



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y PRESENCIA DE DIARREAS EN
CERDOS DESTETADOS, AL ADICIONAR UNA FRACCIÓN RICA EN MANANOS
MÁS ACEITES ESENCIALES COMO PARTE DE SU DIETA.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

RAFAEL ROMERO LÓPEZ

ASESOR

MC JESÚS MANUEL CORTÉZ SÁNCHEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi mamá que si no fuera por su esfuerzo y dedicación no habría llegado hasta aquí.

A mi hermano que estuvo siempre en las buenas y malas y viendo que necesitaba.

A Pame que sin su apoyo, coraje y amor no habría concluido esta etapa con éxito.

A mi tía Adriana que por sus consejos y recomendaciones pude terminar exitosamente.

A mi abuela Vicky que siempre estuvo al pendiente de mí en todo sentido.

A Natalia y Vicky que estuvieron a mi lado durante estos años de estudio.

A todos mis amigos de la carrera que son parte importante de mi vida.

A todos mis amigos del CEIEPP que de forma indirecta ayudaron en mi crecimiento personal y laboral.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá por ser constante y luchar por mi superación académica y personal.

A Pame que no me dejó caer cuando ya no sentía ánimo por seguir y que me mostraba el camino de la excelencia y la superación.

A mi Rodrigo, Nat y Vicky que con sus preguntas hicieron que investigara y me actualizara en todo momento.

A mi tía Adriana y a mi abuela Vicky que sin su apoyo todo esto no sería real.

A mi asesor, Dr. Manuel Cortéz que confió en mí y me tuvo la paciencia para realizar el proyecto.

Al Dr. Miguel Lozano por su amistad y consejos pues aprendí y mejore mis técnicas de trabajo con los cerdos.

Al Dr. Víctor Martínez por todas sus historias, consejos y recomendaciones que me ayudó a crecer profesionalmente.

A todos mis compañeros de trabajo, estancias y servicios sociales que estuvieron durante mi estancia en el centro.

Al CEIEPP y toda la gente que trabaja ahí por su amabilidad y apoyo, que más que un centro es mi segunda casa

A la FMVZ y todos los profesores que participaron en mi formación académica.

ÍNDICE

Resumen.....	1
1. Introducción.....	2
2. Revisión de literatura.....	4
2.1. Situación actual de la porcicultura	
2.2. Producción	
2.3. El cerdo recién destetado	
2.4. El destete y la fisiología digestiva	
2.5. Uso de antibióticos en porcicultura	
2.6. Nutrición e inmunidad	
2.7. Aditivos	
2.8. Probióticos y prebióticos	
2.9. Nutraceuticos	
2.10. Estudios que refieren uso de prebióticos y nutraceuticos	
3. Hipótesis.....	20
4. Objetivo General.....	20
5. Objetivos Específicos.....	20
6. Material y métodos.....	21
7. Análisis estadístico.....	23

8. Resultados.....	24
8.1. Consumo de alimento	
8.2. Ganancia de peso	
8.3. Conversión Alimenticia	
8.4. Diarreas	
9. Discusión.....	28
10. Conclusión.....	30
11. Referencias.....	31

RESUMEN

ROMERO LÓPEZ RAFAEL. Efecto en la respuesta productiva y presencia de diarreas en cerdos destetados, al adicionar una fracción rica en mananos más aceites esenciales como parte de su dieta. Bajo la dirección del MC Jesús Manuel Cortéz Sánchez.

Hoy día, existen productos de origen natural que son alternativa al uso de antibióticos y siendo el destete una de las fases críticas en la cría de cerdo, la adición de mananooligosacáridos (MOS) en su dieta, favorece la utilización por microorganismos benéficos dando resultados favorables para la salud del hospedero y al combinarlos con aceites esenciales (AE) mejoran la palatabilidad, lo que se traduce en mejor respuesta productiva. El objetivo del presente estudio, fue determinar el efecto de la combinación de una fracción rica en MOS más AE sobre ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en cerdos de destete. Se utilizaron 80 lechones híbridos terminales destetados de 21 días, con un peso promedio de 7.0 Kg +/- 0.20, con 5 animales por unidad experimental distribuidos al azar a 4 tratamientos con 4 repeticiones (5X4X4=80). El peso de los animales se registró al término de cada fase de alimentación, el consumo de alimento se registró diariamente pesando lo ofrecido y rechazado por corral. Los datos recabados se analizaron mediante un análisis de varianza y la diferencia de medias por una prueba de Tukey ($P < 0.05$). Los resultados no refieren diferencia estadística ($P = 0.05$ para ganancia diaria de peso, pero si para consumo de alimento ($P < 0.05$), el uso de MOS como parte de la dieta registro menor consumo de alimento en comparación al uso de AE, factor que generó mejor conversión alimenticia ($P < 0.05$), concordando con Navas *et al.* 1995 y Wenk 2003. Se concluye que el uso de MOS solos o combinados con AE es una alternativa al uso de antibióticos bajo las condiciones en las que se realizó el estudio.

1. Introducción

En la actualidad, la producción porcina es una industria altamente competitiva debido a las políticas de mercado de los últimos años. En este contexto, la eficacia económica es importante para asegurar la rentabilidad de las granjas. Dicho lo anterior, podemos notar que en el periodo comprendido de 2007 a 2016, la producción mundial de carne de cerdo creció a una tasa promedio anual de 1.6%, por lo que de acuerdo a estimaciones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) se espera que en 2017 se ubique en un máximo histórico de 111.0 millones de toneladas, lo que representa un crecimiento a una tasa media anual del 2.6%. De esta, más del 80% se concentrará en tres regiones: China 51.1%, Unión Europea 20.2% y Estados Unidos 9.4%, en otras palabras, China produciría 53.8, Unión Europea 23.4 y Estados Unidos 11.7 millones de toneladas de carne de cerdo, factor generado por bajos niveles en los costos de alimentación independientes al precio del producto final. En cuanto a la producción nacional se refiere podemos comentar que la baja fluctuación en el precio de venta de la carne de cerdo en referencia a otras, ha propiciado aumento en su consumo por ende mayor demanda. En México existen cerca de un millón de unidades de producción con una piara de más de 16.2 millones de cabezas, genera 350 mil empleos directos y más de 1.7 millones indirectos (Del Moral, 2010).

La producción porcina en México enfrenta grandes retos, pues demanda más de 4.5 millones de toneladas de grano forrajero; insumo utilizado hoy día por la industria de la transformación debido al alza del precio del petróleo, lo que obliga a esta industria a usar granos para producir biocombustibles, obteniendo utilidades asombrosas por tal proceso, tan es así, que la expansión que ha tenido la industria del etanol ejerce cada vez mayor presión por inventarios de grano, lo que ha aumentado fuertemente el precio de los mismos

afectando a la industria porcina (Barrera, 2007), es por eso que la alimentación representa la mayor parte del costo de producción, por tanto es importante precisar las necesidades nutritivas y promover mejores combinaciones de nutrientes, aunado a esto, el ingreso de carne procedente de Estados Unidos (EUA) a precios no competitivos afecta de manera directa al sector, por tanto es indispensable la búsqueda de nuevas alternativas de producción que mejoren no solo los parámetros productivos, sino que además consideren reducir o eliminar el uso de promotores de crecimiento que si bien mejoran la respuesta productiva, aumentan en gran medida los costos de producción (Barrera, 2007) (Gallardo, 2006).

Es aquí en donde resulta interesante comprender que los antibióticos han sido utilizados ampliamente como promotores en dietas para cerdos destetados, sin embargo su uso es desmedido a tal grado de generar resistencia bacteriana, motivo por el cual la Unión Europea (UE) obliga a los países afiliados a encontrar alternativas que generen respuesta similar y favorable sin hacer daño a terceros, en este ámbito, el uso de aditivos es primordial para incrementar el nivel de producción, no obstante hoy día gran parte del mercado dice no al uso de compuestos que generen efecto residual a la canal, lo que abre un campo de acción al uso de promotores de crecimiento de origen natural y dentro de estos, se encuentran los probióticos, prebióticos, simbióticos y nutraceuticos (Danielsen, 1998) (Galobart, 2008).

2. Revisión de Literatura

2.1. Situación actual de la porcicultura en México

La inserción de México al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés) a mediados de los 80's marcó el rumbo de la economía nacional. La apertura de fronteras comerciales por acuerdo del Tratado de Libre Comercio (TLC), para 1994, con países del norte y otras latitudes favoreció por una parte a ciertos sectores de la economía vinculados con el comercio exterior, mientras que otros se vieron vulnerables, entre los cuales encontramos a la industria porcina mexicana. Esta política económica permitía la entrada de cerdo en pie y en canal a nuestro territorio; en años posteriores este cambio provocó que las granjas con manejo inadecuado se fueran a la bancarrota y salieran del mercado por su incapacidad de competir en calidad y precio con las empresas extranjeras (Del Moral, 2008). En los últimos años la economía nacional ha experimentado un comportamiento inestable como respuesta a cambios de la economía mundial y encarecimiento de los granos utilizados en la alimentación que originaron cambios drásticos, principalmente en EUA, principal socio económico y comercial de México (Villamar, 2009).

A nivel mundial la producción de carne de cerdo representa el 26% del total de la proteína de origen animal que se produce. El 42% de la carne que se consume en el mundo es de cerdo, con un promedio per cápita que asciende a los 17 Kg. En México la producción de carne de cerdo fue de 1.43 millones de toneladas en 2017, de las cuales el 76.5% de la producción nacional se concentró en seis entidades: Jalisco 20.7% del total nacional, Sonora 17.3%, Puebla 11.9%, Yucatán 9.8%, Veracruz 8.8% y Guanajuato 8.1%. Respecto al consumo en el periodo 2007-2016 investigaciones realizadas por la Organización para el

Desarrollo y Cooperación Económica (OECD) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) indicaron que el consumo per cápita anual de carne de cerdo en México se ubicó en 18.6 Kg. Esto se logró gracias a los esfuerzos constantes en cuanto a eficiencia, calidad y producción de carne de cerdo al menor costo posible. En este sentido, se prevé que la producción de carne en canal alcance 1.8 millones de toneladas en 2018.

Además se espera una disminución en las importaciones de 350 toneladas lo que impactará en el precio de venta. Se espera que el precio continúe a la alza en los próximos años (FIRA, 2017).

2.2. Producción

Existen una gran variedad de sistemas productivos que se diferencian entre sí por el nivel de tecnología aplicada, grado de integración vertical y horizontal, así como los mercados que se atienden, los cuales de acuerdo a sus principales características se agrupan en tres categorías:

- Familiar: los cerdos se producen en corrales rústicos contruidos sin tecnología alguna, con materiales de la región. Se da principalmente en las zonas rurales y son explotaciones de pocos animales, en la mayoría de los casos no pasan de 100, considerándose una actividad económica complementaria para los dueños.

- Semitecnificadas: los cerdos son criados en granjas de diferente tamaño, se tienen de 100 animales en adelante para el abasto. Las instalaciones son tradicionales y no usan lo último en tecnología para la especie.
- Tecnificadas: los cerdos son criados en granjas que pueden llegar a tener más de 5,000 cerdos de diferentes edades, las instalaciones son en su gran mayoría automatizadas, utilizan un alto nivel de tecnología. Generalmente estos animales van a los mercados de las grandes ciudades. (SAGARPA, 2015)

Sin embargo e independiente al sistema de tecnificación realizado el destete es y será la etapa durante la cual se da por terminada la lactación del lechón, pasando a un sitio en donde consumirá sólo alimento sólido. En esta fase, el animal pasa de estar en un ambiente agradable a uno menos favorable (English, 1992) (Fraser, 1980), momento estresante para el animal pues debe adaptarse rápidamente a los cambios que implica. (García, 2002) En un ambiente natural el lechón es destetado de forma gradual entre las semana 9 y 22 de edad, a diferencia del que actualmente se maneja, que es en promedio de 3 semanas.

2.3. El cerdo recién destetado.

El cerdo recién destetado es un animal altamente demandante de energía para los procesos fisiológicos relacionados como el desarrollo corporal y maduración de su sistema inmunológico (Le Dividich, 2000). Del mismo modo la capacidad digestiva necesaria para que los cerdos aprovechen los nutrimentos es bastante limitada en el periodo post-destete, pues los órganos del tracto gastrointestinal están poco desarrollados y la actividad de las secreciones digestivas es baja (Cranwell, 1995); el problema es más grave con las proteínas

de origen vegetal, pues son de baja digestibilidad enzimática en comparación con las de origen animal (Pierce, 2004). Así que cuando el cerdo se encuentra en este periodo es cuando empieza a consumir dietas sólidas con base en materias primas vegetales, y se incrementa su susceptibilidad a los desórdenes gastrointestinales (Bolduan, 1998). Lo anterior contribuye a que este periodo sea el más crítico en la vida del cerdo, pues se presenta una fase de anorexia y subnutrición que repercute en la fisiología digestiva y en el desarrollo de los animales (Lallés, 2007). En las últimas décadas, se ha observado gran avance en la formulación de raciones de la primera fase de crianza, para adaptar a los lechones a una dieta post-destete a base de carbohidratos y proteínas de origen vegetal, reduciendo así el riesgo de diarreas post-destete, estas dietas normalmente incluyen dosis sub-terapéuticas de antibióticos (Figuroa, 2006) como medida preventiva contra las diarreas y como promotores de crecimiento (Verstegen, 2002). Sin embargo, recientemente, debido a la prohibición del uso de antibióticos en la alimentación animal en diferentes partes del mundo, han incrementado las diarreas post-destete (dpd) en cerdos. Para contrarrestar este problema se ha promovido el uso de estrategias nutricionales como medidas de control de las dpd (Carro, 2002 Castro, 2005), incluyendo la manipulación de los ingredientes de la dieta para modificar las poblaciones bacterianas patógenas y comensales (Wellock, 2008).

2.4. El destete y la fisiología digestiva

En porcicultura, la alimentación representa del 70 al 80% de los costos de producción, por tanto el destete es un punto clave al momento de alimentar a los animales, así que debemos tomar en cuenta los cambios que suceden en el tracto digestivo del lechón, ya que este será el punto de partida. El potencial de crecimiento de un cerdo es alto después del destete,

pero el limitado consumo de alimento junto con su sistema digestivo inmaduro impide a menudo que alcance su potencial. (García y Quijada, 1999) En base a ello se infiere que el destete no es la fase más crítica del cerdo, pero si la más compleja debido a la cantidad e intensidad de cambios a los que es sometido (Allee y Touchette, 1999).

Durante las primeras 24 a 36 horas post-destete se observan cambios en la mucosa del intestino delgado a nivel funcional y estructural, principalmente con atrofia de las vellosidades e hipertrofia de las criptas de Lieberkühn, con una reducción de entre 20 y 30% del peso de este órgano (Mccracken, 1999, Lallés, 2004). Aunado a ello, algunos factores antinutricionales presentes en las proteínas de origen vegetal pueden causar reacciones de hipersensibilidad a nivel epitelio intestinal, agravando aún más la salud intestinal y una disminución en su actividad enzimática, pues hay pérdidas de enterocitos maduros ricos en enzimas digestivas, que son observadas principalmente en el periodo post-destete, (Dirkzwager, 2005, Kelly, 1991). La interacción de las enzimas pancreáticas, tripsina y quimotripsina, con los factores antitripsicos, disminuye sus actividades, pues éstos compiten por el punto de unión enzima–sustrato, afectando la digestión de las proteínas provenientes de la dieta (Lallés, 1996). Durante este periodo de baja síntesis, secreción y actividad de las enzimas digestivas, el proceso digestivo está altamente comprometido y los nutrimentos no digeridos y no absorbidos, presentes en la luz intestinal, sirven de sustrato para las bacterias enteropatógenas (*Escherichia coli*, por ejemplo), haciendo que éstas proliferen y causen enfermedades diarreicas (colibacilosis) que pueden aumentar la morbilidad y la mortalidad en la etapa post-destete (Mccracken, 1993).

Al nacer, los lechones quedan expuestos a los microorganismos del ambiente que les rodea, al contacto con su madre y sus heces, por lo que se introducen bacterias que colonizan su tracto digestivo (Pluske, 2003). Estas bacterias buscan el nicho más adecuado donde compiten e interaccionan entre sí, constituyendo finalmente una población relativamente estable y compleja, que representa el microbioma intestinal normal (Pluske, 2003). En el lechón lactante las bacterias dominantes en el estómago e intestino delgado suelen ser lactobacilos y estreptococos, ambos grupos están bien adaptados a utilizar el sustrato lácteo disponible (Pluske, 2003). Sin embargo, el funcionamiento digestivo y salud intestinal de los lechones son perturbados al destete, lo anterior sumado a la supresión de la leche materna no es inmediatamente compensado por un consumo adecuado de agua o por una suficiente secreción salival o gastrointestinal y con el estrés inherente a esta etapa puede ocasionar un aumento del peristaltismo y hasta una interrupción abrupta de la síntesis de algunas enzimas; originando diarreas en el mismo día del destete y por ende pérdida en respuesta productiva.

2.5. Uso de antibióticos en porcicultura

Históricamente, los antibióticos se han usado en la medicina porcina para tratar y controlar las enfermedades entéricas bacterianas. Además, se usan como promotores del crecimiento (APC) en algunos países, ahora está prohibido en la Unión Europea y considerando las preocupaciones intensas sobre la resistencia a los antimicrobianos emergentes, el uso de antibióticos se ha controlado más estrechamente en medicina veterinaria (Comisión Europea, 2011). Los antibióticos como promotores de crecimiento se han empleado a dosis subterapéuticas durante largos períodos de la vida del animal, produciendo una ganancia de peso estimada alrededor del 5%. El mecanismo por el cual los antibióticos favorecen el

crecimiento no se conoce con exactitud. Básicamente actúan modificando cuantitativa y cualitativamente la flora microbiana intestinal, provocando una disminución de los microorganismos causantes de enfermedades subclínicas. Actúan también reduciendo la flora normal que compite con el huésped por los nutrientes. Todo ello conduce a una mejora en la productividad y reduce la mortalidad de los animales. A partir de la década de los cincuenta, la adición de antibióticos en pequeñas dosis a las dietas de los animales de abasto ha sido una práctica habitual para mejorar la producción. En aquel entonces, no se tomó en cuenta el efecto que el consumo de estos pudiera tener sobre la resistencia bacteriana, hasta que en 1969 se publicó un informe británico el cual alertaba del posible riesgo de selección de bacterias resistentes en animales que pudieran posteriormente pasar al ser humano. Por lo que se decidió eliminar como promotores aquellos antibióticos que también fueran utilizados en la medicina humana o animal. De este modo, se prohibía en Europa el empleo de tetraciclinas o β -lactámicos como promotores del crecimiento en el pienso de animales (en EUA todavía se emplean estos antibióticos). La situación en EUA respecto de los promotores del crecimiento ha sido, y es muy diferente. Actualmente están autorizadas como promotores del crecimiento la penicilina, clortetraciclina, eritromicina, estreptomicina, bacitracina y espectinomicina (todos estos antibióticos son de uso en humanos), tilosina y virginiamicina (antibióticos con estructuras similares a otros usados en humanos), entre otros. En EUA, existe también un amplio debate sobre el efecto de los antibióticos como promotores del crecimiento y su relación en la selección y diseminación de resistencias. En la actualidad, se encuentra en estudio la posible prohibición de algunos de ellos como la penicilina, tetraciclina, eritromicina, tilosina, bacitracina y virginiamicina, aunque todavía no existe normativa al respecto. De nuevo, al igual que con los alimentos transgénicos, se observa una política sanitaria más restrictiva en la UE que en EUA (Torres,

2002). Por lo tanto, la inversión en métodos alternativos de controlar la enfermedad entérica es esencial.

2.6. Nutrición e inmunidad

El cerdo obtiene su principal inmunidad contra infecciones prevalecientes a partir de inmunoglobulinas provenientes del calostro y leche materna, estas se absorben a través del intestino como moléculas intactas las primeras horas de vida, brindan protección específica temporal contra infecciones; posteriormente su concentración disminuye en el torrente sanguíneo, bajando su concentración alrededor de los 14 días. Esta inmunidad es transitoria pues el cerdo comienza a crear su propia inmunidad, desarrollándola lentamente, por lo que al destetar a los 14 o 21 días podríamos asegurar que el cerdo tendrá su nivel más bajo de inmunidad (Mendel, 1999, English, 1985).

Al momento del destete, el lechón presentará una inmunosupresión transitoria, la cual será menos severa si se considera que el alimento juega un papel importante como mecanismo potenciador de inmunidad, existiendo para ello varias prácticas de manejo alimenticio, entre las que se incluyen: cantidades extra de ciertos microingredientes, materias primas de cuarta generación, pero sobre todo el uso de aditivos alimenticios (Herradora, 1998).

2.7. Aditivos

Un aditivo es aquella sustancia que añadida a los alimentos, mantiene o mejora su inocuidad, frescura, sabor, textura o aspecto. Muchos de estos, se han usado por siglos como conservadores, tal es el caso de la sal, azúcar y dióxido de azufre. Sin embargo, al paso de los años se han utilizado gran variedad de productos como aditivos en producción

animal a fin de mejorar con ello la respuesta productiva pese a ello su inclusión solo debe justificarse si responde a una necesidad fisiológica y no genera efecto en el consumidor final. Lo que da apertura a sustancias naturales.

2.8. Probióticos y Prebióticos

Como respuesta a la prohibición de los APC en la producción animal se plantean nuevas alternativas que promueven una producción más limpia sin el uso de aditivos que pongan en riesgo la salud humana y animal. Algunos microorganismos benéficos, conocidos como probióticos, así como ciertas biomoléculas o prebióticos y compuestos derivados de plantas, se suministran directamente a los animales para mejorar su metabolismo, salud y producción.

Los probióticos y prebióticos se consideran alimentos funcionales al ser compuestos que tienen efectos positivos sobre una o varias funciones del organismo y propician bienestar en el animal (Velasco, 2006). Los probióticos se definen como productos que contienen un microorganismo específico, viable y en cantidad suficiente, que por implantación o colonización altera la microbioma de un compartimiento del tracto gastrointestinal de un hospedero, causando efecto benéfico (Schrezenmeir, 2001). Los probióticos han ganado popularidad como ingredientes alimenticios funcionales incluso para humanos (Verstegen, 2002). Los efectos positivos del uso de probióticos en la alimentación de lechones se manifiestan en el balance de la microbioma intestinal, en la integridad del epitelio intestinal en la maduración de los tejidos asociados al tracto digestivo, y en su función neuroendócrina (Metzler, 2005). La inclusión de probióticos a los alimentos fue una de las primeras alternativas usadas para reemplazar los antibióticos en la alimentación animal

(Verstegen, 2002). Su efecto en el control de las diarreas post-destete depende del microorganismo utilizado (Lallés, 2007).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) mencionan que al ser administrados en cantidades adecuadas, confieren un beneficio saludable al hospedero. Bazay, 2010 y Alves et al., 2008 mencionan que los probióticos son una herramienta para el porcicultor pues compiten por la adhesión a los receptores del epitelio intestinal y nutrientes.

El microbioma normal del tracto intestinal actúa como una barrera defensiva al impedir que el espacio del epitelio celular quede disponible para los patógenos o al crear un ambiente desfavorable para los mismos (Fuller, 1989). Dicho de otra forma, si los habitantes del tracto intestinal están seguros en su nicho, el potencial patógeno no podrá competir exitosamente para fijarse en el epitelio, además cualquier cosa que afecte el equilibrio de la flora intestinal normal podrá dar acceso a los patógenos que se multiplicarán más fácilmente para fijarse en el epitelio (Fox, 1994).

Un prebiótico se define como un ingrediente no digestible que beneficia al huésped u organismo que las consume y afectan benéficamente al huésped mediante la estimulación selectiva del crecimiento y/o la actividad de una o un limitado grupo de bacterias en colon (Gibson, 1995). Dentro de ellos podemos encontrar una gran cantidad de ingredientes, sin embargo para que un prebiótico tenga acción efectiva debe cumplir tres condiciones (Collins, 1999).

1. Permanecer estables bajo las condiciones ácidas del estómago y las secreciones del intestino delgado.
2. Transferirse intactos al colon.
3. Tener un metabolismo selectivo.

Además se cree que son otra alternativa interesante para suplir los antibióticos ya que disminuyen la incidencia y severidad de las diarreas. Estos son ingredientes alimenticios no digeribles que afectan benéficamente al hospedero, pues estimulan de forma selectiva el crecimiento o la actividad de una bacteria o de un número limitado de bacterias del colon, mejorando su salud (Gibson, 1995). Son considerados sustratos para microorganismos benéficos y por su acción pueden ser usados para controlar diarreas post-destete (Verstegen, 2002, Velasco, 2006). Estos pertenecen a un grupo muy variado de carbohidratos representados por oligosacáridos, los cuales pueden afectar la fermentación del tracto gastrointestinal y su microbioma (Gibson, 1995). Los efectos de los mismos sobre el tracto gastrointestinal y las poblaciones de *E. coli*, y consecuentemente sobre la incidencia de colibacilosis, parecen estar asociados al tipo de carbohidratos (solubles o insolubles; polisacáridos u oligosacáridos) presente en la dieta (Pluske, 2003).

Los Oligosacáridos: mananoligosacáridos (MOS) y B-glucanos, son aditivos 100% naturales derivados de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), constituido por carbohidratos estructurales presentes en la pared celular de la levadura, es decir que no tienen vida. Los MOS no son digeribles por las enzimas intestinales, por lo que llegan intactos al colon, que es el tracto final del intestino y es la parte del mismo la que contiene las bacterias de nuestro interés, los microorganismos del colon constituyen el grupo con el

mayor potencial metabólico del organismo. El elevado número y variedad de bacterias que cohabitan en el tracto gastrointestinal constituyen un complejo ecosistema metabólico muy activo y versátil, con capacidad de adaptarse a sustratos disponibles.

La adherencia en el tracto gastrointestinal conduce al crecimiento bacteriano, formación de colonias mixtas, consumo de nutrientes para crecimiento, concentración de enzimas digestivas, toxinas dentro del enterocito, y la posible prevención de la adherencia de anticuerpos a la célula patógena. Los MOS impiden esta adherencia, ligando lectinas a sitios receptores de bacterias patógenas bloqueando su implantación sobre la membrana celular (Auclair, 2000), es decir funcionan como atrayentes de patógenos, por lo tanto previenen la diseminación dentro del enterocito y subsecuentemente la infección entérica. (Ofek *et al.*, 1977)

Estudios en cerdos y pavos han mostrado que la IgG e IgA se incrementan significativamente después del consumo de oligosacáridos lo que mejora la respuesta inmune (Mul, 1994). La inclusión de MOS en la dieta, mantienen un microbioma intestinal benéfica dominada por bacterias que promueven la salud al post-destete (Mul, 1994).

Con la prohibición del uso de APC que se basa primordialmente en la peligrosidad de estas sustancias por su capacidad para crear resistencias cruzadas con antibióticos utilizados en medicina humana, existen además otras razones como el interés comercial y la posibilidad de bloquear la importación de productos animales procedentes de países en los que el uso de estas sustancias está permitido. En este sentido, la propuesta remitida el 25 de marzo del 2006 por la Comisión de la Unión Europea hace énfasis a la necesidad de desarrollar

alternativas válidas a los APC. Estas alternativas deben cumplir dos requisitos fundamentales:

- Ser eficaces; es decir ejercer un efecto positivo sobre la producción animal
- Ser seguras, o sea debe estar libre de riesgo para la salud humana, la salud animal y el medio ambiente. (Carro y Ranilla., 2002.)

2.9. Nutracéuticos

Los nutracéuticos se definen como cualquier sustancia que puede ser considerada como parte de un alimento que provea de beneficios médicos o a la salud, incluyendo prevención o tratamiento de enfermedades (Velázquez, 2004) o también son conocidos como fitobióticos o aceites esenciales (AE), son componentes secundarios de las plantas, generalmente de naturaleza volátil (Greathead, 2003), El término esencial deriva de la palabra "esencia", lo cual significa que se puede oler o degustar (Burt, 2010). Se caracterizan de acuerdo a sus múltiples composiciones químicas, naturaleza y/o propiedades bioactivas. La concentración y tipo de AE en las plantas varía por especie de planta, pero también se han reportado diferencias dependientes de la región geográfica y estación de cosecha (Vokuo, 2013). La función principal de los AE es brindarle a la planta protección contra agentes estresantes abióticos y bióticos, además en algunas ocasiones atraer a otros organismos para favorecer la polinización y dispersión de sus semillas (Wink, 1999).

Los AE se clasifican dentro de dos grupos químicos; terpenoides y fenilpropanoides. Estos grupos se originan de diferentes precursores del metabolismo primario y son sintetizados

por vías metabólicas diferentes en las plantas. Los terpenoides son el grupo más numeroso y diversificado, se han descrito aproximadamente 15,000. Se denominan así porque derivan de una estructura básica de cinco carbonos (C_5H_8), comúnmente denominada unidad isopreno (Gershenzon, 1999).

La utilización de plantas o hierbas medicinales, se plantea actualmente como una de las alternativas naturales a los APC. Algunas plantas como anís, tomillo, apio, pimienta, orégano contienen aceites esenciales que les confieren propiedades aromáticas, que combinadas con el alimento hacen de este mucho más palatable, por lo que el uso de aceites esenciales puede producir aumento en la ganancia diaria de peso similar a los registrados con los antibióticos promotores del crecimiento en cerdos y pollos. Los mecanismos de acción no se conocen totalmente y varían según la sustancia, pero algunos son: disminución de la oxidación de los aminoácidos, ejercer una acción antimicrobiana sobre algunos microorganismos intestinales, favorecen la absorción intestinal, estimulan la secreción de enzimas digestivas, aumentan la palatabilidad de los alimentos estimulando su ingestión y mejoran el estado inmunológico del animal. (Piva, 1999).

En el caso de los terpenoides y fenil-terpenoides ejercen su acción contra las bacterias Gram + principalmente, mediante interacciones con las membranas celulares de éstas (Dorman, 2000). Se acumulan en la doble capa lipídica de la bacteria, y ocupan espacios entre las cadenas de los ácidos grasos, por lo que causan de esta manera cambios morfológicos en la estructura de la membrana, y como resultado fluidificación y expansión (Griffin, 1999). La pérdida en la estabilidad de la membrana da como resultado fugas o pérdidas de iones, lo que causa un decreciente gradiente iónico transmembranal, y aunque

la bacteria puede contrarrestar estos efectos, el costo energético es elevado y provoca al final un crecimiento lento o su muerte (Ultee, 1999).

2.10. Estudios que refieren el uso de prebióticos y nutraceuticos

Namkung et. al. en el 2004 refieren efectos positivos sobre el crecimiento al adicionar aceites esenciales en la dieta de los cerdos destetados, los cuales se observaron en cerdos recién destetados de ± 2 semanas post-destete. Aunque los efectos del tratamiento sobre los indicadores como el estado inmune y el desarrollo intestinal no eran evidentes, estos resultados muestran que los aceites esenciales pueden servir como alternativa al uso de antibióticos en la alimentación de cerdos recién destetados y su principal efecto lo observamos a través de los efectos sobre la microbioma intestinal.

Wilson y Mesias en el 2007 mencionan que al adicionar mananoligosacáridos los lechones consiguen comer menos alimento durante lactación y recría, independientemente de las formas de estímulo, pero teniendo mejores ganancias de peso, lo que nos lleva a mejores conversiones alimenticias y de esta forma alcanzan mejores pesos al mercado.

De igual forma Wenk en el 2003 en su estudio menciona que los sistemas de producción animal están buscando suplementos amigables con aceptación del consumidor, ya sea hierbas, especias o cualquier otro aditivo, que al utilizarlos en la alimentación genere un efecto benéfico en parámetros productivos, esto a partir de la prohibición de los antibióticos como promotores de crecimiento. Estos pueden regular la ingesta de alimentos y secreciones digestivas, lo que daría una capacidad de digestión optimizada y como consecuencia reducción del riesgo de trastornos digestivos.

En respuesta a lo anterior podemos decir que los MOS y AE constituyen un grupo heterogéneo de aditivos, sin embargo su efecto como mejoradores del sabor y promotores de la digestión según estudios consultados varía de acuerdo a la situación de cada explotación, motivo por el cual resulta de gran valor conocer el efecto que estos tienen como mejoradores del sabor y promotores de la digestión.

3. Hipótesis

El uso de MOS más AE en dietas para cerdos al destete mejorara la respuesta productiva y disminuirá la presencia de diarreas.

4. Objetivo General

Determinar el efecto de la combinación de una fracción rica en MOS de la pared celular de levadura más AE en cerdos de destete.

5. Objetivos Específicos

- a) Determinar el efecto del uso de la fracción rica en mananos de la pared celular de levadura más aceites esenciales sobre parámetros productivos (ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) en cerdos de destete.
- b) Determinar el efecto del uso de la fracción rica en mananos de la pared celular de levadura más aceites esenciales sobre presencia de diarreas en cerdos de destete.

6. Material y Métodos

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP) ubicado en el Km. 2 de la carretera Jilotepec-Corrales en el Municipio de Jilotepec, Estado de México, el cual se encuentra en los 99° 31' 45" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, su latitud norte es de 19° 57' 13", y a una altura de 2250 msnm, con clima templado en verano, extremoso en invierno y con una temperatura anual de 18°C misma que varía de 12° a 24° C, el régimen de lluvias comprende de junio a septiembre con un promedio de precipitación pluvial de 608 mm, iniciando con las primeras heladas en octubre y prolongándose hasta marzo. (García, 1973)

Se utilizaron 80 lechones híbridos (Yorkshire x Landrace), destetados de 21 días promedio, con un peso promedio de 7.0 Kg +/- 0.20 de ambos sexos, distribuidos al azar en 4 tratamientos con 4 repeticiones por tratamiento, considerando como unidad de observación u experimental a la corraleta conformada por 5 animales (4X4X5=80). Las corraletas contaron con piso de rejilla, tolva para alimento de seis bocas y un bebedero de chupón o tetina.

Los cerdos consumieron 3 fases de alimentación durante este estudio, alimento preiniciador fase 1 durante la primera semana de estancia combinado con MOS o AE según fuera el caso, durante la segunda y tercer semana consumieron preiniciador fase 2 combinado con MOS o AE y a partir de la cuarta semana hasta el término de su estancia consumieron iniciador de igual forma combinado con MOS o AE.

El alimento se formuló tomando en cuenta las recomendaciones del NRC 2012 para cerdos de destete, Las dietas ofrecidas fueron isoproteicas e isoenergéticas (21% de PC y 3.26Mcal EM/kgMS) y a estas se les adiciono los MOS y AE en la proporción que se aprecia en cada tratamiento, estas se ofrecieron bajo el criterio poco y frecuente 4 veces al día.

El consumo de alimento (CDA) se obtuvo mediante la diferencia entre el peso del alimento ofrecido y el peso del alimento rechazado. Durante la prueba se registró diariamente la temperatura ambiente, a fin de brindar condiciones de confort ambiental a los cerdos.

La ganancia de peso (GDP) se obtuvo al pesar a los animales al término de cada fase de alimentación (3).

La conversión alimenticia (CA) se calculó al dividir de los resultados de CDA entre GDP

Los tratamientos fueron:

- T_0 = Testigo
- T_1 = Más MOS (60 ppm)
- T_2 = Más AE (60 ppm)
- T_3 = Más MOS y AE (30 ppm + 30 ppm)

Y para finalizar la presencia de diarrea se midió en base a una evaluación visual de la consistencia fecal, con ayuda de una escala del 0 al 3, en donde: 0 indica la no existencia de diarrea; 1 diarrea ligera y pastosa; 2 diarrea moderada y semi-líquida y 3 describe una diarrea severa, muy líquida. (Opapeju *et al.*, 2009)

7. Análisis Estadístico

Para determinar la existencia de normalidad entre las variables estudiadas de los grupos se analizaron mediante la prueba de normalidad (Shapiro Wilk), seguido por un análisis de varianza (ANOVA) para determinar existencia de diferencias significativas entre los grupos. La prueba de comparación múltiple de medias se realizó mediante el procedimiento de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0.05$. Todas las pruebas se realizaron mediante el programa estadístico IBM® SPSS® Statistics, versión 23, año 2015 para Windows.

El modelo estadístico aplicado obedece a la siguiente expresión matemática:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta x_{ij} + \epsilon_{ij}$$

μ = promedio poblacional

T_i = efecto del tratamiento

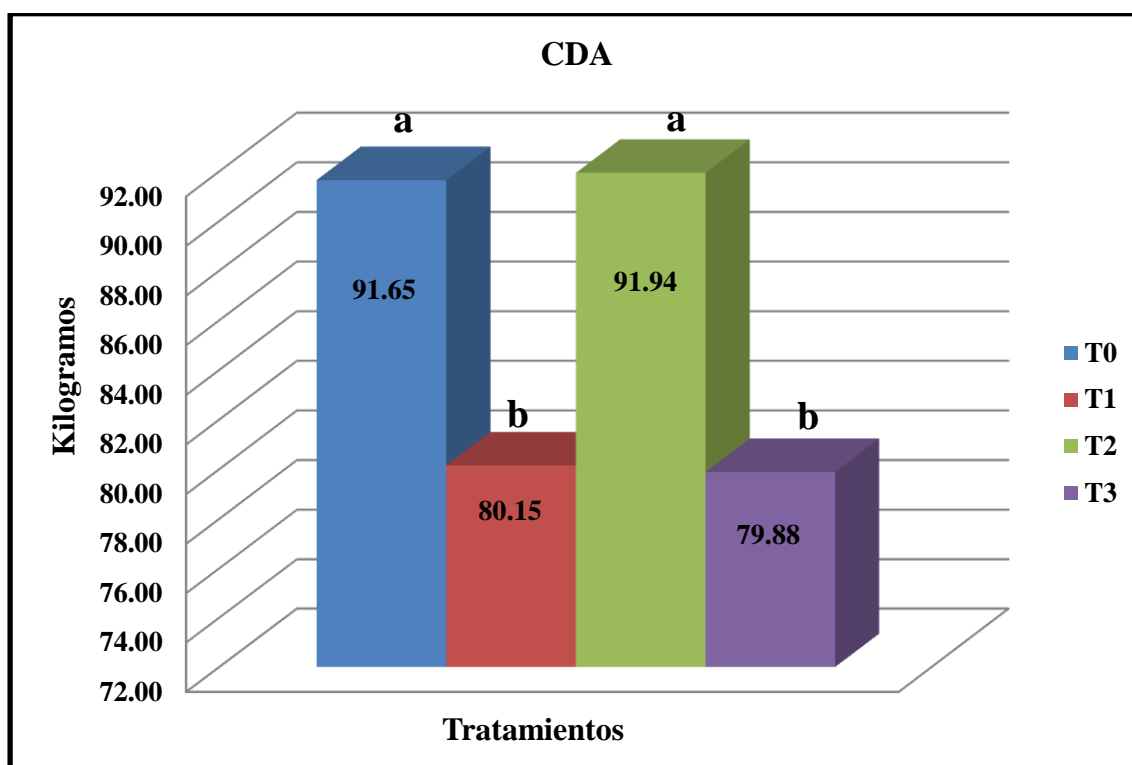
βx_{ij} = efecto de la covariable (peso inicial)

ϵ_{ij} = efecto del error experimental

8. Resultados

8.1. Consumo de alimento

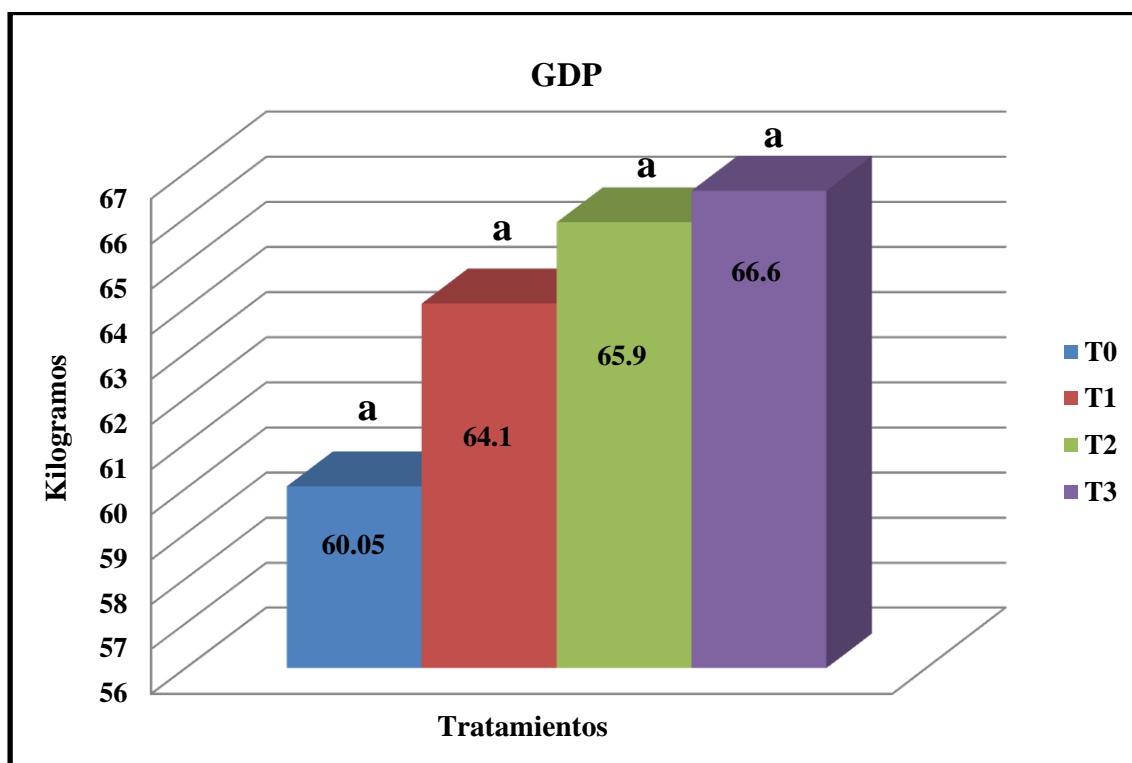
Después de analizar los datos para el parámetro CDA se encontró que el uso de aceites esenciales no presenta una respuesta significativa como se esperaba, sin embargo la inclusión de MOS solos o combinados con AE si refiere diferencia significativa $P < 0.05$ como se observa en la **gráfica 1**.



Gráfica 1. Consumo de alimento promedio de los cuatro tratamientos de la prueba, las diferencias entre los tratamientos se marcan con las letras “a” y “b”.

8.2. Ganancia de peso

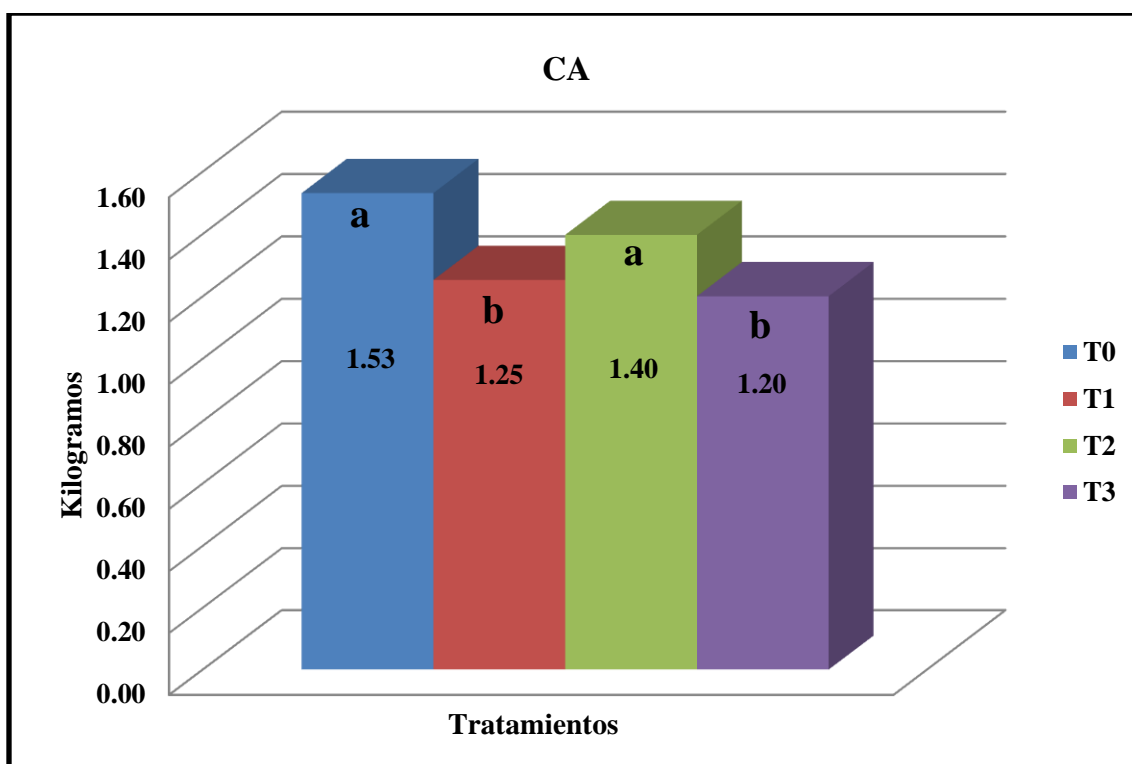
En relación a GDP solo se reporta la ganancia total y nos indica que el uso de AE y MOS solos o combinados no genera respuesta significativa bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio como se observa en la **gráfica 2**.



Gráfica 2. Ganancia de peso total de los cuatro tratamientos de la prueba.

8.3. Conversión alimenticia

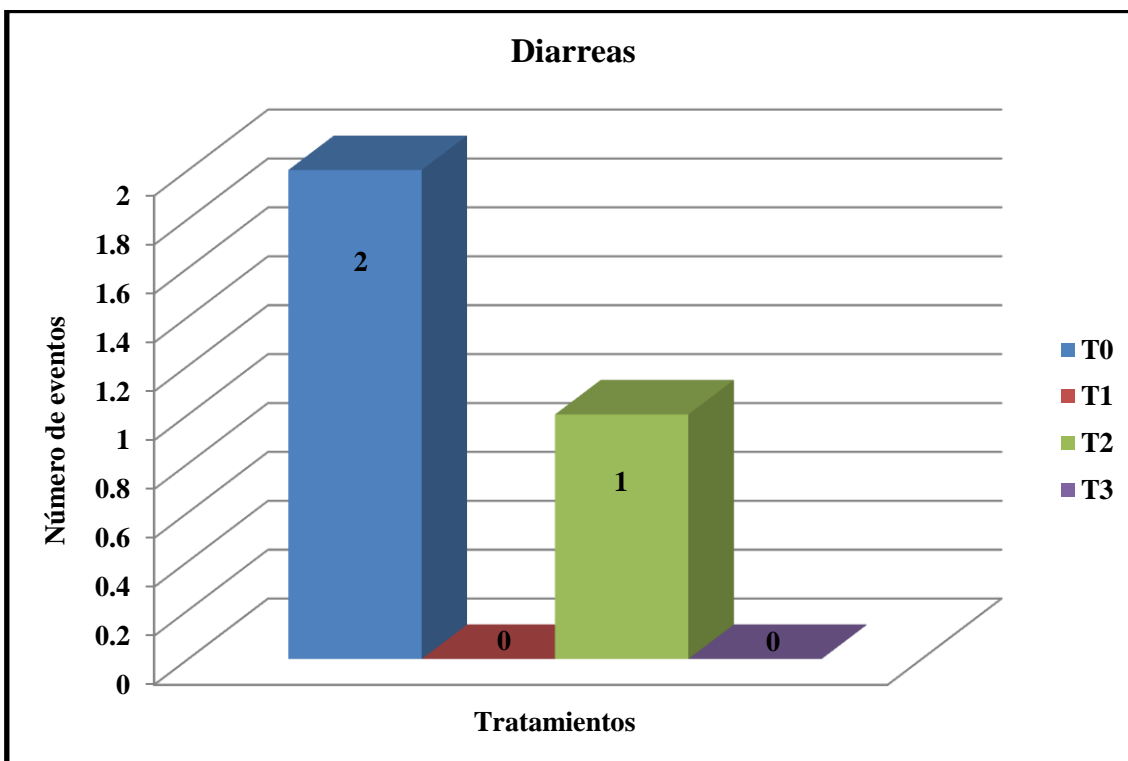
La CA resultó con respuesta significativa para los tratamientos en los cuales se incluyó MOS solos o combinados en la ración, en los que se reporta 300 gramos menos de alimento ofrecido por kilogramo de peso ganado lo cual en la industria es un resultado muy bueno. ($P = < 0.05$).



Gráfica 3. Conversión alimenticia promedio de los cuatro tratamientos de la prueba.

8.4. Diarreas

Finalmente, en lo referente a diarreas y bajo el criterio de evaluación, se puede comentar que estas se presentaron en los tratamientos 0 y 2, se consideraron de grado 1 y se debieron principalmente al cambio de alimentación ya que estas no duraron más de 1 día.



Gráfica 4. Cantidad de diarreas durante el tiempo de experimentación.

9. Discusión

Se considera que la producción de animales destetados sanos forma parte de una compleja interacción entre enfermedad, ambiente y manejo, por lo que en referencia al CDA, Wenk, 2003 menciona que la actividad de los AE no es constante y esta varía de acuerdo con varios factores que afectan de forma importante los resultados. Quizá en el presente estudio, el efecto de los mismos se vio afectado por el número de repeticiones. Sin embargo, Namkung *et al.* 2004 reportan una reducción en consumo en lechones alimentados con piensos suplementados con canela, tomillo y orégano, pero en un segundo estudio reportan mejoras en la respuesta productiva con los mismos productos.

En respuesta a ello, al ser los aceites esenciales sustancias olorosas obtenidas a partir de plantas o extractos de frutos, cortezas, etc. mediante procesos de destilación en corriente de vapor o por expresión del material vegetal, al ser incluidos en el alimento se deben proteger los mismos a fin de asegurar la conservación de sus propiedades durante el almacenamiento ya que son una mezcla compleja de varios compuestos de aromas volátiles. Por tanto, el efecto de los mismos en el presente estudio además del número de repeticiones se vio afectado por múltiples factores, incluido el manejo de los mismos aceites esenciales.

En referencia a la GDP y tomando en cuenta las condiciones en las que se realizó el estudio y con base en los resultados obtenidos, se encontró que el uso de MOS y AE no generó mejora en ganancia de peso, concordando con Navas *et al.* 1995 quienes al usar prebióticos no encontraron respuesta en peso. Steiner, 2006 por su parte utilizó aditivos fitogénicos en cerdos de destete y encontró mejoras en aumento de peso en un 5% sin efecto significativo al igual que Grijalva 2007 quien demostró el efecto del uso de fitobióticos y acidificantes

en el desempeño de lechones post-destete sin encontrar efecto significativo por el uso de los mismos y Guerra *et al* 2008, quienes reportan que no hay mejora en peso por la adición de aceites esenciales de orégano en cerdos de destete, concordando con el presente estudio. Namkung *et al.* 2004 en su estudio encontró una reducción en ganancia de peso en lechones alimentados con alimento suplementados con canela, tomillo y orégano, sin embargo, este efecto no se vio al adicionar AE como parte de la dieta.

Los resultados del presente estudio concuerdan con Botto, 2004, quien encontró mejor CA en cerdos ($P < 0.05$) del día 21 al 35 de edad al utilizar levadura de *Saccharomyces cerevisiae*. Sin embargo, Wilson y Mesías, 2007 reportan que la CA en lechones es similares a las obtenidas con el uso de mánanos, al que Grijalva 2007 quien reporta índices de CA sin efecto del día 28 al 70 en cerdos ($P > 0.05$).

10. Conclusión

En la presente investigación se concluye que la inclusión de mananoligosacáridos solos o combinados pueden favorecer la respuesta productiva en cerdos en la fase de destete, aunque no se pueden generalizar los comentarios para garantizar la respuesta para sustituir a los antibióticos.

Los prebióticos y nutracéuticos son considerados hoy por hoy una alternativa prometedora en sustitución a los antibióticos promotores de crecimiento y aunque existen investigaciones que indican aspectos que afectan, aún no se conocen la mayoría de sus propiedades, así como los cambios positivos o negativos que producen. Por lo que hay que aclarar que existen trabajos en donde el uso de estos productos tiene efectos positivos como por ejemplo en el área de inmunología.

Por lo que se requiere mayor investigación al respecto, haciendo estudios comparativos con los que se puedan explicar la manera en cómo se afectan los parámetros productivos y combinarlos con prácticas de manejo adecuado.

11. Referencias

1. Allee GLK. Touchette J. 1999. Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de lechones. XV Curso De Especialización: Avances En Nutrición Y Alimentación Animal. Columbia. 14.
2. Alves FZJ., Lui JF., Oliveira MC. 2008. Digestibilidad en de dietas contendo antibiótico, probiótico e prebiótico para coelhos em crescimento. Rev. Biotemas, 21:131-136.
3. Auclair, E. 2000. Yeast as an example of the mode of action of probiotic in monogastric and ruminant species. Improving Safety: from Feed to Food. Feed manufacturing in the Mediterranean region. Brufau J editors. Zaragoza. Spain. 45-53.
4. Barrera ME. Perspectivas de la porcicultura nacional. Los Porcicultores y su entorno. 2007. Jul-Ago; 7 (58): 4-12
5. Bazay G. D. 2010. Uso de prebióticos en la alimentación animal con énfasis en *Saccharomyces cerevisiae*. Sistema de Revisiones en Investigacion Veterianaria de San Marcos.http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo_bazay_Saccharomyces_cerevisiae.pdf. Consultado 15 de febrero de 2017.
6. Bolduan G, Jung H, Schnabel E, Schneider R. Recent advances in nutrition of weaner piglets. Pig News Infor 1998; 9:382.
7. Botto J. Evaluación de dos fuentes de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de cerdos de destete. Zamorano. 2004.

8. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential application in foods-review. *International Journal of Food microbiology* [en línea]: 94(3), 223-253, 2010. [Fecha de consulta: 2 de Febrero del 2017]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160504001680>.
9. Canibe N. Alimentación de lechones. I. Sistemas de alimentación y aditivos en piensos de iniciación. Madrid. FEDNA. 2007.
10. Carro MD. Ranilla MJ. Aditivos antibióticos promotores del crecimiento. Situación actual y posibles alternativas. *Nutrición*. Albéitar. 2002. 56: 46-49.
11. Castro M. Uso de Aditivos en la alimentación de Animales Monogástricos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Tomo 39.número especial, 2005, 451-457.
12. Collins, M.D. y Gibson, G.R. 1999. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *Am. J. Clin. Nutr.* 69 (suppl): 1052S–1057S.
13. Cranwell PD. Development of the neonatal gut and enzyme systems. In: Varley MA, editor. *The neonatal pig development and survival*. Wallingford UK: CAB International, 1995:99-154.
14. Danielsen V. Nutrición y manejo de lechones en condiciones de manejo del norte de Europa. *Memorias del XIV Curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación animal*. Federación Española de Nutrición Animal. España, 1998:203:210.

15. Del Moral BE. Rodríguez LG. 2010. Perspectivas del sector porcícola mexicano para 2010. Rev: Trimestral de análisis de coyuntura económica. III. Núm; 2. 6-8
16. Del Moral BL. Ramírez GB. Muñoz JA. Crecimiento regional de la producción de carne de cerdo en México, 1980-2005. Análisis Económico 2008; 52 (XXIII):1-14.
17. Dirkzwager A, Veldman B, Bikker P. A nutritional approach for the prevention of post weaning syndrome in piglets. Anim Res 2005; 54:231-236.
18. Dorman H.J.D., Deans S.G. Journal of Applied Microbiology 88: 308-316. 2000.
19. English PR. Smith WJ. Mac Lean A. La Cerda: Como mejorar su productividad. Manual Moderno. México. 1985: 313-339.
20. Figueroa VJL. Chi EE. Ramírez CM. V. I. A. Domínguez. 2006. Alimento funcional para cerdos al destete. Veterinaria México 37(1) 117-136.
21. FIRA. Panorama Agroalimentario: Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Carne de Porcino 2017.
22. Fox S. 1994. Probióticos en la nutrición animal. Mundo Porcino- No 17 Ene-Feb 1994. 28-32.
23. Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals. Journal of Applied Bacteriology 365-378.
24. Gallardo NJ. Villamar AL. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México. Los Porcicultores y su entorno. 2006. Nov-Dic. 9 (54) 4-15.

25. Galobart J. Aditivos en porcino: adición de enzimas y marco regulador. European Food Safety Authority. Unión Europea. 2008.
26. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, UNAM, México. 1973.
27. García TM., Quijada O. 1999. Diferentes sistemas de alimentación y fisiología. Rev. Computarizada de producción porcina. Vol. 6, N 1026-9055. Yucatán-México. 14.
28. Gershenzon J, Croteau R. Terpenoids in herbivores: Their Interactions with secondary plant metabolites. Rosenthal GA, Berenbaum MR editors. San Diego, CA: Academic Press; 1999; (1): 165-219.
29. Gibson GR, Roberfoid MB. Dietary modulation of the human colonic microbioma: introducing the concept of prebiotics. J Nutr 1995; 125: 899-907.
30. Gómez DGY. Blanco GAM., M. J. L. Castillo., 2005. Inclusión de microorganismos probióticos (*Bifidobacterium Bifidum*) más un aromatizante lácteo (aromtek lacteo miel) en la dieta de lechones de engorde hasta la etapa de inicio para obtener mayor ganancia en peso y disminución de la morbilidad y mortalidad por enfermedades diarreicas causadas por bacterias patógenas. Alimentos Hoy. Vol 22, No 29 Disponible en: <http://www.alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/94/88>. Fecha de acceso: 14 de noviembre de 2016.
31. Greathead H. Plant and plant extract for improving animal productivity. P Nutr Soc 2003 (62): 279-290.

32. Griffin SG, Wyllie SG, Markham JL, Leach DN. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. *Flavour Frag J* 1999 (14): 322-332.
33. Grijalva M. Efecto de fitobióticos y acidificantes en el desempeño de lechones posdestete en Zamorano, Honduras. 2007.
34. Guerra AMC. Galana OJA. Méndez AJJ. Murillo AE. Evaluación del efecto del extracto de orégano (*Oreganum vulgare*) sobre algunos parámetros productivos de cerdos destetados. *Tumbaga* 3: 16-29. 2008.
35. Herradora LMA. Espinoza HS. Alimentación Animal. Cerdos. México. Sistema de Universidad Abierta. UNAM. FMVZ. 1998. 12-13
36. Herradora LMA. Ramírez HG. Capítulo IV: Manejo y Ventilación. Sistema de Producción Animal II: Cerdos. División Universidad Abierta a Distancia y Educación Continua. FMVZ. UNAM. 2005. 38-58.
37. Kelly D, Smyth JA, Mccracken KJ. Digestive development of the early-weaned pig. 2. Effect of level of food intake on digestive enzyme activity during the immediate post-weaning period. *Br J Nutr* 1991; 65:181-188.
38. Lallès JP, Toullec R. Digestion des protéines végétales et hypersensibilité digestive chez le veau préruminant. *INRA Prod Anim* 1996; 9:255-264.
39. Lallès JP, Boudry G, Favier C, Le floc'h N, Pié S, Piel C *et al.* Gut function and dysfunction in young pigs: physiology. *Anim Res* 2004; 53:301-316.

40. Lallès JP, Bosi P, Hauke S, Stokes CR. Nutritional management of gut health in pigs around weaning. *Proc Nutr Soc* 2007; 66:260-268.
41. Le dividich J, Sève B. Effects of underfeeding during the weaning period on growth, metabolism, and hormonal adjustments. *Domest Anim Endocrinol* 2000; 19: 63-74.
42. Mccracken KJ, Kelly D. Development of digestive function and nutrition/disease interactions in the weaned pig. In: FARRELL DJ, editor. *Recent advances in animal nutrition in Australia*. Armidale AU: Department of Biochemistry, Microbiology and Nutrition, University of New England, 1993:182-192.
43. Mccracken BA, Spurlock ME, Roos MA, Zuckermann FA, Gaskins HR. Weaning anorexia may contribute to local inflammation in the piglet small intestine *J Nutr*. 1999; 129:613-619.
44. Mendel P. Salgado S. Mateos G. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente. *Producción porcina: Aspectos claves*. Ediciones Mundi-prensa. 2da edición. España. 1999: 301-321
45. Metzler B, Bauer E, Mosenthin R. Microflora management in the gastrointestinal tract of piglets. *Asian-Australas J Anim Sci* 2005; 18:1353-1362.
46. Mul, A.J., y Perry, F.G. 1994. The role of fructo-oligosaccharides in animal nutrition. In P.C. Garnsworthy and J.A. Cole (ed.), *Recent advances in animal nutrition*. Nottingham Press, Nottingham, United Kingdom. pp: 57-79.

47. Namkung H. Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs *Can. J. Anim. Sci.* 2004. Vol. 84, 697-704.
48. Navas S. Y., M. A. Quintero, M. Ventura, A. Casanova, A. Pérez, S. Romero. 1995. Uso de probióticos en la alimentación de cerdos en la fase posdestete. *Revista científica FCV-LUZ.* Vol. V. N: 3, 193-198. 6.
49. NRC. 2012. *Nutrient Requirements of Swine.* (10th ed.). National Academy Press, Washington, DC. PAGINAS
50. Ofek, I., Mirelman, D. y Sharon, N. 1977. Adherence of *Escherichia coli* to human mucosal cells mediated by mannose receptors. *Nature, UK,* 265: 623-625.
51. Opapeju F. Effect of dietary protein level on growth performance, indicators of enteric health, and gastrointestinal microbial ecology of weaned pigs induced with postweaning colibacillosis. 2009. *J. Anim. Sci.* 87:2635-2643.
52. Pacheco MA. Efecto del uso de nutracéuticos en sustitución de antibióticos y minerales sobre parámetros productivos en cerdos al destete. Tesis Licenciatura. FMVZ. UNAM. 2010.
53. Pérez Z. 2007. Sistema de producción porcina. SDR. SAGARPA. IREGP. México. 8.
54. Pierce KM, Callan JJ, Mccarthy P, O'doherty JV. Effects of high dietary concentration of lactose and increased soya-bean meal inclusion in starter diets for piglets. *Anim Sci* 2004; 79:445-452.

55. Piva, A. 1998. Non-conventional feed additives. *J Anim Feed Sci.*;7(Suppl 1):143–154
56. Pluske JR, Hopwood DE, Hampson DJ. Relación entre la microbiótica intestinal, el pienso y la incidencia de diarreas, y su influencia sobre la salud del lechón tras el destete. Memorias del XIX Curso de Especialización FEDNA; 2003 octubre 23-24; Madrid, España. Madrid, España: Fundación para el desarrollo de la nutrición animal, 2003:93-108.
57. Reis de Souza T. C., G. K. Escobar., L. G. Mariscal., B. A. Aguilera. 2011. Cambios naturales en el lechón y desarrollo morfológico de su aparato digestivo. *Rev. Veterinaria de México. F.C.N., U.A.Q. C.E.N.I.D. Querétaro.* 19.
58. SAGARPA. Situación Actual y Perspectiva de la Carne de Porcino en México. México 2015. Consultado el 6 de Octubre de 2016. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/estudio/sitio06.pdf>
59. Schrezenmeir J, De vrese M. Probiotics, prebiotics and synbiotics-approaching a definition. *Am J Clin Nutr* 2001; 73:361S-364S.
60. Steiner T. Powerful phytochemicals under practical evaluation in sows and piglets. *AFMA Matrix* September 2006: 10–12.
61. Torres C. Zarazaga M. Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino?. Editoriales Universidad de La Rioja. Logroño. *Gac Sanit* 2002;16(2):109-12
62. Ultee AE. Kets PW. Smid EJ. Mechanisms of Action of Carvacrol on the Food-Borne Pathogen *Bacillus cereus*. *Appl. And environ. Microbiol.* 1999. 65: 4606-4610.

63. Velasco JLF, Moreno EEC, Ramírez MC, Vara IAD. Alimentos funcionales para cerdos al destete. *Vet Méx* 2006; 37:117-136.
64. Velazquez FGA. Extractos de Oregano, Chile y Canela como promotores de crecimiento sobre el comportamiento y la morfología intestinal del cerdo recién destetado. Tesis de Maestría. FMVZ. UNAM. 2004
65. Verstegen MWA, Williams BA. Alternatives to the use of antibiotics as growth promoters for monogastric animals. *Anim Biotechnol* 2002; 13:113-127.
66. Villamar L. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México. Coordinación General de Ganadería. SAGARPA. México. 2009.
67. Vokou D, Kokkini S, Bessiere JM. Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. *Biosc Biotech Bioch* 2013; (21):287-295.
68. Wellock IJ, Fortomaris PD, Houdijk JGM, Kyriazakis I. Effects of dietary protein supply, weaning age and experimental enterotoxigenic *Escherichia coli* infection on newly weaned pigs health. *Animal* 2008; 2:834-842.
69. Wenk C. Herbs and Botanicals for Monogastric Animals. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2003. Vol. 16, No. 2: 282-289.
70. Wilson CS., Mesías ATN. 2007. Alimentación de lechones destetados precozmente y efectos en el subsecuente desempeño en el acabado. XX Reunión ALPA-Curso. Perú.
10.

71. Wink M, Schimmer O. Modes of action of defensive secondary metabolites. In: Wink M editor. Functions of plant secondary metabolites and their exploitation in biotechnology. Sheffield UK: Sheffield Academic Press; 1999; 17-112.