sus factores liberadores; los anabólicos esteroides sintéticos abarcan el grupo de los estilbenos (dietilestilbestrol y dienestrol) y los no estilbenos (melengestrol, zeranol y trembolona); a su vez los androgénicos incluyen: propionato de testosterona, acetato de trembolona (ATB) y los estrogénicos el 17 β -estradiol, benzoato de estradiol y zeranol (Bavera *et al.*, 2002).

Cuadro 2. Fuentes naturales y sintéticas de las hormonas esteroides

Fuente	Hormonas esteroides
Natural	17 β -estradiol
	Testosterona
	Progesterona
Sintética	Zeranol
	Acetato de trembolona
	Acetato de melengestrol

Dentro de las clases de esteroides, hay diferencias en la actividad biológica de los compuestos individuales. Por ejemplo, el estradiol es más potente que el zeranol, lo que simplemente significa que se requiere una mayor dosis de zeranol para producir una respuesta anabólica similar en comparación con el estradiol. Por esta razón, los implantes que contienen zeranol tienen una dosis mayor de compuesto activo que los implantes que contienen estradiol. En segundo lugar, el

zeranol también es menos estrogénico que el estradiol. La testosterona es de 8 a 10 veces menos potente que la trembolona, pero solo un poco menos androgénica (Ocampo y Garcés, 2010). Varios implantes utilizados en novillas contienen testosterona; sin embargo, el acetato de trembolona es más económico y se utiliza en una mayor variedad de productos. Otro factor importante que puede afectar la potencia para la promoción del crecimiento es que la trembolona no se convierte en estradiol como la testosterona, por lo tanto modifica el crecimiento del animal directamente en las células satélites musculares (Raun y Preston, 1997).

2.4 Implantes disponibles en el mercado mexicano

En México existe un gran mercado de implantes anabólicos para su utilización en la producción de ganado de carne en busca de una mejor ganancia de peso y eficiencia alimenticia.

Los productos utilizados como implantes anabólicos disponibles en el mercado mexicano se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Implantes anabólicos disponibles en el mercado mexicano

Nombre comercial	Laboratorio	Principio activo	Tipo Vehículo
Implemax®	MSD Salud Animal	140 mg ATB y 28 mg 17 β E	Colesterol
Ralgro®	MSD Salud Animal	36 mg Zeranól	Lactosa 80% Colesterol 20%
Revalor®	MSD Salud Animal	140 mg ATB y 20 mg 17 β E	Lactosa
Revalor® G	MSD Salud Animal	40 mg ATB y 8 mg 17 β E	Colesterol
Revalor® H	MSD Salud Animal	200 mg ATB y 20 mg 17 β E	Colesterol
Synovex® Pastoreo	Zoetis	100 mg Prog. y 10 mg E	Glicol
Synovex choice®	Zoetis	100 mg ATB y 14 mg E	
Synovex plus®	Zoetis	200 mg ATB y 20 mg E	Glicol

Synovex® H	Zoetis	200 mg Prop. Test. y 20 mg E	Glicol
Synovex® M	Zoetis	200 mg Prop. Prog. y 20 mg E	
Component® E-S with Tylan®	Elanco™	20 mg E, 200 mg Prog. y 29 mg Tartrato de tilosina	
Component® E-H with Tylan®	Elanco™	20 mg E, 200 mg Prop. Test. y 29 mg Tartrato de tilosina	
Component® TE-IS with Tylan®	Elanco™	16 mg E, 80 mg ATB y 29 mg Tartrato de tilosina	
Component® TE-IH with Tylan®	Elanco™	8 mg E, 80 mg ATB y 29 mg Tartrato de tilosina	
Component® TE-S with Tylan®	Elanco™	24 mg E, 120 mg ATB y 29 mg Tartrato de tilosina	
Component® TE-H with Tylan®	Elanco™	14 mg E, 140 mg ATB y 29 mg Tartrato de tilosina	
Component® TE- 200 with Tylan®	Elanco™	20 mg E, 200 mg ATB y 29 mg Tartrato de tilosina	
Maxigro®	Lapisa®	12 mg Zeranol	Colesterol
Maxibeef 40®	Lapisa®	8 mg E y 40 mg ATB	Colesterol
Maxibeef 100®	Lapisa®	14 mg E y 100 mg ATB	Colesterol
Maxibeef®	Lapisa®	20 mg E y 140 mg ATB	Colesterol
MaxiChoice 200®	Lapisa®	28 mg E y 200 mg ATB	Colesterol
Megaclox BG 6®	Pisa® Agropecuaria	8 mg 17 β E y 40 mg ATB	
Megaclox Max NTP®	Pisa® Agropecuaria	28 mg 17 β E y 140 mg ATB	
Megaclox FX+®	Pisa® Agropecuaria	20 mg 17 β E y 140 mg ATB	

Megaclox CR200®	Pisa® Agropecuaria	20 mg 17 β E y 200 mg ATB
-----------------	-----------------------	------------------------------

ATB (Acetato de trembolona, E (Benzoato de Estradiol), 17 β E (17 Beta estradiol), Prop. Test. (Propionato de Testosterona, Prog (Progesterona), Prop. Prog. (Propionato de progesterona).

2.5 Mecanismo de acción de la hormona esteroide

Estrógenos

Tienen una acción indirecta, ya que actúan a nivel de hipotálamo; la secreción de la adenohipófisis está controlada por hormonas llamadas hormonas o factores de liberación y de inhibición hipotalámicas; las cuales se sintetizan en el hipotálamo y pasan a la adenohipófisis (Guyton y Hall, 2011), estimulando la producción de hormonas somatotrofinas (STH), tirotrofina (TSH) y adrenocorticotrofina (ACTH), el eje somatotrópico (crecimiento), inicia la regulación de secreción de la hormona del crecimiento (GH) en hipotálamo, para liberar los factores del crecimiento similares a la insulina (IGF), que se unen a proteínas de tejidos, la GH es regulada por un sistema dual de hormonas del hipotálamo; el factor de liberación HG (GHRH), que estimula su liberación y la somatostatina que la inhibe (Bavera *et al.*, 2002). Las hormonas producidas en la tiroides, en el páncreas y en la corteza adrenal, coadyuvan en el crecimiento animal (Ocampo y Garcés, 2010), en este sentido, Bavera *et al.* (2002) indicaron que altas concentraciones de la hormona del crecimiento aumentan la retención de nitrógeno, favoreciendo la síntesis proteica.

Andrógenos

Actúan directamente sobre las células satélite del músculo, promoviendo su crecimiento como se indica en la Figura 2 (Ocampo y Garcés, 2010). Al igual que los estrógenos, son regulados por el eje, hipotálamo-hipófisis, son principalmente miotróficos (actúan directamente sobre células musculares). La hormona debe unirse inicialmente a un receptor localizado en la membrana plasmática de la célula diana, o bien en el interior de esa célula. Se creía que solo había receptores

citoplasmáticos/nucleares, los considerados clásicos; sin embargo, desde hace tiempo se ha observado también la mediación de receptores de membrana, posiblemente translocados desde el núcleo (Brandan *et al.*, 2014). La interacción hormona receptor es rápida, reversible y de gran afinidad, un parámetro importante es el número de sitios que varía desde unos cientos a más de un millón por célula (Brandan *et al.*, 2014). Posteriormente se estimula la producción de un ARN mensajero que elabora una enzima que actúa en el proceso de la transcripción genética para la síntesis proteica, como se indica en la Figura 3 y 4 (Ira, 2011). Se produce una hipertrofia muscular con disminución de los aminoácidos plasmáticos y de la urea plasmática, con un balance nitrogenado positivo, disminuyendo la excreción de N en la orina; observándose un aumento en los niveles plasmáticos de somatotrofina (STH). Los andrógenos son mucho más potentes, como promotores del crecimiento, que los estrógenos (Bavera *et al.*, 2002).

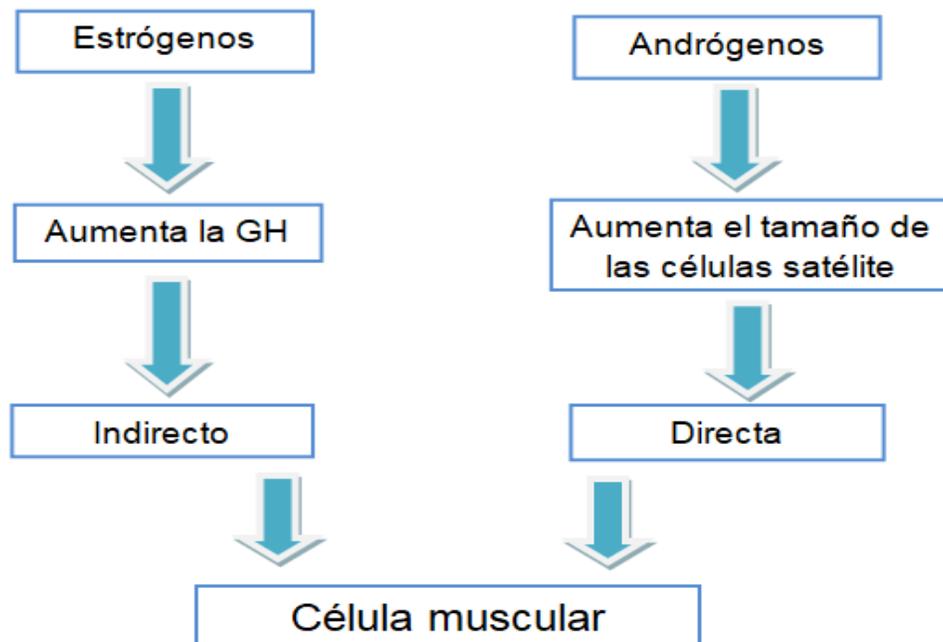


Figura 2. Mecanismo de acción de estrógenos y andrógenos (Ocampo y Garcés, 2010).

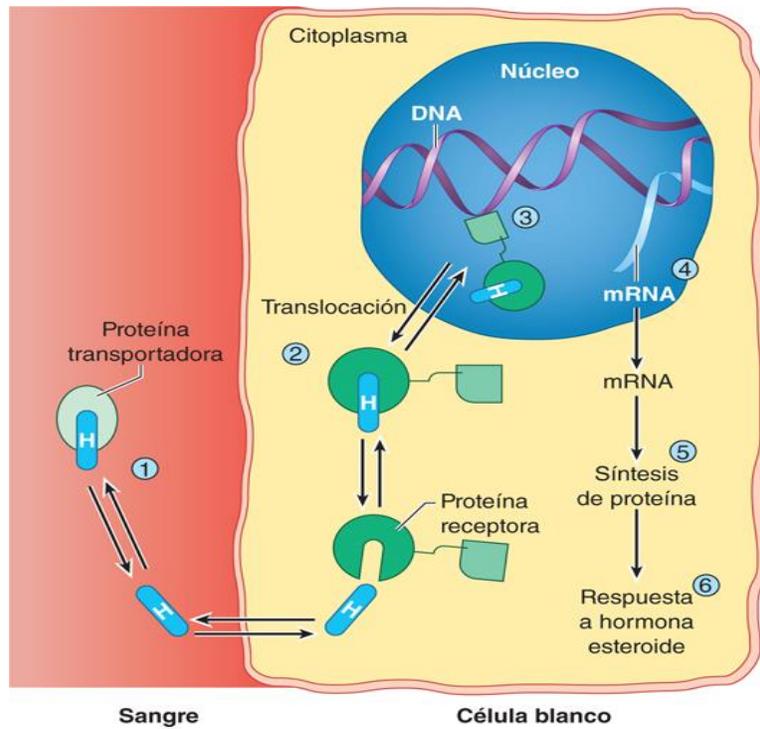


Figura 3. Mecanismo de acción de la hormona esteroidea (Ira, 2011).

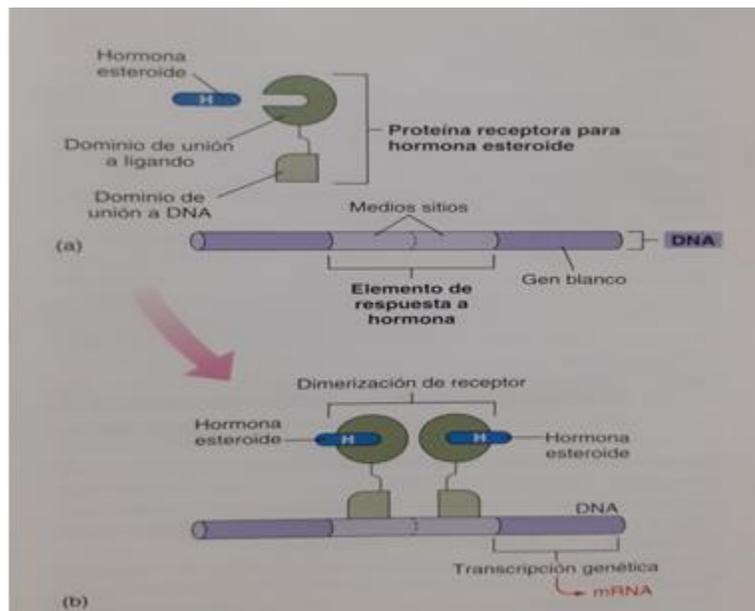


Figura 4. Mecanismo de acción de la hormona esteroidea (2) (Ira, 2011).

2.6 Técnica de implantación

La técnica de implantación se deberá realizar de la siguiente manera: Una vez el bovino está sujeto en la prensa/trampa, y teniendo el equipo sanitario que constará de solución antiséptica, cepillo, charola, cuchillo/navaja, sanitas, guantes, pistola de implantación y los implantes, se aplica la solución en la oreja (en caso que haya lodo o excremento se retira con el cepillo), se deja actuar 1 minuto y se retira el excedente, se seca la oreja en un solo sentido y se aplica el implante en el tercio medio de la oreja, por último se realiza un cierre en la incisión para evitar que el implante se pierda (Ocampo y Garcés, 2010). La FDA (2017) indica, que la única ubicación aprobada para el uso de implantes anabólicos es el tercio medio posterior de la oreja, ya que las orejas son retiradas y no son una fuente de alimento; en caso de lesiones o mordidas, se deberán aplicar en el último tercio de la oreja, pero nunca en otro lugar del cuerpo del bovino (Figura 5).

Parrot *et al.* (1985), mencionan que son dos los factores que están asociados con la pérdida de la función del implante, esto se debe a un movimiento mecánico o físico o una infección en el lugar del implante, la pérdida mecánica se debe al movimiento del implante en el sitio de inserción como resultado de un movimiento de cabeza u otros movimientos del bovino y la infección alrededor del sitio del implante puede resultar en la pérdida de la función del implante por el movimiento del implante a través de la incisión sin curar o la ruptura de la piel sobre el implante, al respecto, estudios previos indican que la pérdida del implante en el primer día de la implantación se debe a la factores mecánicos, después de este tiempo, la pérdida es causada por una infección en el sitio del implante (Parrott *et al.*, 1982).

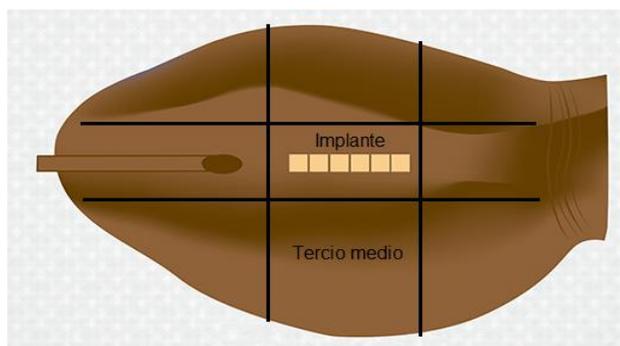


Figura 5. Sitio de la oreja para la aplicación del implante anabólico (FDA, 2017)

2.7 Anatomía de la oreja del bovino

La aurícula del oído de los bovinos tiene función auditiva, incluida la localización de la dirección del sonido, es un apéndice táctil, con un amplio suministro de nervios sensoriales. Los movimientos del oído pueden formar una señal visual dentro de una manada de animales. La forma del pabellón auricular está determinada por el cartílago auricular que lo sustenta en la mayoría de los mamíferos domésticos, éste es lo suficientemente rígido para mantener el pabellón erguido todo el tiempo (Dyce *et al.*, 2007).

Goodall (1955), en un estudio realizado indica que la disposición de vasos sanguíneos de la aurícula del bovino está adaptada para la regulación de temperatura y así poder disipar calor, por otra parte describió las rutas arteriovenosas situadas en el pabellón auricular del bovino e indico que hay anastomosis como se muestra en la figura 6.

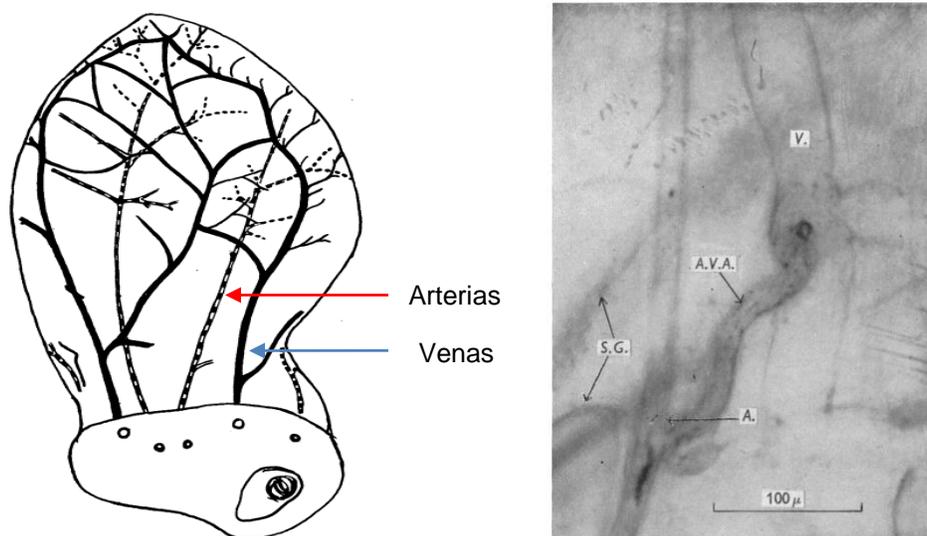


Figura 6. Rutas arteriovenosas en la oreja del bovino (Goodall, 1955).

Así mismo Goodall, (1955) indicó que las anastomosis arteriovenosas eran más numerosos a lo largo del margen de la oreja que en el centro y más numerosos hacia la punta que en la base como se aprecia en la figura 7.

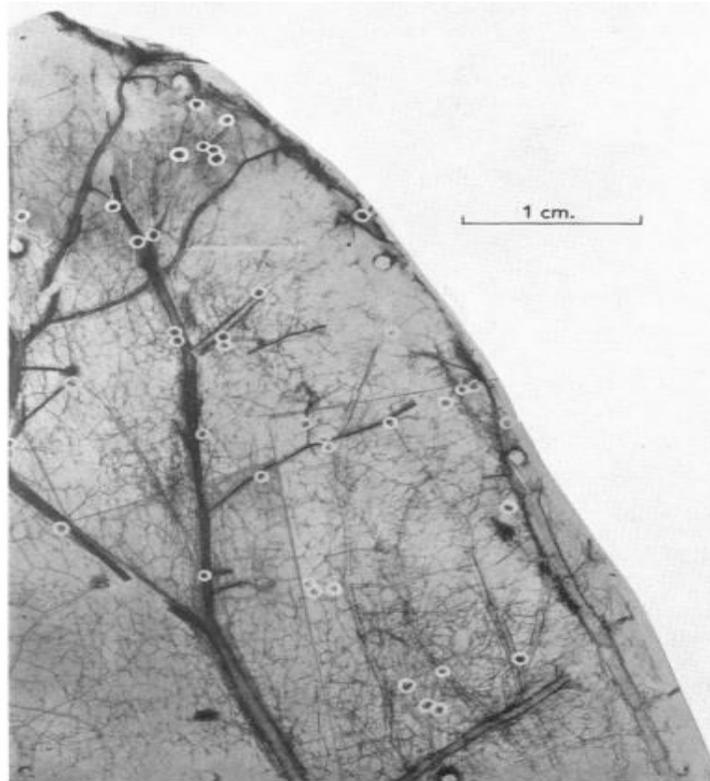


Figura 7. Arteriovenosis en oreja de bovino

El suministro de sangre a la hélice del oído es a través de la arteria auricular caudal (Figura 8), en donde hay cuatro arterias principales que se encuentran en el pericondrio de la superficie externa de la oreja, las ramas de ellos suministran la piel de la superficie externa y también penetran a través del cartílago para anastomosis en el pericondrio de la superficie interna y luego suministran la piel de la superficie interna (Goodall, 1955).

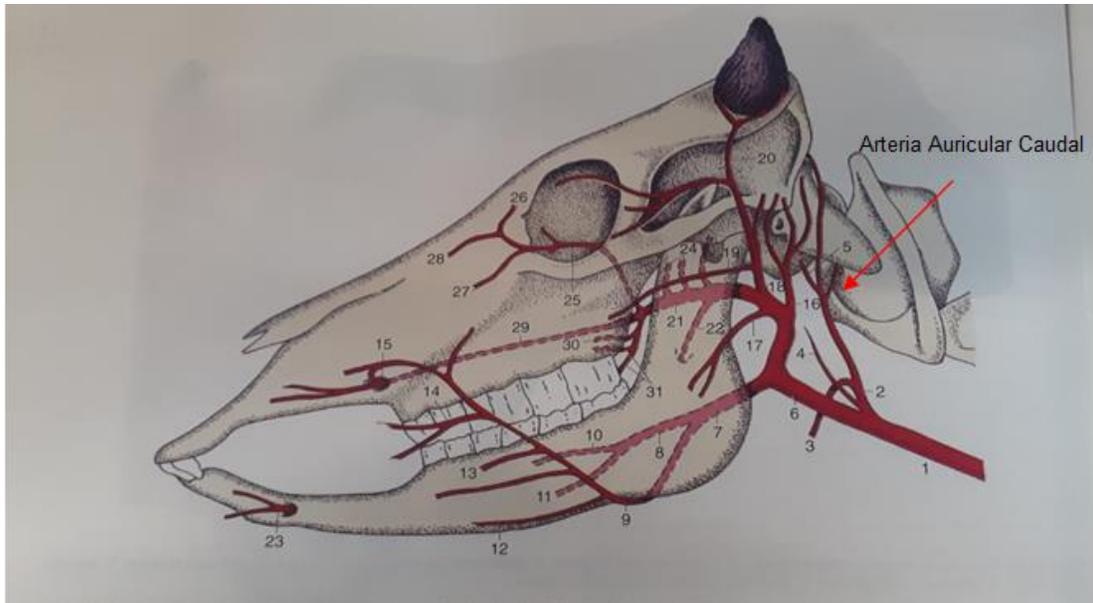


Figura 8. Principales arterias de la cabeza del bovino (Dyce *et al.*, 2007).

Estas arterias que conducen la sangre a los tejidos lo hacen a través de unos tubos microscópicos de los tejidos llamados capilares y permiten el intercambio necesario entre la sangre y los tejidos cuyas paredes constan de una simple capa de células endoteliales y permiten el paso de oxígeno y nutrientes (Sisson y Grossman, 1982).

El oído es drenado por un sistema de arcos venosos que culmina en dos venas principales (Goodall, 1955) y regresan la sangre hacia el corazón (Sisson y Grossman, 1982). (Figura 9).

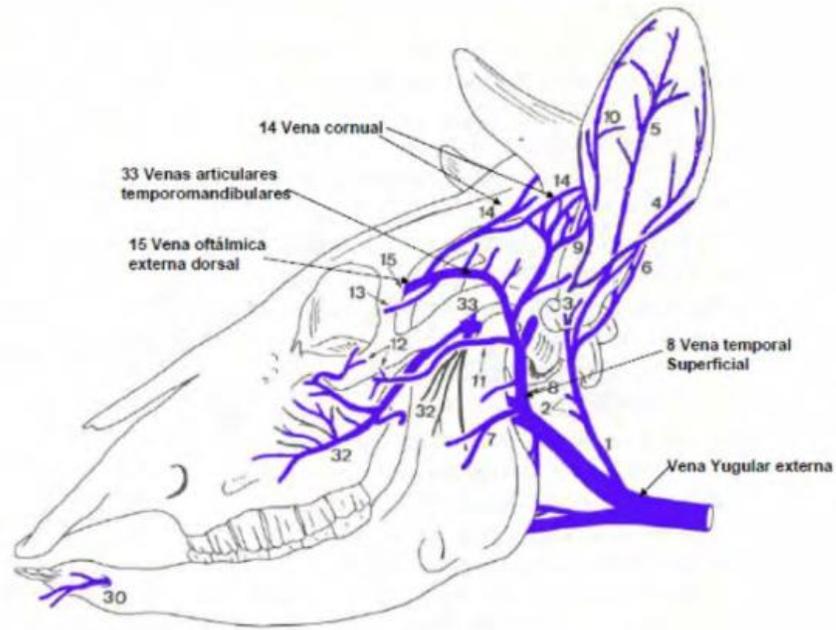


Figura 9. Conductos venosos del pabellón auricular del bovino (Sisson y Grossman, 1982).

2.8 Consecuencias de la falla en la técnica de implantación

La técnica de implantación incorrecta es una preocupación que tiene el productor, debido a la repercusión económica. Las principales fallas que se presentan son, pérdida total o parcial del implante, incrustados en cartílago, mal situados, amontonados, abscesados o encapsulados (Figura 10); por consiguiente, una incompleta o nula absorción (Zoebell *et al.*, 2000).

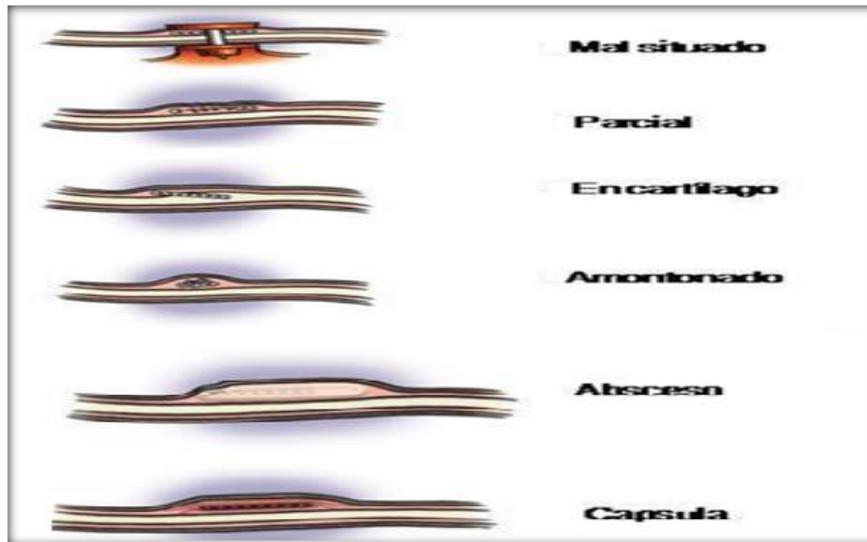


Figura 10. Errores de la técnica al implantar (Páez, 2006)

Se encontraron reportes de falla del implante anabólico de 1985 a 2010, cuatro en Estados Unidos y tres en México, la ocurrencia varió de 2.65% (Folmer *et al.*, 2009) hasta 95.5% (Zollers *et al.*, 2002). Las fallas reportadas en los estudios son: Encapsulado, abscesado, en cartílago, mal situado, amontonado, parcial y ausente (Cuadro 4).

La formación de abscesos por aplicación incorrecta del implante anabólico puede representar un 50 a 60%, disminuyendo la efectividad del mismo (Dicke *et al.*, 2004). Los abscesos se forman debido a la contaminación de la aguja o el implante con microorganismos de la materia fecal, por lo que realizar una asepsia adecuada con productos desinfectantes como clorhexidina en la desinfección de agujas y pabellón auricular, asegura la eliminación de carga patógena al momento de implantar (Zoebell *et al.*, 2000).

Cuadro 4. Inspección post mortem de implantes anabólicos y la prevalencia de fallas

	Parrott <i>et al.</i> , 1985	Cortes, 1999	Anderson y Botts, 2002	Zollers <i>et al.</i> , 2002	Berry <i>et al.</i> , 2000	Páez, 2006	Folmer <i>et al.</i> , 2009	Baraja s <i>et al.</i> , 2010
Falla %	20.8%	79.5%	5.78%	95.5%	20%	32.4%	2.65%	32.98 %

En el cuadro 5, se muestran los resultados de varias investigaciones donde se reportan mejoras en los parámetros productivos de bovinos utilizando implantes anabólicos que se han absorbido de manera correcta en comparación con un grupo de animales a los cuales no se absorbió el implante anabólico.

El consumo de alimento se reduce hasta en un 5%, la conversión alimenticia mejora al disminuir en un 8 % promedio y la ganancia diaria de peso mejora hasta un 9%, a su vez la eficiencia alimenticia mejora en un 12% promedio. A pesar de esto la ganancia diaria de peso es mayor cuando se han evaluado a toros, seguido de vaquillas y por último los novillos, esto podríamos atribuirlo a la menor actividad esterodea producida por las gónadas.

Con base a lo anteriormente descrito, es importante mencionar que el implante anabólico no se absorbe en su totalidad y que puede haber restos del implante anabólico en proceso de degradación de hasta un 25% a los 60 días de implantación y con una degradación promedio de 0.15% diaria de la dosis original después de los 60 días (Rumsey *et al.*, 1992)

Cuadro 5. Mejora en la respuesta productiva de bovinos al realizar la implantación correcta

	Spire <i>et al.</i> , 1999	Berry <i>et al.</i> , 2000	Anderson y Botts, 2002	Dicke <i>et al.</i> , 2004	Barajas <i>et al.</i> , 2010
Implante utilizado	(200 mg Test y 20 mg E)	(20 mg E y 200 mg Prog)	(200 mg Test y 20 mg E)	(120 mg ATB y 24 mg E)	(140 mg ATB y 20 mg E)
Tipo animal	Vaquillas	Novillos	Novillos/Vaquillas	Novillos	Toretos
N	72	1183	6859	1843	94
CMS	+0.22%			-1.8%	-5.6%
GDP	+9%	1.33%	1.79%	0.58%	9.48%
CA	-8.95%			-1.4%	-14.5%
EA	9.2%				16 %

ATB (Acetato de trembolona), E (Benzoato de estradiol), Test (Propionato de testosterona), Prog (Propionato de progesterona). CMS (Consumo de materia seca), GDP (Ganancia diaria de peso), CA (Conversión alimenticia), EA (Eficiencia alimenticia).

2.8.1 Respuesta inflamatoria normal en la aplicación de implantes anabólicos

La tecnología de implantes ha avanzado a lo largo de los años con la aprobación de nuevos productos. Sin embargo, hasta hace poco lo que realmente se conocía era que algunos sitio de aplicación del implante inflamaban y otros no, algunos implantes fallaban y otros no. Debido a esto la industria se centró en técnicas adecuadas de aplicación del implante y saneamiento. Sin embargo, nadie tenía una comprensión clara de lo que realmente sucedía en el sitio del implante (Lancaster, 2004).

Secundario a una lesión, sin importar su naturaleza, hay un periodo inconstante y transitorio de vasoconstricción arteriolar; luego aparecen en el sitio dañado, determinadas cantidades de histamina, lo que produce vasodilatación e hiperemia

activa (aumento de flujo sanguíneo en la zona de la lesión), que causa enrojecimiento y aumento de la temperatura (Guyton y Hall 2006).

Cuando se rompe la piel y se deposita el implante, las bacterias, partículas de suciedad, pelo y otros contaminantes se llevan inevitablemente debajo de la piel, donde ocurren dos cosas. Primero, el animal ha perdido la integridad de la piel, lo que hará que el cuerpo envíe células para combatir la infección inevitable, incluso si es de grado muy bajo. Estas células están asociadas al proceso inflamatorio. En segundo lugar, el cuerpo extraño introducido, necesita ser amurallado ya que no es parte del "sistema corporal" normal y debe ser detenido. La respuesta inflamatoria se caracteriza por calor, hinchazón, enrojecimiento y dolor, y ocurre hasta cierto punto cada vez que se rompe la piel. La función principal de las células inflamatorias es combatir las bacterias, los virus y otros "invasores". Las células involucradas en este proceso inflamatorio se denominan leucocitos no linfocíticos, y tienen la tarea de consumir y destruir (si es posible) objetos extraños y partículas, microbios, tejidos dañados y células muertas (Cotran *et al.*, 1999). Los leucocitos se clasifican por los gránulos intracelulares presentes (neutrófilos, eosinófilos y basófilos o granulocitos). Los neutrófilos son los primeros en responder a la lesión tisular (Figura 11).

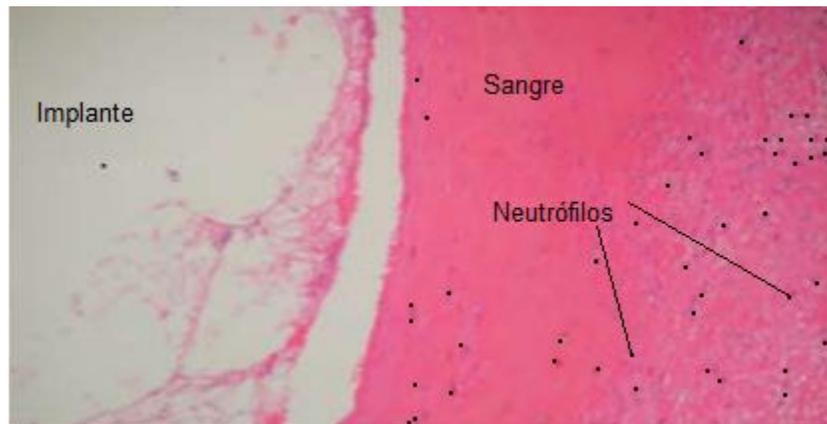


Figura 11. Primer día del sitio del implante anabólico (Loughin, 2004).

Los neutrófilos son de corta duración y cuando mueren, liberan enzimas y radicales de oxígeno que destruyen el tejido circundante. Después de la

implantación, el implante se trata como un cuerpo extraño y se encapsula a medida que el organismo animal intenta aislarlo, segregarlo y realmente separarlo del cuerpo para minimizar su impacto. Esto sucede por un proceso llamado neovascularización. La formación de nuevos vasos sanguíneos aporta las células necesarias para crear un nido de tejido cicatricial, más denominado "cápsula". La cápsula inicialmente está compuesta de tejido de granulación, así como cuantiosa sangre, pequeños vasos y fibroblastos que son precursores de la cápsula real. Esta "plantilla" de tejido de granulación pronto se reemplaza por tejido conectivo fibroso, la verdadera cápsula fibrosa. El grosor de esta cápsula depende del número de bacterias y, por lo tanto, del grado de inflamación presente en el sitio, en la figura 12 se muestra la formación de la capsula de manera normal.

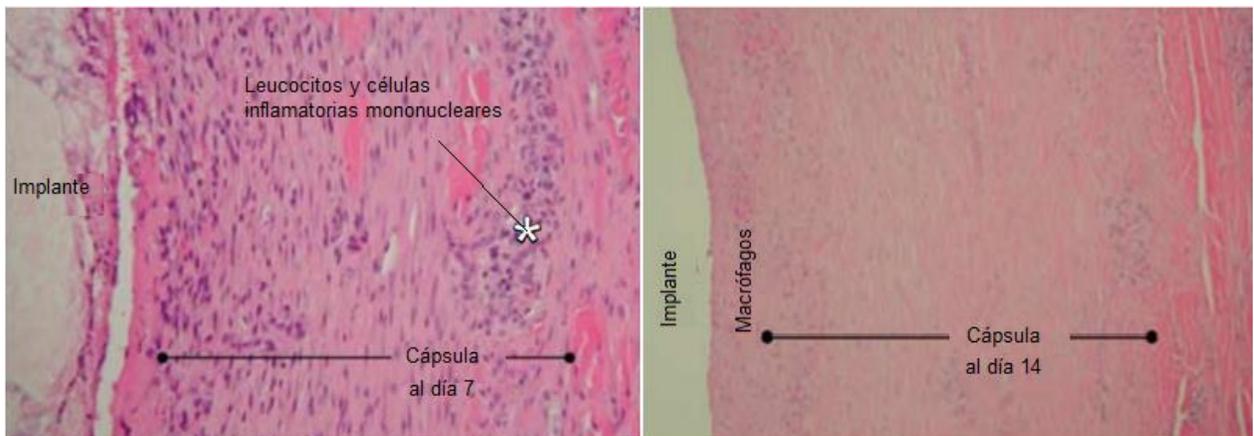


Figura 12. Formación de la cápsula normal en el sitio de implantación (Loughin, 2004).

2.8.2 Formación de abscesos

Cuando los neutrófilos y los macrófagos fagocitan un gran número de bacterias y tejido necrótico, prácticamente todos los neutrófilos y muchos, si no la mayoría, de los macrófagos mueren finalmente. Después de varios días, se forma una cavidad en los tejidos inflamados. La cavidad contiene porciones variables de tejido necrótico, neutrófilos muertos, macrófagos muertos y líquido tisular. Esta mezcla se llama pus (cuantas más bacterias estén presentes, mayor será el número de neutrófilos reclutados en el sitio) (figura 13). Cuando la infección se ha suprimido, las células muertas y el tejido necrótico de la pus se autolisan gradualmente a lo largo de un período de días, y los productos finales son absorbidos por los tejidos vecinos y por la linfa hasta que la mayor parte de los signos de lesión tisular desaparecen (Guyton y Hall, 2011).

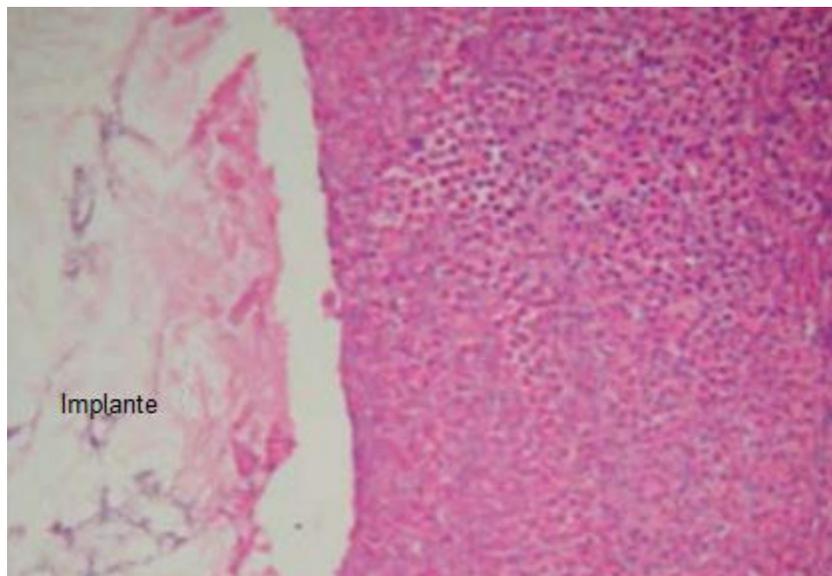


Figura 13. Formación de un absceso en el sitio de implantación (Loughin, 2004).

2.9 Factores de riesgo asociados a la falla del implante anabólico

Un factor de riesgo es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión (OMS, 2020). Los bovinos están propensos a desarrollar diferentes condiciones del implante anabólico debido a la técnica de implantación, sin embargo, existen otros factores que aumentan la probabilidad de que el implante anabólico no funcione o falle (Anderson y Botts, 2002).

Así mismo Anderson y Botts, (2002) han reportado que las vaquillas presentan un 3% más de probabilidad de fallas en la absorción del implante anabólico cuando se les compara con novillos, y a pesar de que ellos usaron un antibiótico local para reducir la incidencia de fallas, las hembras siguen el mismo patrón cuando se le administra o no el antibiótico, tal vez por su temperamento que puede influir directamente en su comportamiento.

Por otra parte la época cálida y lluviosa, es un factor que predispone las fallas del implante anabólico y reduce su absorción hasta en un 30% (Barajas *et al.*, 2010). Estos datos concuerdan con Anderson y Botts, (2002), quienes en uno de sus estudios obtuvieron un 15% de fallas, aun cuando los implantadores tenían suficiente experiencia, ellos afirman que la lluvia fue un factor para que ese porcentaje de implantes fallara.

Otro factor importante es la cantidad de animales a cargo de los operarios, se ha establecido que cuando un operario tiene a su cargo 50 animales los riesgos de mortalidad aumentan en un 3% en comparación con 2 ó 3 operarios (Brscic *et al.*, 2018). Así mismo Brscic *et al.* (2018) reportaron un 3.5% de mortalidad cuando los corrales no reciben limpieza y son propensos a bacterias principalmente del tracto gastrointestinal, por lo tanto al haber deficiencias del manejo sanitario en los corrales de engorda, primero por la ineficiencia de los trabajadores y segundo por la predisposición a infecciones, podemos asegurar que repercutirá en la absorción del implante anabólico.

III. HIPÓTESIS

La prevalencia de la incorrecta aplicación del implante anabólico será igual o mayor al 30% en bovinos en finalización intensiva y la época, inventario y sexo son factores de riesgo.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Evaluar la prevalencia y los factores de riesgo asociados a la incorrecta aplicación del implante anabólico en bovinos en finalización intensiva.

4.2 Objetivos específicos:

1. Determinar la prevalencia de la incorrecta aplicación del implante anabólico en bovinos en finalización intensiva.
2. Determinar el impacto de los factores de riesgo asociados a la incorrecta aplicación del implante anabólico en bovinos en finalización intensiva.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Tipo de estudio

El estudio es observacional, prospectivo, transversal y comparativo (Mendez, 1990). En el periodo de junio de 2019 a marzo de 2020, se realizó la inspección de las orejas de bovinos y para determinar la condición del implante anabólico al finalizar la engorda, se inspeccionaron 888 orejas.

5.2 Localización del área de estudio

El estudio se realizó en las plantas de sacrificio Tipo Inspección Federal, TIF 99 y TIF 426, ubicadas en el municipio de Culiacán Sinaloa México (24°2'4.92"N a 25°16'33.6"N). El clima es semiseco, con temperatura media anual de 25°C, la temperatura mínima promedio es de 10°C en enero y máxima mayor a 36°C en los meses de mayo a julio, las lluvias son de los meses julio a septiembre y la precipitación media anual de Sinaloa es de 790 mm (INEGI, 2020).

El ganado bovino inspeccionado provenía de cinco corrales de engorda comercial, tres de los cuales tenían más de 4000 bovinos y fueron considerados como engorda grande y, dos con inventario de menos de 4000 bovinos considerado como una engorda pequeña; cuatro corrales de engorda se encuentran en el municipio de Culiacán y uno en el municipio de Guasave, Sinaloa. Se inspeccionaron 23 lotes de ganado bovino, de los cuales se identificó la procedencia y el sexo del bovino. En el periodo en que se realizaron las inspecciones, se determinó la época según la temperatura promedio mensual, época fresca (< 29 °C) y época cálida (≥ 29 °C) obtenida de la estación meteorológica del Centro de Investigaciones Alimentación y Desarrollo ubicada aproximadamente a 4.2 km de los rastros (CIAD, 2019).

5.3 Determinación del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determinó por muestreo estratificado con base a la estimación de las proporciones con la siguiente fórmula.

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Donde:

n= Número de orejas a inspeccionar

N= Bovinos de engorda (43 800)

Z= Valor de Z que indica el nivel de confianza (95%=1.96)

d= Límite para el error de la estimación (0.05)

p= Proporción esperada de implantes con fallas (30%)

q= (1-p) Proporción de implantes sin fallas (70%)

Al sustituir los valores en la fórmula se estimó un tamaño mínimo de muestra de 320 orejas, que de acuerdo a los estratos quedaron de la siguiente manera:

Engorda 1 (0.68%); Engorda 2 (28.53%); Engorda 3 (45.66%); Engorda 4 (15.98%) y Engorda 5 (9.13%).

5.4 Evaluación de la condición del implante anabólico

Al iniciar la inspección de la condición del implante anabólico, se retiró la oreja implantada de cada bovino de acuerdo al orden de matanza, posteriormente utilizando equipo de bioseguridad (casco, cofia, cubre bocas, bata, botas) se diseccionaron con una hoja de bisturí número 23 y un mango de bisturí número 4. Al iniciar la inspección se registraron 519 orejas y se clasificó como correcto e incorrecto de acuerdo a la condición que presentaba el implante anabólico, posteriormente se registraron 369 orejas que fueron clasificadas como: 1-correcto e incorrecto (2-encapsulado, 3-abscesado, 4-en cartílago, 5-mal situado, 6-amontonado, 7-parcial y 8-ausente) (Berry *et al.*, 2000; Folmer *et al.*, 2009 y Barajas *et al.*, 2010). Una vez obtenido los datos, fueron capturados en una plantilla de Excel®. En el análisis se incluyeron todas las orejas que presentaron al

menos una condición incorrecta del implante anabólico y se identificó como incorrecto y se definió cada variable quedando de la siguiente manera.

- Se consideró correcto cuando el implante es degradado y liberado al torrente sanguíneo
- Se consideró absceso cuando hay formación de pus.
- Se considera encapsulado cuando hay una cápsula fibrosa que recubre el implante y se encuentra el implante sin degradación.
- Se considera en cartílago cuando el implante se encuentra incrustado en el cartílago de la oreja.
- Se considera ausente cuando no se aplicó el implante o se perdió.
- Se considera mal situado cuando el implante está posicionado fuera del tercio medio, cerca de otro implante, aretes de identificación, orificios o muescas.
- Se considera amontonado cuando el implante se encuentra aglomerado en un mismo sitio.
- Se considera parcial cuando se encuentra menos pellets de los que debería haber, aunque estén en proceso de degradación o no.

5.5 Análisis estadístico

El tamaño mínimo de muestra fue de 320 orejas. La prevalencia se calculó como número de implantes incorrectos/número de orejas evaluadas x 100. Para conocer el orden de presentación de fallas en el implante anabólico se hizo una gráfica de barras. La asociación entre época del año, sexo del animal y tamaño de la engorda con la condición del implante se analizó con la prueba de ji cuadrada. Para la estimación de la razón de probabilidades (odds ratios) se realizó análisis de regresión logística con el procedimiento LOGISTIC de SAS (SAS, 2002), para la variable sexo el procedimiento fue análisis univariado para 474 observaciones, mientras que para tamaño de la engorda y época del año fue análisis multivariado,

donde hubo 888 observaciones. El nivel de alfa para aceptar asociación fue máximo de 0.05.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Prevalencia de las condiciones de los implantes anabólicos

Se observó una prevalencia del 64.30% (IC95% 61.01-67.59) de implantes anabólicos incorrectos. Folmer *et al.* (2009) observaron fallas del 2.65% cuando al colocar el implante se siguieron medidas sanitarias; así mismo, Anderson y Botts, (2002) al contaminar el sitio a implantar y utilizar un implante con un pellet de antibiótico (Tártaro de Tilosina) observaron 5.75% en la falla del implante, por lo tanto se puede atribuir que la alta prevalencia en nuestro estudio es debido a la técnica de implantación. Nuestros hallazgos difieren de lo reportado por Berry *et al.* (2000) y Barajas *et al.* (2010), de 20.00 y 32.98%, respectivamente; aunque es menor al reportado por Zollers *et al.* (2002) de 94.10% de falla del implante. En el cuadro 6 se muestra la prevalencia de la falla del implante anabólico de cada engorda comercial de ganado. Se observó que todas las engordas evaluadas presentaron una prevalencia mayor al 50% de implantes anabólicos incorrectos.

Cuadro 6. Prevalencia de la condición del implante anabólico en las engordas comerciales de ganado bovino.

	Condición del implante anabólico		Total
	Incorrecto	Correcto	
Engorda 1	106 (84.80%)	19 (15.20%)	125
Engorda 2	235 (58.89%)	164 (41.10%)	399
Engorda 3	99 (97.05%)	3 (2.94%)	102
Engorda 4	105 (49.52%)	107 (50.47%)	212
Engorda 5	26 (52.00%)	24 (48.00%)	50
Total	571	317	888

Al determinar la prevalencia de los criterios de la condición del implante anabólico incorrecto (n=369), la condición encapsulado y la condición mal situado (fuera del tercio medio y/o cercano a otros implantes o aretes) representaron el 91.60% (51.40 y 40.20%, respectivamente) (Figura 14). Durante la implantación, las bacterias y suciedad se llevan inevitablemente debajo de la piel, en el día uno comienza un proceso de inflamación en el área circundante al implante y el organismo lucha por combatir esa infección. El implante se considera un cuerpo extraño y en el día siete se encapsula a medida que el organismo intenta aislarlo para minimizar su impacto, para el día catorce se forma una cápsula de tejido conectivo fibroso la cual será degradada por macrófagos y comenzará la absorción del implante anabólico en el torrente sanguíneo. El grosor de la cápsula dependerá de la cantidad de bacterias presentes en el sitio de implantación (Loughin, 2004), lo que puede ocasionar que el implante anabólico no se degrade, debido a esto se establecieron medidas sanitarias para evitar la mayor carga patógena posible e impedir la formación de implantes encapsulados (Lancaster, 2004).

Así mismo, un implante mal situado (cercano a la base de la oreja), la irrigación es menor y esto afecta la absorción (Goodal, 1955). Parrot *et al.* (1985) indicaron que el porcentaje de pérdidas disminuye en un 15% al aplicarlo en la zona media, debido a que la piel es menos laxa y más firme lo que asegura que el implante anabólico no se desplace a la zona de incisión y se pierda. Al estar cercano a otros implantes, aretes o vasos sanguíneos la irrigación puede verse interrumpida. Sin embargo, cuando ocurre la angiogénesis o neovascularización, se forman vasos sanguíneos y capilares nuevos a los tejidos circundantes (Loughin, 2004), y ello es posible que favorezca la absorción.

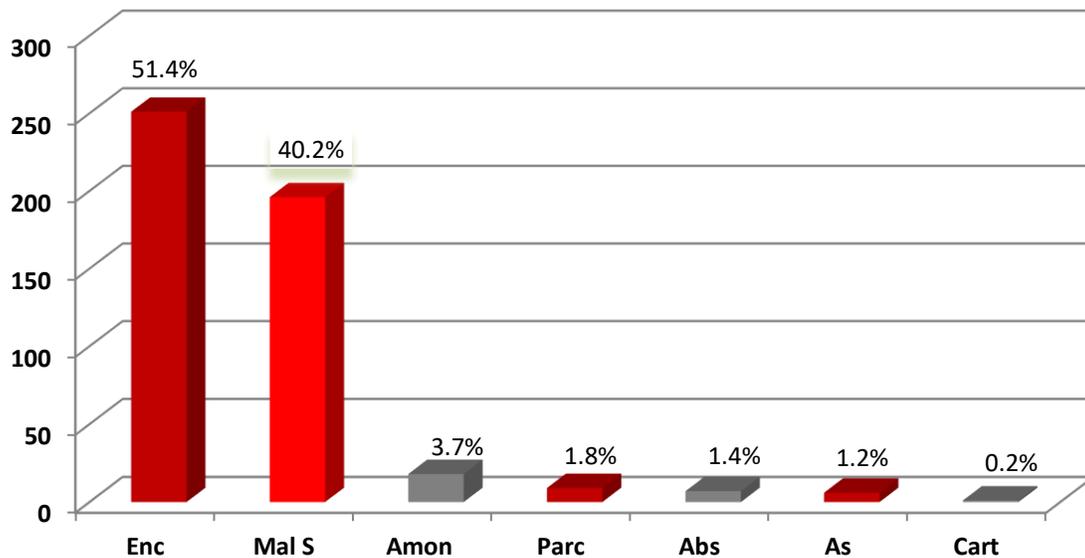


Figura 14. Condiciones incorrectas de los implantes anabólicos n=369: Enc (encapsulado), Mal S (Mal situado), Amon (amontonado), Parc (parcial), Abs (abscesado), As (ausente), Cart (en cartílago).

En el cuadro 7 se muestra la frecuencia de orejas inspeccionadas que presentaron una o más condiciones incorrectas, 151 orejas presentaron una condición incorrecta y 147 orejas presentaron 2 condiciones incorrectas, por lo que podemos asegurar que durante el proceso de implantación es posible evitarlo y asegurar que el implante proporcione los beneficios esperados en el bovino.

Cuadro 7. Distribución de frecuencia de las condiciones incorrectas por oreja inspeccionadas durante la matanza.

Orejas inspeccionadas	Condiciones incorrectas	%
151	1	40.92
147	2	39.83
13	3	3.52
1	4	0.27

6.2 Factores de riesgo

Al determinar asociación entre el tamaño de la engorda, época del año, y sexo con la condición incorrecta de los implantes anabólicos, los tres factores estuvieron asociados ($P \leq 0.05$) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Asociación de tamaño de la engorda, sexo y época del año con la condición del implante anabólico.

		Condición del implante anabólico			P ¹
		Correcto ²	Incorrecto ³	Total	
Tamaño de la engorda	<4000	43 (4.84%)	132 (14.86%)	175 (19.71%)	<0.0006
	≥4000	274 (30.86%)	439 (49.44%)	713 (80.29%)	
	Total	317 (35.70%)	571 (64.30%)	888 (100%)	
Sexo ⁶	Hembra	59 (12.45%)	215 (45.36%)	274 (57.81%)	<0.0001
	Macho	108 (22.78%)	92 (19.41%)	200 (42.19%)	
	Total	167 (35.23%)	307 (64.77%)	474 (100%)	
Época	Fresca ⁷	126 (14.19%)	266 (29.95%)	392 (44.14%)	<0.0493
	Cálida ⁸	191 (21.51%)	305 (34.35%)	496 (55.86%)	
	Total	317 (35.70%)	571 (64.30%)	888 (100%)	

¹Valores de probabilidad del estadístico Ji-cuadrada

^{2,3} Correcto=se absorbió el implante anabólico, Incorrecto= no se absorbió el implante anabólico

^{4,5} Pequeña = <4000 animales, Grande = ≥ 4000 animales

⁶ n=474

^{7,8} Fresca = < 29°C, Cálida = ≥ 29°C

Sin embargo, cuando se incluyeron en el modelo de regresión logística el tamaño de la engorda y la época del año, solo el tamaño de la engorda se determinó que es un factor de riesgo ($P < 0.05$). Así mismo, el sexo también se estimó como un factor de riesgo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Factores de riesgo asociados a la condición del implante anabólico.

Factor de riesgo		Estimado r	Error estándar	OR ¹	IC ² 95 %	P ³
	Intercepto	0.7958	0.0960			<0.0001
Época	Fresca			1		
	Cálida	0.0984	0.0725	1.217	0.0916-1.618	0.1747
Tamaño de la engorda	<4000			1		
	≥4000	0.3028	0.0973	1.832	1.251-2.683	<0.0019
Sexo	Intercepto	0.5664	0.1021			<0.0001
	Macho			1		
	Hembra	0.7267	0.1021	4.278	2.866-6.384	<0.0001

Odds Ratio¹, Intervalo de confianza² 95%, Asociación estadística³ ($P \leq 0.05$)

De acuerdo a la época (fresca o cálida) no se determinó como un factor de riesgo ($P > 0.05$), sin embargo Anderson y Botts, (2002) reportaron un 15% de fallas en los sitios de implantación, ellos afirman que la lluvia fue un factor predisponente, por otra parte las fallas reportadas por Barajas *et al.* (2010) del 30% la asocian con la época cálida y lluviosa. Probablemente la inspección de orejas tendría que realizarse específicamente en la época más caliente del año y en la época más fría para tener mayor exactitud y poder determinar si es un factor de riesgo.

Cuando el tamaño de la engorda fue superior a los 4000 bovinos, hubo 1.8 veces más probabilidad de presentar condición que indica falla en el implante

anabólico ($P < 0.05$). Este resultado se atribuye al factor humano que está relacionado con el manejo de los animales, por lo que entre más animales tiene en inventario una explotación ganadera es más el trabajo y los operarios pueden mostrarse cansados y reducir la eficacia de implantación, por lo que se recomienda que debe haber un operario de reemplazo disponible (Elanco Animal Health, 2000). Además, Brscic *et al.* (2018) indicaron que al disminuir la cantidad de animales a cargo de un operario se reduce hasta en un 3.5% deficiencias en el manejo operativo de la engorda. Así mismo, el análisis mostró que las hembras tuvieron 4.2 veces más riesgo de presentar alguna condición incorrecta del implante ($P < 0.05$). Estos resultados concuerdan con Anderson y Botts (2002), quienes reportaron que las hembras presentaron 3% más probabilidad de fallas de implantación en comparación con los machos, y ellos lo atribuyen posiblemente a que es un reflejo de que el temperamento es dependiente del sexo lo que podría modificar su comportamiento.

VII.CONCLUSIONES

La prevalencia de implantes anabólicos incorrectos fue del 64.30%, y las condiciones con mayor frecuencia fueron encapsulados y mal situados.

Se identificó asociación entre el tamaño de la engorda, sexo y época con la condición incorrecta de los implantes anabólicos. El riesgo de que un animal presente una condición incorrecta se incrementa 1.8 veces más cuando el tamaño de la engorda es mayor a 4000 bovinos y 4.2 veces más cuando son hembras, por lo tanto es importante considerar las pérdidas económicas que esto podría generar y dirigir mayor atención a la técnica de implantación.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abarca G.A. 2010. Implantes anabólicos en ganado bovino; situación actual y perspectivas. Tesis de la Facultad De Medicina y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Anderson, P. and Botts, R. 2002. Evaluation of the ability of implants containing a pellet of tylosin tartrate (component® with tylan®) to prevent implant site abscesses under field conditions. *The Professional Animal Scientist* 18: 262-267. [doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31531-X](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31531-X)
- Arias, R. 2013. Uso correcto de implantes promotores del crecimiento en bovinos de carne. Universidad católica de Temuco Chile. Escuela de agronomía.
- Barajas, C. Cervantes, B. Romo, J. Juarez, F. Aguirre, J. 2010. Influencia de la falla del implante hormonal en la respuesta productiva de toretes en ceba. *Zootecnia Trop.* 28 (2): 193-200. Extraído de <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/544>
- Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., & Petryna, A. (2002). Promotores del crecimiento y moduladores del metabolismo. Recuperado en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/19-promotores_del_crecimiento.pdf.
- Berry, B. A., L. J. Perino, M. L. Galyean, T. H. Montgomery, and S. Bachman. 2000. Association of implanting abnormalities with growth performance of steers. *Prof. Anim. Sci.* 16:128.
- Brandan, N.C. Llanos, I.C. Horak, F.A. Tannuri, H.O. Rodriguez, A.N. 2014. Principios de endocrinología. Cátedra de Bioquímica. Recuperado de <http://www.med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/CarreraMedicina/BIOQUIMICA/PRINCIPIOS%20DE%20ENDOCRINOLOGIA%20C3%8DA.pdf>
- Brcsic, M. Kirchner, M. Knierim, U. Contiero, B. Gottardo, F. Winckler, C. Cozzi, G. 2018. Risk factors associated with beef cattle losses on intensive fattening farms in Austria, Germany and Italy. *The Veterinary Journal.* 239. 48-53.

- Burroughs W, Culbertson CC, Kastelic J. 1954. The effects of trace amounts of diethylstilbestrol in rations of fattening steers, *Science* . 120:66-67
- Chile/BCN, B. del C. N. de. (2018). Legislación comparada del uso de anabólicos en la producción ganadera para consumo humano ., (56), 2015–2017. Retrieved from <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=64444>
- CIAD. 2019. Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo. Estación meteorológica. Disponible en: http://red.globalmet.mx/campo_experimental/NOAA/NOAA-2019.txt
- Cole HH, Gass GH, Gerrits RJ et al: On the safety of estrogenic residues in edible animal products, *Bioscience* 25:19-25, 1975.
- Cortes G. E. 1999. Determinación de Implantes aplicados correcta e incorrectamente y su impacto económico en una engorda comercial. Tesis Licenciatura en Ciencias Pecuarias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila México. Extraído de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1810/T10898%20CORTES%20GIRON%2C%20ELEASIB%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cotran, RS, V Kumar & T Collins. 1999. Acute and Chronic Inflammation. *Robbins Pathologic Basis of Disease*. pp. 50-88.
- Daniel, W. W., 2012. *BIOESTADÍSTICA*, Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4 Ed. México, Limusa Willey, pag. 183 y 184.
- Dicke, B., Erickson, G.E., Klopfenstein, T. J., Botts, R.T., Anderson, P.T., Brandon, E.D., and Drouillard, J.S. 2004. Growth performance and carcass characteristics of finishing beef steers implanted with component TE-S or component TE-S with Tylan. *Other Animal Science Commons*. 0: 59-63. Extraído de <https://newprairiepress.org/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1620&context=kaesrr>

- Dinusson WE, Andrews FN, Beeson WM (1948). The effects of stil- bestrol, testosterone, and thyroid alterations on growth and fattening of beef heifers, J Anim Sci 7:523-524
- Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensing, C. J. G. (2007). Anatomía veterinaria Manual Moderno. 3ª edición. Editorial Manual Moderno. México.
- Elanco Animal Health, Critical control point implant training does not guarantee zero defects. Consultado 12 febrero 2020. Disponible en www.elanco.us
- Fajardo, A., Méndez, F. & Molina, L. (2011). Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. Universitas Scientiarum, 16 (1), 77-91. Extraído de <http://www.scielo.org.co/pdf/unsc/v16n1/v16n1a07.pdf>
- FDA. (2017). Department of Health and Human Services. U.S. Food And Drug Administration. Recuperado de <https://www.fda.gov/AnimalVeterinary/SafetyHealth/ProductSafetyInformation/ucm055436.htm>
- Fira (2019). DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SECTORIAL FIRA. Panorama Agroalimentario. Recuperado de <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/12/Panorama-Agroalimentario-Carne-de-bovino-2019.pdf>
- Folmer, J. Farran, T. Erickson, G. Klopfenstein, T. Reinhardt, C. Dicke, B. Drouillard, J. Streeter, M. Vasconcelos, J. 2009. Evaluation of Revalor-IH and Revalor-IS as initial implants compared with traditional initial implants for finishing heifers and steers. The Professional Animal Scientist 25 (2009):580–585
- Gómez S.Y., Blanca, E.M. 1998. Estudio Prospectivo de la Biotecnología en Cuba. Introducción a la Biotecnología. La Habana: Universidad para todos.
- Goodall, A. 1955. Arterio-venous anastomoses in the skin of the head and ears of the calf. Journal of Anatomy. 85: 100-105
- Guyton, A. C. y J. E. Hall. 2011. Tratado de fisiología Médica. Decimo segunda edición. Editorial Elsevier Inc. España, S.L.

- Guyton, A.C. J.E. Hall. Tratado de Fisiología Médica. 11va. ed. Philadelphia: Elsevier; 2006.
- INEGI (2020). Instituto Nacional de Estadística y geografía. Áreas Geográficas. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=culiacan+sinaloa#tabMCcollapse-Indicadores>.
- Ira, F. S. 2011. Fisiología humana. 12ª Edición. Editorial Mc Graw Hill.
- Lancaster, B. (2004). Summary of normal inflammatory response to implant administration. Cow calf research and consulting. Pp.1-4
- Loughin, M. 2004. "Evaluation of implant site characteristics." Elanco Reference No. 1948.
- Mader, T. L. (1998). Implants. Veterinary Clinics: Food Animal Practice, 14: 279–290.
- Mendez, I. (1990) El protocolo de investigación. Ciudad de México; Trillas.
- Ocampo, L y Garcés, P. (2010) Uso de implantes. Diplomado en línea de Producción de carne en corral de engorda. Modulo 4, Tema 5. <http://diplomados2-8.fmvz.unam.mx/>
- OMS. (2020). Temas de Salud "Factores de riesgo". Organización Mundial de la Salud, recuperado de https://www.who.int/topics/risk_factors/es/
- ONU. (2017). Naciones Unidas "Departamento de Asuntos Económicos y Sociales", Nueva York, Organización de las Naciones Unidas, recuperado de www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html enero de 2019.
- Páez, J. (2006). Evaluación de un implante anabólico con antibiótico en corrales de engorda de la zona centro del Estado de Veracruz. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Veracruzana, México.
- Parrott, J. C. Basson, R. P. Carroll, L. H. Elliston, N. G Ferguson, . T. H. Gorham, P. E Grueter, . H. P. McAskil J. W. and Wagner J. F. 1985. FACTORS AFFECTING RETENTION OF ESTRADIOL-17/3 SILICONE RUBBER IMPLANTS IN EARS OF STEERS JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, Vol. 61, No. 4

- Parrott, J. C., R. P Basson, L. H. Carroll, P. E. Gotham, J. W. MeAskill and J. F. Wagner. 1982. Compudose retention in growing steers. *J. Anim. Sci.* 55(Suppl. 1):450.
- Raun, A. P., & Preston, R. L. (2002). History of diethylstilbestrol use in cattle. *J Anim Sci.* 1-7
- Raun, A.P., and R.L. Preston. 1997. History of hormonal modifier use. In *Symposium: Impact of implants on performance and carcass value of beef cattle* (pp. 1–9). Stillwater: Oklahoma Agricultural Experiment Station.
- Rumsey, T.S., A.C. Hammond, J.P.McMurtry. 1992. Response to Reimplanting Beef Steers with Estradiol Benzoate and Progesterone: Performance, Implant Absorption- Pattern, and Thyroxine Status. *J. Anim. Sci.* 70:995-1001
- Samber, J.A., Tatum, J.D., Wray, M.I., Nichols, W.T., Morgan, J.B., and Smith, G.C. 1996. Implants Program Effects on Performance and Carcass Quality of Steers Calves Finished for 212 Days. *J. Anim. Sci.* 74: 1470-1476. USA. DOI: 10.2527/1996.7471470x
- Selk, G. E., Reuter, R. R., & Kuhl, G. L. (2006). Using growth-promoting implants in stocker cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 22(2), 435-449.
- SENASICA. 2014, Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de carne de Ganado bovino en confinamiento, recuperado de <https://www.gob.mx/senasica> junio de 2019.
- Sisson, S. Grossman, J.D. 1982. *Anatomía de los animals domésticos*. Tomo I. Quinta Edición. Editorial Elsevier Masson. España.
- Spire, M. Blasi, D. Drouillard, J. Sargeant, M. 1999. Implant quality assurance: detection of abscessed implants and their effect on feedlot performance of beef heifers. 124-125. doi: 10.4148/2378-5977.1863
- Stackhouse-Lawson KR, Tucker C.B, Calvo-Lorenzo M.S and Mitloehner FM. 2014. Effect of growth-promoting technology on feedlot cattle behavior in the 21 days before slaughter. *Applied Animal Behavior Science.* 162, 1-8. doi.org/10.1016/j.applanim.2014.11.001
- Statistical Analysis Systems (2002) SAS Version 9.0. SAS Institute Inc., Cary

- Torrano, C. (2002). Sanidad Animal Sanidad Animal. Laboratorio Fort Dodge, USA. Retrieved from http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd_xi_congreso/pdf/cesartorranosa.PDF
- Unión Europea. Directiva (UE) 96/22/CE del consejo de 29 de abril de 1996, por la que se prohíbe utilizar determinadas sustancias de efecto hormonal y tireostático y sustancias β -agonistas en la cría de ganado y por la que se derogan las Directivas 81/602/CEE, 88/146/CEE y 88/299/CEE. Diario Oficial de la Unión Europea L 0022
- Zobell *et al.*, 2000. Beef Cattle implants. Electronic publishing G97-1324-A
Extraído de https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1028&context=extension_histall
- Zollers, W. Cook, D. Janes, T. Barton, E. 2002. Effects of a tylosin tartrate pellet added to cattle growth implants on the incidence of implants site abscesses. The Profesional Animal Scientist 18: 258-261. [doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31530-8](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31530-8)

IX. ANEXOS

Formato de evaluación de la condición del implante hormonal

Evaluador _____ Fecha _____
Engorda _____ Corral _____

N°	CORR	ABS	ENC	CART	AU	MAL S	AMON	PARC
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

CORR: Correcto **ABS:** Absceso **ENC:** Encapsulado **CART:** Cartílago **AS:** Ausente **MAL S:** Mal situado **AMON:** amontonado **PARC:** Parcial.