

Table 2. Boar Minimum diet Specifications^a

Nutrient	Unit	
NRC ME	Kcal/lb	1440
Cr Protein	%	16
Cr Fiber	%	4.0-6.0
Linoleic Acid	%	1.90
Calcium	%	0.85
T Phosphorus ^b	%	0.75
Av Phosphorus ^b	%	0.40
Salt	%	0.50
T Lysine ^b	%	0.75
Td Lysine ^b	%	0.62
T Lysine:ME	g/Mcal	2.35
T Methionine	%	0.20
T Met + Cystine	%	0.53
T Threonine	%	0.62
T Tryptophan	%	0.15

^a Amount / lb of complete diet assuming feed level in Table 1.

See Vitamin & Trace mineral section for specifications.

^b T = total, Av = available, Td = True ileal digestible.

Formulate to either Total or Available levels but not both.

Una parte importante de una adecuada dieta para los verracos radica en la cantidad y calidad de las vitaminas y minerales. Durante los últimos años se han desarrollado estudios para conocer los requerimientos de esos nutrientes para sementales que son dedicados a la inseminación artificial. Actualmente, existen formulaciones comerciales que aportan las cantidades mínimas necesarias de vitaminas y minerales de la mejor calidad. Algunos de estos nutrientes vienen ya sea “protegidos” o en forma orgánica, lo que ha permitido hacer uso de ellos con excelentes resultados prácticos. Enseguida aparece un ejemplo de recomendaciones de vitaminas y minerales para sementales utilizados para la inseminación artificial.

Recomendaciones de Nutrientes para Sementales en IA

Nutriente	Unidad	Requerimiento del macho en posta
Vitamina A	IU/lb	5,000
Vitamina D	IU/lb	800
Vitamina E	IU/lb	50
Vitamina K	Mg/lb	2
Colina	Mg/lb	300
Niacina	Mg/lb	20
Riboflavina	Mg/lb	4.5
d-Pantotenato	Mg/lb	15
Vitamina B12	Mcg/lb	17
Ácido Fólico	Mcg/lb	750
d-Biotina	Mcg/lb	250
Tiamina	Mg/lb	1.0
Piridoxina	Mg/lb	1.5
Zinc	PPM	125
Hierro	PPM	100
Manganeso	PPM	35
Cobre	PPM	15
Yodo	PPM	.35
Selenio ^a	PPM	.30

Burke, P.: *Fundamentals of AI Boar Management*. PIC, 2004

sementales con edades y pesos muy desiguales. Este tipo de alimentación sería más fácil de manejar si la posta o CTG tuviera verracos con edades o pesos más parejos, lo cual ya ocurre en postas con el sistema de todo-dentro/todo-fuera.

Ejemplos de recomendaciones de niveles de nutrientes:

Perfiles nutricionales recomendados para sementales de CTG en México		
%	Activo maduro	Activo joven
Proteína cruda	15.55	17.61
Grasa	2.87	2.84
Fibra	2.26	2.2
EM Kcal/kg.	3,157	3,150
Lisina	0.75	0.9
Calcio	0.85	0.85
Fósforo disponible	0.55	0.53
Cenizas	5.17	5.12

Peso corporal (lbs)	Peso corporal (kg.)	Total Kcal. M E/día ^b	Alimento (lbs/día)	Alimento (kg./día)
< 350	< 159	7,200	5.0	2.3
350	159	7,920	5.5	2.5
450	205	8,640	6.0	2.7
550	250	9,505	6.6	3.0
650	295	10,370	7.2	3.3
750	341	11,230	7.8	3.5

^a Adapted from PIC USA Technical memo 142. Assumes ambient temperature of 62-65°F.

^b Based on a dietary energy density of 1440 Kcal ME/lb.

Por citar algunos ejemplos sobre la importancia de una buena dieta en los verracos, se demostró que cuando los sementales jóvenes (de 14 a 15 meses de edad) fueron alimentados, ya sea con 3.6 kg./día, o con 5.7 kg./día (*ad libitum*), de una dieta que contenía 12.9 MJ de Energía Digestible por kg. y 16.6 % de proteína cruda, produjeron una mayor cantidad de semen que aquellos sementales a los cuales sólo les dieron 1.92 kg. de alimento diariamente. Sin embargo, y de acuerdo a lo esperado, aquellos sementales alimentados con el nivel más alto, tuvieron un elevado porcentaje de desecho debido a obesidad y problemas locomotores. Aquí volvemos a recordar la importancia de que los sementales deben estar siempre en forma y no permitirles que adquieran excesivo peso corporal.

Table 2. Boar Minimum diet Specifications^a

Nutrient	Unit	
NRC ME	Kcal/lb	1440
Cr Protein	%	16
Cr Fiber	%	4.0-6.0
Linoleic Acid	%	1.90
Calcium	%	0.85
T Phosphorus ^b	%	0.75
Av Phosphorus ^b	%	0.40
Salt	%	0.50
T Lysine ^b	%	0.75
Td Lysine ^b	%	0.62
T Lysine:ME	g/Mcal	2.35
T Methionine	%	0.20
T Met + Cystine	%	0.53
T Threonine	%	0.62
T Tryptophan	%	0.15

^a Amount / lb of complete diet assuming feed level in Table 1.
See Vitamin & Trace mineral section for specifications.

^b T = total, Av = available, Td = True ileal digestible.
Formulate to either Total or Available levels but not both.

Una parte importante de una adecuada dieta para los verracos radica en la cantidad y calidad de las vitaminas y minerales. Durante los últimos años se han desarrollado estudios para conocer los requerimientos de esos nutrientes para sementales que son dedicados a la inseminación artificial. Actualmente, existen formulaciones comerciales que aportan las cantidades mínimas necesarias de vitaminas y minerales de la mejor calidad. Algunos de estos nutrientes vienen ya sea “protegidos” o en forma orgánica, lo que ha permitido hacer uso de ellos con excelentes resultados prácticos. Enseguida aparece un ejemplo de recomendaciones de vitaminas y minerales para sementales utilizados para la inseminación artificial.

Recomendaciones de Nutrientes para Sementales en IA

Nutriente	Unidad	Requerimiento del macho en posta
Vitamina A	IU/lb	5,000
Vitamina D	IU/lb	800
Vitamina E	IU/lb	50
Vitamina K	Mg/lb	2
Colina	Mg/lb	300
Niacina	Mg/lb	20
Riboflavina	Mg/lb	4.5
d-Pantotenato	Mg/lb	15
Vitamina B12	Mcg/lb	17
Ácido Fólico	Mcg/lb	750
d-Biotina	Mcg/lb	250
Tiamina	Mg/lb	1.0
Piridoxina	Mg/lb	1.5
Zinc	PPM	125
Hierro	PPM	100
Manganeso	PPM	35
Cobre	PPM	15
Yodo	PPM	.35
Selenio ^a	PPM	.30

Burke, P.: *Fundamentals of AI Boar Management*. PIC, 2004

Consumo de agua (calidad y cantidad). A pesar de ser el ingrediente más barato e importante en la nutrición del verraco, en la mayoría de las veces es poca la importancia que se da a tener un abasto confiable y suficiente de este vital ingrediente. El consumo diario de agua calculado por verraco se encuentra entre 6 a 8 litros, aunque algunos mencionan que puede llegar a ser mayor de 15 litros. Para una mejor accesibilidad, se recomienda emplear bebederos individuales con un flujo de 1 L por minuto y colocados a una altura que esté acorde al tamaño del semental. Actualmente se están empleando medidores en la línea de agua que se ofrece a los animales, con la finalidad de conocer y graficar los consumos de agua por día. Otra actividad necesaria que muchas veces es pasada por alto en muchos CTG's, es la constatación de las características de calidad del agua, en lo que se refiere a niveles de impurezas, cantidades de minerales y de cuentas bacterianas. Una vez que se conocen esos parámetros se debe proceder con los respectivos tratamientos del agua (clorinación o iodificación).

En resumen, debemos reiterar que el objetivo de un adecuado programa de alimentación para verracos de un CTG, estará basado en la premisa de que esos animales deben ser vistos como inversiones a largo plazo, y por lo tanto, desde que son adquiridos tenemos la responsabilidad de mantenerlos sanos y correctamente alimentados para que podamos obtener de ellos la mayor cantidad de eyaculados de alta calidad.

Impacto del desempeño de los sementales en las granjas modernas.

El verraco es, a pesar de que no se le otorga el valor debido, un componente básico en el éxito de los sistemas modernos de producción porcina. En la actualidad, tiene una serie de funciones específicas que deberá cumplir lo más eficientemente posible, las cuales están relacionadas a las diferentes fases o estados reproductivos de las cerdas: inducción del primer estro en cerdas jóvenes; detección de calores en cerdas primerizas y adultas, revisión de cerdas para observar los retornos a calor, y por supuesto, el verraco es la fuente para la cubrición natural o para la obtención de semen en los casos de la inseminación artificial. Además de todo esto, un aspecto de vital importancia en los parámetros productivos de la granja es el impacto que tendrá la genética del semental sobre la progenie, y por ende en los beneficios económicos al ser comercializados.

1. Hembras de Reemplazo

Inducción de la pubertad y revisión de calores en primerizas. La respuesta a la estimulación de las feromonas emitidas por sementales activos es una forma muy efectiva para inducir el estro puberal solo si todo este proceso es bien manejado. Debemos considerar que la monta "infértil" con un semental vasectomizado o con criptorquidismo inducido en ese primer celo puberal podrá mejorar la conducta sexual de esas cerdas en los celos subsecuentes, y por ende, la fertilidad. La exposición debe ser directa y supervisada adecuadamente, y de preferencia siguiendo un programa establecido en cuanto a edad de la cerda (140 a 150 días), tiempo asignado para cada lote, y disponibilidad de personal capacitado. Para obtener óptimos resultados del efecto de las feromonas sensibilizadoras de los verracos, se recomiendan de 10 a 15 minutos de contacto directo y en proporciones de diez cerdas por cada semental. Por supuesto que la edad y condición corporal del verraco es determinante para lograr las metas establecidas. Aunque no está comprobado que las cerdas se "acostumbren" a las feromonas de un semental, se han logrado mejores resultados cuando se utiliza una rotación de sementales en lugar de uno solo. Otro factor que debe ser tomado en cuenta para una estimulación sexual de las cerdas es que de acuerdo a la conducta innata de la cerda, es ella la que busca al semental, por lo que en algunas situaciones se obtienen mejores respuestas cuando las cerdas son llevadas a un corral neutral o a uno adyacente en donde se encuentran los verracos.

2. Hembras Destetadas y Servidas

Aunque aparentemente la inducción y revisión de calores en cerdas destetadas puede ser menos importante que en cerdas jóvenes debido que hay algunos otros factores que predisponen a la presentación del primer calor postdestete, la estimulación sexual por el semental es una rutina obligada si se pretende lograr un elevado porcentaje (> 90%) de cerdas que entran en celo en los primeros siete días después de que fueron destetadas. Algunos de esos factores predisponentes son: condición corporal, edad reproductiva, tipo de instalaciones, genotipo, etcétera.

Otra importante función del semental en el área de servicios y gestación es precisamente su colaboración durante las diversas rutinas relacionadas con la revisión estratégica de cerdas que pueden retornar tres o más semanas después que fueron servidas. Si esta actividad es llevada a cabo correctamente, podremos lograr una reducción de los días no-productivos.

3. Inseminación Artificial

En cuanto a esta importante tecnología reproductiva, es evidente que el verraco es el proveedor de espermatozoides y plasma seminal, la cual es la materia prima para la elaboración de las dosis de semen. Además de esta vital función, el semental tiene un rol indispensable antes, durante y después de la inseminación artificial (IA). Gran parte de los buenos resultados de un exitoso programa de IA se deben a la utilización correcta del semental en todos esos procedimientos.

a.- Cambios en la Industria.

En México, antes de los 80's el uso de la MN se hacía en más del 90% de las granjas. A finales de esa década se implementaron programas pioneros de IA, los cuales, cuando fueron establecidos con las adecuadas bases técnicas, mostraron inmediatamente todos los beneficios que pueden obtenerse con la IA: sanitarios, reproductivos, económicos y genéticos. Evidentemente, estos cambios también ocasionaron modificaciones de diversos paradigmas de manejo reproductivo, y por supuesto en la producción y comercialización de las líneas genéticas de sementales, particularmente en la década pasada.

b.- Ventajas Sanitarias del uso de la IA.

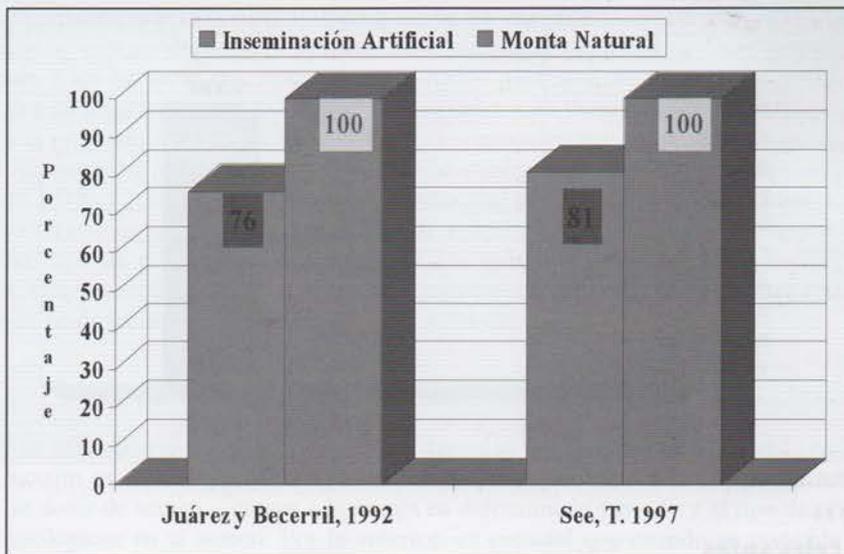
Con base en un adecuado programa de bioseguridad y medicina preventiva, los beneficios genéticos del uso de sementales de alta calidad serán transmitidos sin los riesgos que más frecuentemente ocurren con la monta natural. Algunas de las enfermedades que deben ser monitoreadas para evitar su transmisión son: Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino (PRRS), Circovirus Porcino (PCV), Enfermedad de Aujeszky, Fiebre Porcina Clásica (FPC), Influenza Porcina (IP), Brucelosis, Gastroenteritis Transmisible (GET), Coronavirus Respiratorio Porcino PRCV, Leptospirosis, *Mycoplasma hyopneumoniae* y *Actinobacillus pleuropneumoniae*.

c.- Ventajas Reproductivas.

En programas donde utilizan la MN, los machos son en proporciones de 1:15 a 1:20, mientras que con la IA, la capacidad reproductiva y genética de esos verracos es realmente optimizada, y se llega a proporciones de 1:150 a 1:180 con base en 6 dosis por cerda por año. Además, con respecto a las rutinas propias del área de servicios y gestación, los tiempos y movimientos son reducidos sustancialmente. No se puede comparar todo el trabajo que se requería para trasladar las cerdas y/o los verracos para el corral donde llevaban a cabo las montas. Además, ahora se necesitan menos espacios para sementales.

d.- Ventajas Económicas de la IA.

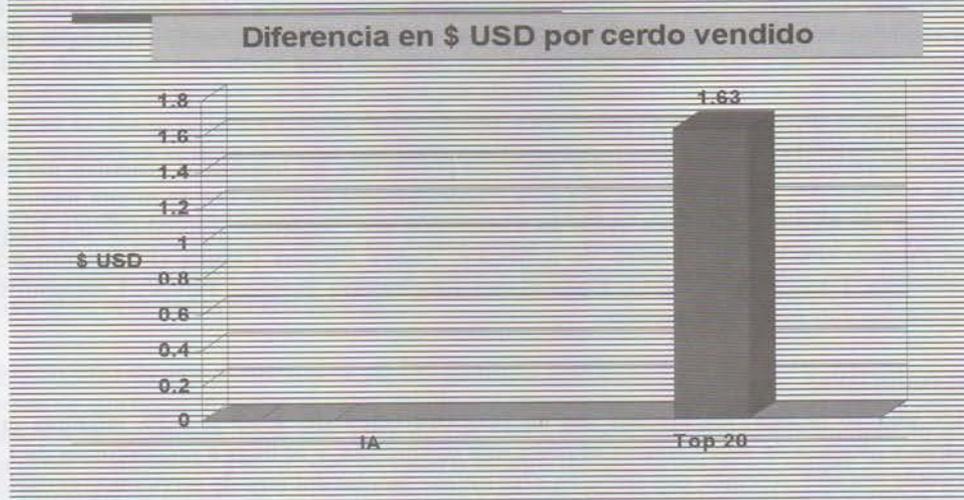
En México, desde 1992 se estableció que con el uso de IA se obtenía una clara ventaja económica sobre la MN, y posteriores estudios realizados en EE.UU. confirmaron esa información según se muestra en la siguiente gráfica:



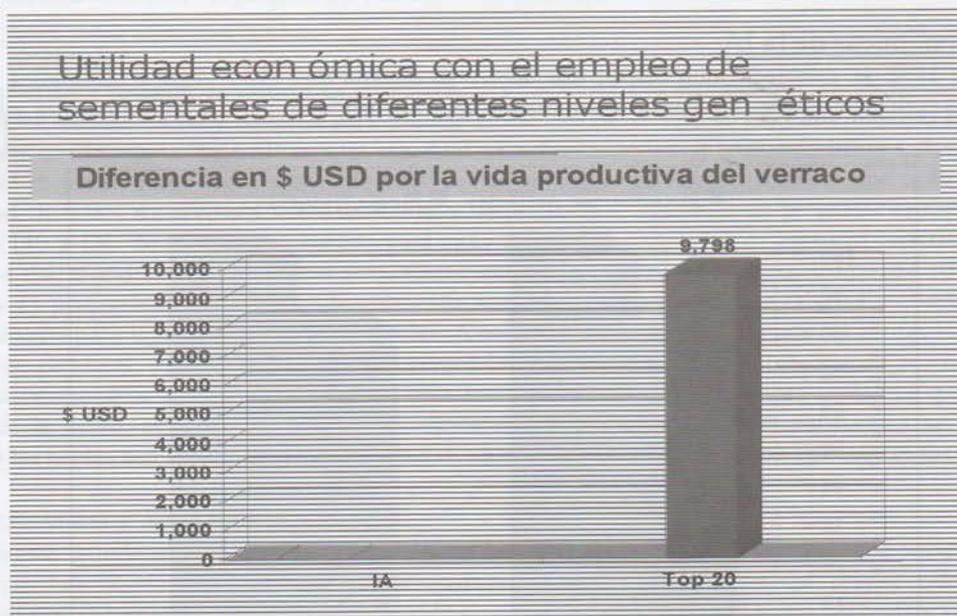
e. - Ventajas Genéticas de la IA.

La cantidad de sementales representa menos del 2% del inventario total de una granja y aunque es reiterativo representa el 50% de los genes en la progenie producida. Al mismo tiempo que se trabaja eficientemente en el aspecto reproductivo, es necesario considerar el uso de sementales genéticamente superiores para obtener el beneficio económico de este aspecto. Con base en lo anterior, si se podrá lograr maximizar la utilización de los verracos. De acuerdo a diferentes estudios y a experiencia de campo, se ha encontrado que cuando se emplea un semental superior se obtiene una diferencia de \$1.63 USD por cerdo vendido, comparado contra un verraco convencional de IA (y este a su vez es superior contra uno de MN), como se puede observar en a siguiente gráfica:

Utilidad económica con el empleo de sementales de diferentes niveles genéticos



Además, durante la vida productiva del semental se obtiene un beneficio de \$9,798 USD más, como se muestra en la siguiente gráfica:



III. Otros aspectos relevantes

Tipo y tamaño de las instalaciones.

En nuestro país existe una gran variedad en el tipo y tamaño de los CTG. Algunos de ellos pertenecen a agrupaciones de porcicultores, mientras que otros son propiedad de empresas o particulares. A diferencia de Estados Unidos y Canadá, son muy pocas las postas que alojan a más de 200 sementales, y la mayoría tiene inventarios menores a los 100 sementales. Consideramos que la tendencia será el establecimiento de CTG's asociados, así como la adquisición de dosis de calidad de CTG's independientes.

El diseño de una instalación determinará las diversas rutinas de manejo que deban seguirse en un CTG, ya que de ello dependerá la eficiencia para el traslado y colección de los sementales, la propia seguridad de los trabajadores, y hasta la

conducta sexual de los verracos. Por supuesto que los porcentajes de desecho también tienen una alta relación con el tipo de alojamiento y condiciones generales de dichas instalaciones.

Aunque existen recomendaciones que mencionan que se puede emplear una combinación de entre 70-80% de jaulas y 20-30 % de corrales, esto se hace principalmente con la finalidad de controlar factores ambientales, principalmente la temperatura así como también para reducir el costo por espacio por macho. Es importante señalar que actualmente se carece de estudios que indiquen la productividad por macho y la tasa anual desecho inherente al tipo de alojamiento que soporten estas recomendaciones.

Las dimensiones de los corrales pueden ser variar de 2.10 a 2.40, aunque es más común que los hayan diseñado con medidas de 2.00 m ancho por 3.00 m de largo, de preferencia con piso totalmente de "slat", y al igual que las jaulas, las divisiones entre corrales deben ser verticales. Cada corral requiere tener un comedero y un bebedero individual. En el caso de las jaulas las dimensiones varían de acuerdo al genotipo y la edad de los sementales y pueden ser de 2.10 a 2.25 m de largo, y entre 60 y 75 cm de ancho. El piso deberá ser completamente de "slat" y la jaula deberá contar con puerta por ambos lados para facilitar el manejo. El costo por espacio por semental dependerá principalmente si este será alojado en jaula o en corral y la relación que exista de jaulas:corrales dentro de la instalación. El costo por espacio puede variar \$1,800 a 2,100 USD, sin considerar la preparación del sitio y sementales.

En México, para el alojamiento de los sementales, se emplean tanto jaulas como corrales. Existen CTG's que emplean totalmente uno u otro tipo de alojamiento o la combinación de ambos. Las condiciones medioambientales del lugar donde se instalará un CTG, es uno de los factores que más deben ser tomados en cuenta para evitar situaciones de estrés climático y por ende una mayor tasa de desechos. En definitiva, y con base en nuestra experiencia, preferimos el uso del corral. Este tipo de alojamiento permite obtener una mejor productividad por parte de los sementales y es una opción que está más acorde con la propia conducta del semental. Además, los porcentajes de desecho son menores que cuando se utiliza la jaula.

Producción de dosis por semental.

La producción de dosis por semental depende de una serie de factores como son la edad, el genotipo, la nutrición, las condiciones medioambientales (principalmente la temperatura) y la frecuencia de colección. Considerando una evaluación de la productividad por macho dentro de un CTG la producción de dosis dependerá también del porcentaje de machos trabajando y del total de la vida productiva. El porcentaje de animales trabajando excluye aquellos que tengan problemas con la calidad de semen y los verracos que estén imposibilitados para montar o colectarse y el total vida productiva esta determinada en parte por el programa genético que se lleve a cabo y en donde se decide la tasa de reemplazo. De manera general es aceptable una producción de entre 90 y 100 dosis mensuales por cada espacio, con 1.1 a 1.2 colecciones por semana considerando que las dosis tendrá una concentración promedio de 3,000 millones de espermatozoides "viables". Lo anterior da como resultado entre 1,000 y 1,100 dosis producidas por semental por año. El costo de producción de una dosis de semen varía ampliamente encontrándose en un rango entre \$25.00 y \$40.00 MN. Estas diferencias se deben principalmente al volumen de producción, tipo de producción (en granja o CTG independiente), el costo genético y la mano de obra. Es importante señalar que estudios realizados en nuestro país indican que el costo de inseminar una cerda sobre el costo de producción de un kilo de cerdo es únicamente entre el 1 y el 1.5% del total.

Bioseguridad.

Es bien conocido que la MN natural transmite una mayor cantidad de enfermedades que la IA, aun cuando el potencial impacto sobre la producción es más alto en esta última, debido principalmente a la relación macho:hembra que existe, al número de veces que las dosis de semen ingresan a la granja en determinado periodo y al tipo de pruebas disponibles para la detección de agentes etiológicos en el semen. Por lo anterior, es esencial que cuando se pretenda analizar las medidas de bioseguridad establecidas o construir un CTG nuevo se empleen herramientas o programas de cómputo (software) que evalúen y nos indiquen de manera objetiva, la factibilidad de desarrollar esa instalación en determinado lugar.

Sistema todo-dentro/todo fuera vs. Sistema de flujo-continuo.

Con la finalidad de llevar a cabo un adecuado programa de manejo y de alimentación, así como para mantener las mejores condiciones sanitarias en un CTG, recomendamos apegarnos al sistema todo-dentro/todo, el cual ha probado todos los beneficios cuando se ha utilizado en otras etapas productivas en la industria porcícola. Desde hace varios años hemos trabajado con base en este principio, y afortunadamente hemos logrado excelentes resultados. Se trabaja con grupos uniformes tanto en su estado sanitario como en edades, lo que permite llevar a cabo adecuados programas de producción de dosis, y sin los riesgos permanentes de la introducción continua de otros sementales.

Entrenamiento de los verracos y diseño del área de colección.

Por lo general, el entrenamiento se lleva a cabo en las estaciones o casetas de cuarentena. La ubicación y diseño del área de colección están enfocados a dar mayor seguridad a los trabajadores, y en particular a que el entrenamiento de los sementales y los procesos de colección sean más eficientes, tanto en duración, como en la calidad de los eyaculados obtenidos. Esas modernas áreas de colección se caracterizan por ser de dimensiones más reducidas que las tradicionales. De acuerdo a recientes estudios, los nuevos modelos disminuyen de manera significativa el tiempo en que el semental aprende a montar el potro cuando se compara con el diseño tradicional. En un estudio donde se logró el entrenamiento de los sementales, con el nuevo modelo requirieron de un total de 90 minutos y de tres sesiones, mientras que con el diseño tradicional, se necesitaron 150 minutos y de cinco sesiones para que aprendieran a montar al potro. Con respecto al tiempo que el semental tardó en montar el potro en el modelo nuevo comparado con el diseño tradicional, se necesitaron de 46.3 vs. 73.2 segundos. También, se observó una disminución del tiempo que requirió el semental para salir del área de colección: 22.1 vs. 11.3 segundos. Con los nuevos modelos, será muy raro (menos del 1%) que alguno de los sementales no sea entrenado, aún cuando el personal no tenga experiencia. En cuanto al número de áreas de colección necesarias en una posta, es recomendable con una por cada 50 sementales inventariados (1:50).

Protocolo de salud y medicina preventiva.

Actualmente dentro de los CTG's es esencial contar con un manual de operaciones en donde se establezcan los procedimientos a realizar de manera rutinaria tanto para la elaboración de dosis de semen como monitoreos diarios de la salud de los animales. En este documento se debe establecer la realización de una auditoria mensual sobre bioseguridad del CTG, así como los muestreos serológicos necesarios a llevar a cabo. Es importante realizar muestreos serológicos mensuales y semestrales para PRRS, FPC, Enfermedad de Aujeszky, Brucelosis, Leptospirosis, GET, Coronavirus e Influenza. En caso de contar con la prueba de PCR se debe realizar a diferentes muestras de semen de manera semanal. Diariamente se deben hacer monitoreos para revisar el estado de salud general con base en el consumo de agua, de alimento, que no haya verracos con fiebre, con problemas locomotores, diarreas, tos, o cualquier otro síntoma que indique enfermedad. Es importante considerar que se debe suspender el envío de dosis a granjas cuando se encuentren signos clínicos como tos, diarrea, anorexia o fiebre afectan más del 5% de verracos.

Manual de Procedimientos.

Es indispensable que un CTG cuente con un manual de procedimientos con el objetivo de minimizar la variación y optimizar la producción de dosis de semen. En ese documento se describen los objetivos y los pasos a realizar en todas las actividades y procesos. Todos los operarios dentro del CTG deben de conocer y estar entrenados para llevar a cabo de manera eficiente en su respectiva área de responsabilidad, cada uno de los procedimientos descritos dentro ese manual.

IV. Conclusiones

Nutrición:

Se requiere revisar a fondo las actuales estrategias nutricionales, con la finalidad de establecer programas de alimentación acordes a las necesidades de cada Centro de transferencia genética.

Tipo de instalaciones, y diseño de las áreas de colección:

Están enfocados a dar mayor seguridad a los trabajadores, y en particular a que el entrenamiento de los sementales y los procesos de colección sean más eficientes, tanto en duración, como en la calidad de los eyaculados obtenidos.

Ubicación y sistema Todo-dentro/Todo-fuera:

En la actualidad existen los conocimientos y las herramientas (programas de cómputo o software) que nos permiten tomar adecuadamente la decisión de donde ubicar un CTG. El alto impacto que la salud de los sementales tiene sobre la producción porcina hace que la ubicación del CTG y el seguimiento estricto de los programas de salud sea un concepto determinante.

Impacto Genético:

El empleo de sementales genéticamente superiores y su aprovechamiento eficiente por medio la IA, hacen que el costo de producción por cada kilo de cerdo disminuya notablemente, y que permita incrementar de manera considerable la utilidad obtenida durante toda la vida productiva del verraco.