



Muerte embrionaria en la vaca lechera: Importancia en la producción y causas

Dr. Joel Hernández Cerón

Para lograr la máxima producción en los bovinos lecheros es necesario contar con animales con alta eficiencia reproductiva: las vacas deben ser capaces de quedar gestantes en los siguientes 90 a 110 días posparto, para así obtener un parto al año.

La eficiencia reproductiva en el ganado lechero es bastante baja, sólo basta mencionar algunos indicadores: se necesita inseminar 100 vacas para que queden gestantes 35, y el 25 por ciento de las vacas requieren más de tres inseminaciones.

Además, entre el 25 y 30 por ciento de las vacas son desechadas anualmente por diversos motivos, de los cuales el más importante es la infertilidad, que provoca sean enviadas al rastro prematuramente, y sólo produzcan durante 3.5 lactancias en promedio. Considerando que la máxima capacidad para la producción de leche la alcanzan en la quinta lactancia, significa que se está desaprovechando enormemente el recurso animal.

La fertilidad de las vacas lecheras ha disminuido en los últimos tiempos; hace 25 años, el porcentaje de concepción a primera inseminación era del 50, ahora no rebasa el 35. Las condiciones metabólicas de estas vacas determinan en parte su pobre comportamiento reproductivo puesto que su es-



Dr. Joel Hernández Cerón

Realizó estudios de maestría y doctorado en reproducción animal en la FMVZ-UNAM. Es profesor de tiempo completo en el Departamento de Reproducción y candidato a investigador nacional. Actualmente realiza investigaciones en fisiología ovárica e infertilidad en rumiantes, en las cuales están integrados alumnos de licenciatura, maestría y doctorado.

tado metabólico es muy frágil al haberse modificado su fisiología para producir grandes volúmenes de leche.

Durante las primeras semanas posparto, las vacas lecheras se encuentran en balance negativo de energía, lo que significa que sus requerimientos energé-

ticos para producción y mantenimiento, son mayores a su consumo -forraje y concentrado-, de forma tal que mantienen la producción láctea utilizando sus propias reservas, lo que se traduce en pérdida de peso. Esta condición metabólica altera el control neuroendocrino de la reproducción; por ejemplo, se ha demostrado que en estas vacas se afecta el desarrollo folicular, la función del cuerpo lúteo, desarrollan quistes ováricos con mayor frecuencia y disminuye la expresión del estro. No obstante, en los programas reproductivos es necesario que queden gestantes en las siguientes semanas posparto, cuando su metabolismo está más comprometido con la producción.

Causas de infertilidad

Las causas de infertilidad son de naturaleza múltiple, mas se pueden resumir básicamente en fallas en la fertilización v muerte embrionaria temprana. Se ha demostrado que casi todos los óvulos son fertilizados, sin embargo, los embriones mueren tempranamente. Este problema es más grave en



vacas que se caracterizan por baja fertilidad (más de tres servicios). Se ha encontrado que en cerca del 95 por ciento de estas hembras se da la fertilización, y sólo en el 25, se establece la gestación. Si bien el problema de baja fertilidad es más dramático en el último grupo de vacas, no deja de serlo en las de primero o segundo servicio que no superan el 35 por ciento de concepción.

Los embriones obtenidos en el día siete después del servicio en vacas subfértiles están retrasados en su desarrollo, y mueren principalmente en esos días; sin embargo, una proporción importante de pérdidas embrionarias ocurre también entre el día 8 y 17 del ciclo estral.

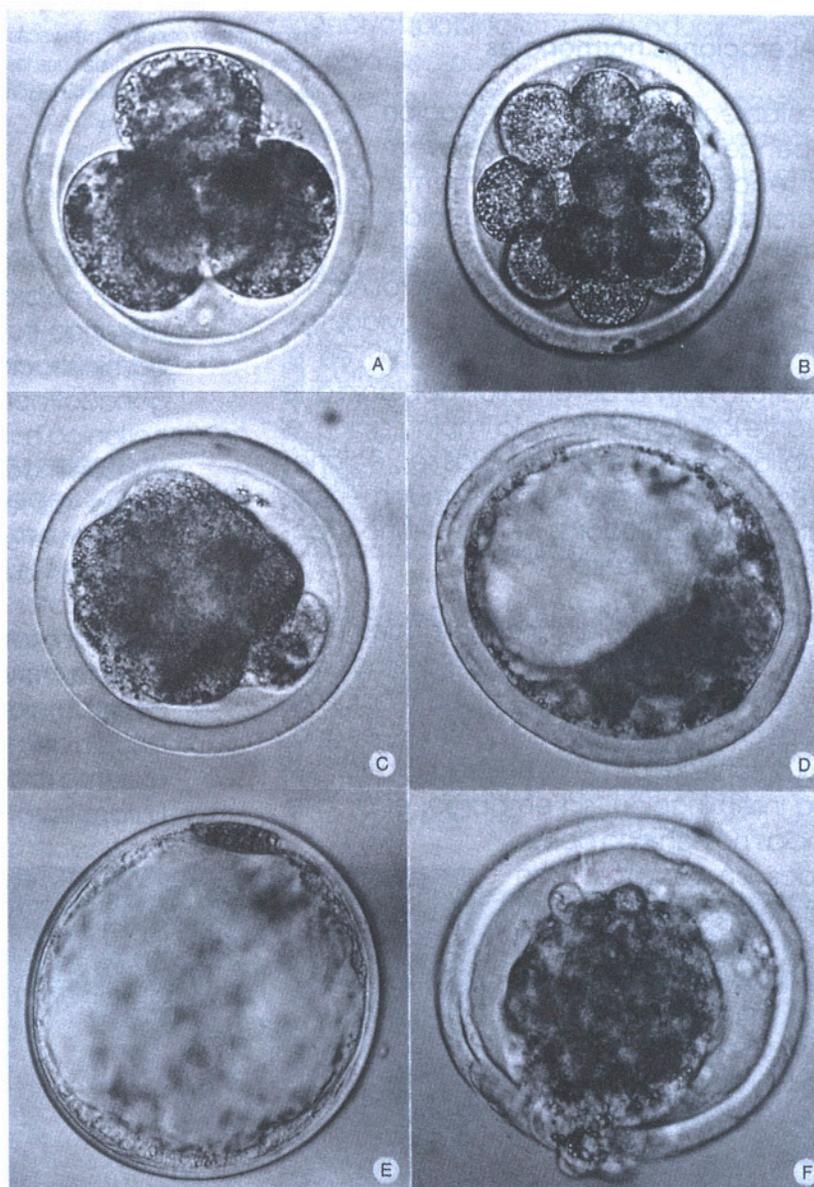
En la etiología de la muerte embrionaria participan factores de naturaleza diversa, empero, se pueden dividir en factores genéticos y ambientales.

Factores genéticos

Las alteraciones genéticas pueden ocasionar muerte embrionaria temprana, mas no se ha determinado el peso específico de este factor como causa de infertilidad. Las anomalías cromosómicas, la expresión de algún gen letal o la falta de expresión de un gen importante para el desarrollo, sin duda provocan alteraciones en el desarrollo embrionario y muerte temprana.

Algunas condiciones, como la inseminación tardía, se asocian con la muerte embrionaria ya que el óvulo envejece y puede sufrir alteraciones en la organización de los cromosomas o ser fertilizado por más de un espermatozoide (falta en el bloqueo de la polispermia).

Se ha señalado que una proporción considerable de la muerte embrionaria temprana



La mayor proporción de muertes embrionarias ocurren en los primeros estadios de desarrollo (Tomado de Embryo transfer in farm animals. Agriculture Canada Monograph 16, 1977)

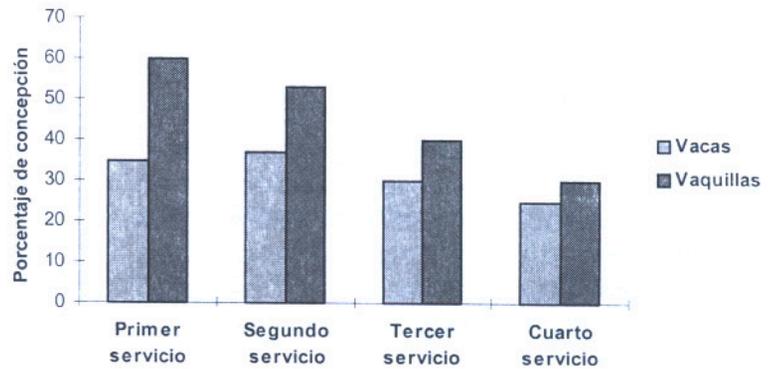
na es inevitable puesto que, desde el punto de vista biológico, es el medio más económico para la eliminación de individuos incompatibles con la vida. Cabe señalar que en las vacas en las que esto ocurre, no se afecta la longitud del ciclo estral y retornan a estro en un periodo equivalente al normal.

Factores ambientales

Alteraciones hormonales

El establecimiento de la gestación depende de la ocurrencia de eventos endocrinos perfectamente sincronizados que permiten la unión, en el momento y lugar precisos, entre un espermatozoide y un óvulo. Asimismo, depende del ambiente del oviducto y del útero, el cual es determinante en el desarrollo normal del embrión debido a que durante los días previos a la implantación, el embrión sobrevive gracias a las secreciones de estos órganos que le aportan nutrimentos, sustancias reguladoras del pH uterino y factores de crecimiento.

Se han asociado las anomalías en la función lútea con la pérdida de gestaciones. Así, se ha observado que dicha función en vacas con baja fertilidad -subfértil- es anormal durante los primeros siete días posteriores a la inseminación; sin embargo, estas diferencias no han sido observadas en vaquillas. Con base en el papel fisiológico de la progesterona en el establecimiento y mantenimiento de la gestación, se ha intentado administrarla a vacas subfértil. Los resultados de estas pruebas han sido variables; a veces ha mejorado la fertilidad en vacas en lactación, y en otras ocasiones no se ha obte-



Porcentajes de concepción de vacas y vaquillas Holstein en diferentes servicios. Las vacas tienen menor fertilidad que las vaquillas, lo cual es determinado por el estado metabólico impuesto por la lactación.

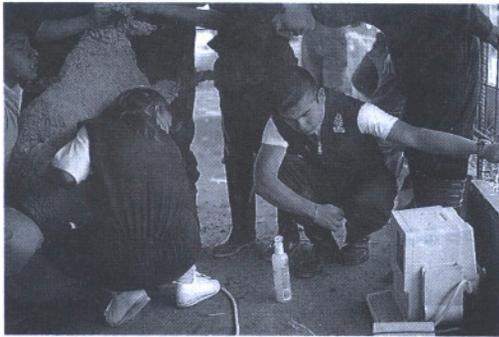
nido ningún incremento. También se ha intentado mejorar la función del cuerpo lúteo utilizando tratamientos hormonales como la administración de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), o gonadotropina coriónica humana (hCG), en el momento de la inseminación o durante el diestro; sin embargo, los resultados son también variables tanto en el efecto estimulante de la función lútea como en la fertilidad obtenida.

Otra alternativa usada es la administración de estas hormonas en los días cinco y siete del ciclo, con la finalidad de hacer ovular el folículo dominante, que estará presente ese día en la mayor parte de las vacas. Con este tratamiento se ha logrado la ovulación y formación de un cuerpo lúteo accesorio en una elevada proporción de animales, pero los resultados en fertilidad han sido también variables.



Laboratorio de radioinmunoanálisis, en el cual se determinan hormonas proteicas y esteroides. (Foto cortesía del Depto de Reproducción, FMVZ - UNAM).

Una opción en los tratamientos para bovinos con baja fertilidad consiste en la utilización de la hormona del crecimiento en el día del estro, lo que ha demostrado un



El Depto. de Reproducción cuenta con equipos de ultrasonido, con los cuales se realizan trabajos de fisiología ovárica y desarrollo embrionario. (Foto cortesía del Dr. S. Romo)

efecto favorable en el porcentaje de concepción de vacas repetidoras. Si bien los tratamientos largos con somatotropina bovina recombinante provocan un incremento en la producción de leche y pobre comportamiento reproductivo, el tratamiento corto administrado el día de la inseminación -en hembras con más de tres servicios- ha mejorado significativamente el porcentaje de concepción.

El mecanismo de acción no está establecido, pero las vacas tratadas con somatotropina muestran un incremento en la secreción de progesterona. En estos individuos no se evaluó el desarrollo embrionario, sin embargo, hay información que indica que la hormona del crecimiento incrementa la secreción del factor de crecimiento parecido a la insulina 1 (IGF-1) en los tejidos uterinos el cual participa activamente en el crecimiento y diferenciación embrionaria, por lo cual se especula que el mecanismo puede estar mediado por el estímulo directo al embrión de este factor.

La asociación de la función lútea con la falla en la concepción no sólo depende del efecto que la progesterona pudiera tener sobre el desarrollo embrionario, sino que se vincula con la falla en el reconocimiento materno de la gestación; de tal forma que, una vaca con buena función del cuerpo lúteo mantiene una relación progesterona-estradiol dentro de un rango que la hace menos susceptible al mecanismo de secreción de

Prostaglandina $F_2\alpha$ ($PGF_2\alpha$), mientras que otra con fase lútea subnormal no logra una relación entre estas dos hormonas, por lo que es más sensible a la secreción de $PGF_2\alpha$.

Bajo estas circunstancias, el establecimiento y mantenimiento de la gestación en hembras con fases lúteas subnormales se encuentra doblemente en desventaja: por un lado, al haber menos progesterona, el desarrollo del embrión será más lento y tendrá menor capacidad para producir proteína trofoblástica bovina (interferón- τ), y por otro, los mecanismos que inician la secreción pulsátil de $PGF_2\alpha$ son más sensibles debido a la relación anormal entre progesterona y estradiol.

Asincronía materno-embionaria

La sobrevivencia embrionaria depende de la correcta sincronía entre el embrión y la madre. Se menciona que se debe establecer una relación estrecha entre el embrión en desarrollo y el ambiente materno (ovario, oviducto y útero), en la cual participan factores autocrinos, paracrinos y endocrinos.

La transferencia de embriones ha permitido establecer la importancia de esta sincronía. Los trabajos han demostrado que los mejores resultados en fertilidad se logran cuando la donadora y la receptora presentaron el estro el mismo día. El embrión, en los días 16 o 17 después de la inseminación, debe



Laboratorio de fertilización *in vitro* del Depto. de Reproducción FMVZ - UNAM. (Foto cortesía del Dr. J. Hernández)



establecer los mecanismos que evitarán la regresión del cuerpo lúteo, lo cual se conoce como reconocimiento materno de la gestación. Este efecto se logra mediante la producción de interferón- τ , cuya propiedad es bloquear los procesos enzimáticos que conducen a la síntesis de la PGF 2α .

Los embriones que provienen de vacas subfértiles están retrasados en su diferenciación y en su desarrollo, por lo que se ha propuesto que una de las posibles causas de muerte embrionaria es la incapacidad del embrión para rescatar en forma oportuna al cuerpo lúteo. Esta condición ha sido demostrada en hembras sometidas a estrés calórico, en las que el crecimiento embrionario se retrasa y la producción de interferón- τ es menor, perdiendo capacidad para evitar la regresión lútea.

Una de las estrategias propuestas para incrementar la sobrevivencia de embriones retrasados en su desarrollo estriba en demorar la regresión natural del cuerpo lúteo, proporcionando más tiempo al embrión para que alcance el desarrollo requerido y genere por él mismo, el reconocimiento materno de la gestación. Uno de los tratamientos propuestos radica en la eliminación de la fuente de estradiol mediante la luteinización de los folículos estrogénicos, lo que se consigue a través de la administración de GnRH o hCG. Estos tratamientos han demostrado eficacia en la luteinización folicular; sin embargo, no ha habido un efecto significativo sobre el alargamiento de la fase lútea y el mejoramiento en la fertilidad.

Otra posibilidad reside en la supresión del desarrollo folicular administrando inhibina, que suprime la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) a nivel hipofisario, y consecuentemente impide el desarrollo folicular. En la oveja se ha logrado impedir la regresión del cuer-

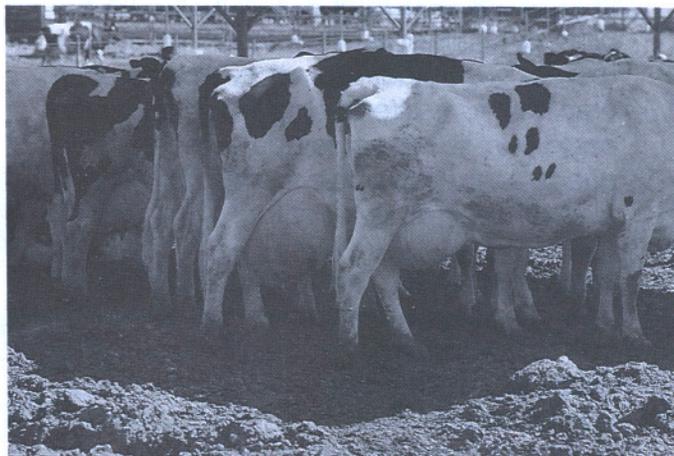
po lúteo, tanto en hembras que sufren regresión prematura, como en las que el cuerpo lúteo es normal; no obstante, este método no se ha probado en la vaca.

Muerte embrionaria por estrés calórico

El efecto de las altas temperaturas sobre la fertilidad es evidente, por ejemplo, cuando se comparan los porcentajes de concepción de los hatos localizados en Torreón en verano e invierno. En verano, el porcentaje de concepción a primera inseminación es de 20 por ciento, mientras en invierno, es de 35; este mismo comportamiento se observa en hatos que se encuentran en todas las regiones cálidas del mundo.

El estrés calórico afecta la fertilidad de diversas formas, por ejemplo: provoca cambios en los eventos endocrinos que controlan el ciclo estral; esto se ha observado en vacas estresadas, cuyo cuerpo lúteo produce menos progesterona; se altera la función y el desarrollo folicular; la manifestación del estro es menos intensa y se observa mayor número de hembras en anestro.

Temperaturas mayores a 32°C en el día de la inseminación o el siguiente disminuyen el



El estrés calórico altera el desarrollo embrionario provocando bajos porcentajes de concepción. Tecnologías simples, como lo son las sombras, permiten disminuir el efecto de las altas temperaturas sobre la reproducción. (Foto cortesía del Depto. de Reproducción, FMVZ - UNAM).



porcentaje de concepción. Durante los primeros siete días posfertilización, los embriones son más susceptibles a las altas temperaturas; se ha observado que temperaturas elevadas suscitan desarrollo anormal y retraso en el crecimiento. El efecto es más grave en vacas en lactación que en vaquillas porque, mientras temperaturas de 32°C disminuyen la fertilidad en las primeras, no afectan a las segundas.

Se han desarrollado algunas estrategias para disminuir el efecto de las altas temperaturas sobre la muerte embrionaria, entre las que destacan los sistemas de enfriamiento, que consisten en la activación de ventiladores y aspersores de agua en las horas más calientes del día y durante el periodo más susceptible de la vaca, antes del servicio y durante la gestación temprana.

Factores nutricionales

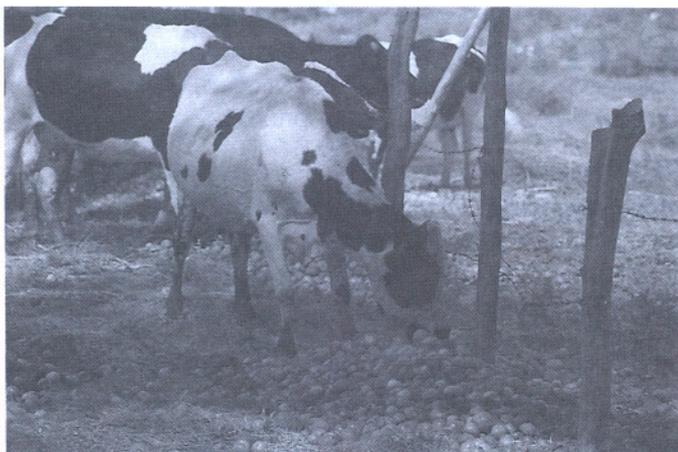
La necesidad de producción de grandes volúmenes de leche ha obligado a proporcionar a las vacas dietas cada vez más densas. El nivel de proteína se ha incrementado significativamente en los últimos años, y en la actualidad se proporcionan dietas hasta con un 18 a 20 por ciento. Se ha observado que la fertilidad en hem-

bras alimentadas con dietas con 19 por ciento de proteína cruda (PC) es menor que aquéllas que reciben dietas de 16 y 12.

El exceso de proteína afecta la fertilidad pues se producen grandes cantidades de amoníaco y urea en el rumen, mismos que pasan a la sangre y a los fluidos uterinos donde, se sabe, afectan la viabilidad del óvulo, de los espermatozoides y del embrión. Recientemente, se ha establecido la determinación de las concentraciones de urea en suero y en leche como una forma de seguimiento a nivel de hato con el propósito de conocer en que momento la dieta está provocando que se incrementen. Así, ahora se sabe que concentraciones sanguíneas mayores a 20 mg/dl pueden ocasionar problemas de baja fertilidad.

A manera de conclusión, resta decir que el mejoramiento de la fertilidad en los hatos bovinos es un requisito para incrementar los niveles de producción. En este artículo se han revisado los factores más importantes relacionados con la muerte embrionaria porque se considera que su conocimiento y el de las técnicas que pueden mejorar los porcentajes de concepción, se reflejarán en la producción de carne y leche.

El Departamento de Reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México cuenta con líneas de investigación en diversos aspectos reproductivos de los animales domésticos. Una de ellas está orientada a conocer las causas de muerte embrionaria temprana en rumiantes y encontrar técnicas que permitan disminuirla. En esta área el Departamento tiene dos proyectos financiados por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT). En ellos se investiga la asociación entre la función del cuerpo lúteo y el desarrollo embrionario en ovejas y vacas productoras de leche; en estas investigaciones realizan sus tesis dos alumnos de licenciatura, dos de maestría y uno de doctorado.



El manejo correcto de la alimentación durante el periodo preparto y posparto es fundamental para lograr los mejores porcentajes de concepción. (Foto cortesía del Depto. de Reproducción, FMVZ - UNAM)



Literatura recomendada

Ayalon N. A review of embryonic mortality in cattle. *J Reprod Fert*, 1978;5a:483-493.

Buttler WR, Smith RD. Interrelationship between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1989;72:767-783.

Eduvie LO, Seguin BE. Corpus luteum function and pregnancy rate in lactating dairy cows given human chorionic gonadotropin at middiestrus. *Theriogenology* 1982;17:415-423.

Ferguson JD, Galligan DT, Blanchart T. Blood urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. *J Dairy Sci* 1991;74Suppl.1:242.

Gustafsson H. Characteristics of embryos from repeat-breeder and virgin heifers. *Theriogenology* 1985;23a:487-498.

Hernández CJ, Zarco QLA, Lima TV. Incidence of delayed ovulation in Holstein heifers and its effects on fertility and early luteal function. *Theriogenology* 1993;40:1073-1081.

Humblot P, Thibier M. Effect of gonadotropin releasing hormone (GnRH) treatment during the midluteal phase

in repeat breeder cows. *Theriogenology* 1981;16:375-379.

Kimura M, Nakao T, Moriyoshi M, Kawata K. Luteal phase deficiency as a possible cause of repeat breeding in dairy cows. *Br Vet J* 1987;143:560-566.

Linares T. Embryonic development in repeat breeder and virgin heifers seven days after insemination. *Anim Reprod Sci* 1981-82;4:189-198.

Lucy MC, Curran TL, Collier RJ, Cole WJ. Function of the corpus luteum and earlier development of the second follicular wave in heifers treated with bovine somatotropin. *Theriogenology* 1994;41:561-572.

Shelton K, Gayerie De Abreu MF, Hunter MG, Parkinson TJ, Lamming GE. Luteal inadequacy during the early luteal phase of subfertile cows. *J Reprod Fert* 1990;90:1-10.

Thatcher WW, Macmillan KL, Hansen PJ, Drost M. Concepts for regulation of corpus luteum function by conceptus and ovarian follicles to improve fertility. *Theriogenology* 1989;31:149-164.

Thatcher WW, Staples CR, Danet-Desnoyers G, Oldick B, Schmitt EP. Embryo health and mortality in sheep and cattle. *J Anim Sci* 1994;72 Suppl.3:16-30.

¿Quieres estudiar
un posgrado en tu casa
o en tu centro de trabajo?

**Inscríbete a una de nuestras
Especializaciones en Producción Animal**

aves, bovinos o porcinos

INFORMES

División del Sistema de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la FMVZ-UNAM
Edificio de Posgrado 1^{er} piso, Av. Universidad 3000, México, 04510, México, D.F.

Tels.: 622-5849 al 57 Fax: 622-5920

Correo Electrónico: posadas@servidor.unam.mx

