

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS
PRESENTACIONES DE SORGO (*Sorghum vulgare*
Pers.) MOLIDO Y HOJUELEADO A VAPOR
EN EL ACABADO DE PORCINOS

T E S I S

POLICARPO LOPEZ ELIZONDO

1978

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS PRESENTACIONES
DE SORGO (Sorghum vulgare) MOLIDO Y HOJUELEADO A VAPOR
EN EL ACABADO DE PORCINOS

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRONOMO ADMINISTRADOR
P O R
POLICARPO LOPEZ ELIZONDO

1 9 7 8

A mis padres

ING. JOSE MANUEL LOPEZ

ESTELA ELIZONDO DE LOPEZ

Con el más puro cariño y profundo agradecimiento por el ejemplo, estímulo y educación que siempre he recibido de ellos y que han formado el hombre que hoy -- soy.

A mis hermanos:

JOSE MANUEL

JESUS RODRIGO

OSCAR

HECTOR

ROBERTO JAVIER

MARIESTELA

A mi abuelita

FELA GONZALEZ DE LOPEZ

A CLAUDIA Con todo mi amor

Mi sincero agradecimiento al

SR. DON POLICARPO ELIZONDO

y a su hijo POLICARPO

**Por todas las facilidades que me
brindaron para la realización de
esta tesis.**

A todos mis tíos y primos

A todos mis compañeros y amigos

Mi sincero agradecimiento al

SR. ING. JORGE ELIZONDO (M.S.)

**Por su asesoría, dirección y revisión
de esta tesis.**

Al ING. ENRIQUE HERNANDEZ

**Por sus valiosos consejos
y sugerencias**

**A todos los maestros -
del departamento.**

I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
Molienda.....	3
Pre-mezclas.....	4
Mezclado y dosificación.....	5
Adición de líquidos.....	6
Comprimido y triturado.....	7
Ondulado y rolado.....	9
Esturción y cocimiento.....	11
Ensacado y almacenamiento.....	14
Hojueleado a vapor.....	15
MATERIAL Y METODOS.....	22
RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION.....	26
CONCLUSIONES.....	32
RESUMEN.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	35

INDICE DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PAGINA</u>
1	Pesos semanales por individuo para cada presentación del sorgo. Pesos en k	28
2	Aumentos de pesos semanales por individuo para -- cada presentación del sorgo pesos en kg.	29
3	Pesos totales y promedio para dos presentaciones del sorgo por semana pesos en kg.	30
4	Conversión alimenticia obtenida en cerdos con dos presentaciones de sorgo.	30
5	Análisis de varianza para aumentos de peso en cerdos.	31
6	Costo por kg. aumentado en cerdos con dos presentaciones de sorgo.	31

I N T R O D U C C I O N

En cualquier explotación porcina el mayor costo que se tiene es el de alimentación, constituyendo este el 75-80% de los costos totales. Por ello es de vital importancia considerar que la calidad de un producto alimenticio está influenciado principalmente por la compra selectiva de ingredientes de alta calidad, por los análisis que determinan su contenido de nutrientes y por las computaciones mecánicas o electrónicas que establecen las combinaciones de los ingredientes y los niveles que dan por resultado una formulación de alimento óptimo.

Más importante que los efectos debidos a la variación de ingredientes pueden ser los efectos de los diferentes procesos de elaboración que se utilizan en una planta de alimentos. Algunos de estos pueden ser indeseables, tales como una amplia variación en los tamaños de las partículas, un mezclado no uniforme, pérdidas por polvo, separación de ingredientes y pérdidas de potencia, por lo cual es necesario un control riguroso de los ingredientes para obtener una mejor uniformidad del producto y la textura por medio de la adición de líquidos o una densidad mejoradas y características de manejo vía el -- comprimido y triturado, así como un valor alimenticio mejorado por el uso de vapor y otros tratamientos.

No fue hasta la década de los setentas cuando se empezaron a usar procesos técnicos para la elaboración de raciones balanceadas, destinadas a la alimentación pecuaria, siendo es-

tos adelantos poco útiles en cuanto al valor alimenticio de la dieta. Hasta los setentas se empiezan a aplicar técnicas que aumenten el valor nutritivo de los alimentos, siendo uno de los más importantes el sorgo hojueleado a vapor, ya que aumenta su valor alimenticio hasta un 12%.

El objetivo del presente trabajo, fue el comparar el -- sorgo hojueleado a vapor con el sorgo molido en el acabado de porcinos, utilizando una ración comercial en la cual solo cambió la presentación del sorgo. La evaluación se hizo por los aumentos de peso, eficiencia de conversión así por su economía.

LITERATURA REVISADA

ALGUNOS FACTORES QUE AFECTAN LOS PROCESOS E INFLUYEN EN LA CALIDAD DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO.

MOLIENDA

Lo fino o grueso de la molienda de granos o de otros -- ingredientes puede tener un efecto significativo, tanto en las propiedades físicas como en los valores nutritivos del producto alimenticio que lo contiene. Las investigaciones han mos-- trado que se obtienen resultados más eficientes de una mezcla de alimento cuando los ingredientes poseen un tamaño uniforme de partículas finas (51).

Grandes cantidades de partículas gruesas y finas en una carga pueden resultar en la separación de ingredientes, tanto en el mezclador como en las subsecuentes operaciones de trans-- portación entolvado y carga de tolvas. Actualmente la gran -- variedad de los tamaños de las partículas y sus formas diferen-- tes crean un problema de mezclado en muchas plantas (65).

Por otro lado, la molienda fina produce inevitablemente un poco de polvo, que causa otros problemas; entre ellos se in-- cluye los derrames por las fugas del equipo, la contaminación del aire, la acumulación de cargas de electricidad estática, -- los riesgos de explosión, aumento en el costo de limpieza e -- infestación de insectos. Cada uno de estos problemas puede -- ejercer un efecto, directa indirectamente en la calidad del alimento.

PRE-MEZCLAS

La pre-mezcla es realmente el "corazón" de cada alimento. Cualquier defecto en una pre-mezcla invariablemente afectará las toneladas de alimento en las que se agrega. La importancia de un cuidado especial durante la formulación, manufacturada y manejo de las pre-mezclas, jamás se podrá exagerar.

Son numerosos los reportes que se han publicado relacionados a las pre-mezclas y el pre-mezclado. Hay varias revistas excelentes disponibles (2, 35, 45, 61). Así mismo, hay artículos sobre la elaboración de las premezclas (34, 44); la selección y comportamiento de equipo para premezclas (26); y uso de equipo adicional para reducir la contaminación (64).- Otros artículos discuten el uso de soluciones de micro-ingredientes (15, 16, 23) distribución y compatibilidad (39); recepción, almacenamiento y manejo (11); la inclusión de factores desconocidos en las premezclas (3). También hay una serie de artículos que mencionan la importancia de tener un número suficiente de partículas de cada ingrediente activo dentro de la pre-mezcla y en el alimento final para asegurar una reacción adecuada (17, 21, 47, 48). Aún existen otros artículos que cubren la estabilidad de los micro-ingredientes (67, 68, 72, 73, 74, 75), el uso efectivo de las pre-mezclas (21), y el efecto de la calidad de la pre-mezcla en los resultados de análisis de alimento (71).

MEZCLADO Y DOSIFICACION

La operación es sin duda la más importante en la elaboración de alimentos. Su complejidad ha aumentado en los últimos 20 años conforme han ido complicándose las fórmulas, el número de micro-ingredientes ha aumentado y se ha hecho necesario incluir más líquidos. Una fórmula típica de alimento contiene con frecuencia ingredientes cuyas densidades varían al cuádruple, el tamaño de partícula oscilará de 10-200 mallas, y que presentan todos los tipos concebibles de formas de partículas (70).

Como una complicación adicional, algunos ingredientes se agregan a niveles de varios gramos por tonelada únicamente, mientras que otros se agregan en cantidades de varios cientos de kilos por tonelada. Hay algunas fórmulas de alimentos cuyas propiedades de ingredientes y niveles hacen que sea imposible lograr y mantener una mezcla uniforme. En tales casos, generalmente se culpa al diseño del mezclado o la duración del mezclado, cuando en realidad la culpa la tiene la fórmula (21). Una fórmula deficiente no se mezclará adecuadamente en ningún mezclador, independientemente de la duración del ciclo de mezclado.

Desgraciadamente, los servicios sofisticados de computadora aún no han podido incorporar las restricciones en las propiedades de ingredientes dentro de sus programas para asegurar una mezcla uniforme cada vez.

Un tamaño uniforme de la partícula en todos los ingredientes podría mejorar la eficiencia del mezclado (56), pero jamás se puede conseguir. Limitando la extensión de las densidades de los ingredientes también sería deseable (29), pero esto no es práctico. Un ejemplo es un alimento para ganado que contiene maíz, olote y urea. Las diferencias en los tamaños de las partículas y sus densidades dan por resultado una fórmula propensa a la separación de la urea (19). Es pertinente mencionar que la urea deberá ser agregada únicamente a ingredientes de baja humedad para prevenirse contra la liberación de amoníaco por una actividad natural de la ureasa.

ADICION DE LIQUIDOS

Un número cada vez mayor de ingredientes líquidos se están usando en la elaboración de alimentos. Esto incluye mezclas, grasas, solubles de pescado, fuentes de factores no identificados, vitaminas, minerales, drogas, suplementos líquidos, etc.

El agregar estos líquidos tiene muchas ventajas, aparte de su contenido específico de nutrientes. Esto incluye una reducción de polvo, mejorar la palatabilidad, un sabor y olor atractivo, mejor textura del alimento, menos separación de ingredientes, reducir problemas de electricidad estática (33), y una capacidad mayor de comprimidos.

También hay problemas asociados con la adición de líquidos. Estos incluyen la necesidad de un equipo especial de mez

clado y de aplicación, problemas de limpieza, la formación de "bolas" en el alimento que requieran de un proceso adicional para disgregarse, pérdida ocasional de alimento, endurecimiento del alimento y la necesidad de equipo de calentamiento.

COMPRIMIDO Y TRITURADO

Son muchas las ventajas atribuidas a alimentos comprimidos. Estos incluyen menos desperdicio de alimento, mayor consumo de alimento en menor tiempo, nada de pérdidas por viento, una eficiencia mejorada de alimento, un costo menor de manejo menos espacio de almacenaje, un consumo más uniforme de alimento, una separación menor de ingredientes y puede darse en el piso.

El comprimido mejora la aceptación de heno y forrajes pobres (44). La digestibilidad de los granos se aumenta por la gelatinización del almidón un 11-20%. Esto puede aumentarse hasta 39-48% con un acondicionador adicional de vapor (58). Los pollitos solamente necesitan una tercera parte de su tiempo comiendo comprimido, comparado con la harina, que tiene un efecto de desperdicio de energía (32). El proceso de comprimido destruye inhibidores de crecimiento, reduce grandemente la contaminación de salmonella, spp. y aumenta el tiempo de retención del alimento en tracto digestivo.

Fundamentalmente, la peletizadora es una máquina para reducir la densidad en los alimentos. La densidad de la alfalfa o pulpa de betabel se aumenta de 10 lbs/pie cúbico a 30-35

lbs./pie cúbico y las harinas de aleaginosas de 30 lbs.&pie --
cúbico a 35-40 lbs./pie cúbico. Tres excelentes revistas se -
han publicado sobre el alimento comprimido (12, 41, 67). Asi-
mismo, existe una serie de 26 papeles (1).

Una falla para eliminar el calor y la humedad de los --
comprimidos puede causar moho y ablandamiento durante el alma-
cenaje (26). Si los comprimidos son almacenados en tolvas a -
la intemperie, puede ocurrir una condensación originando que -
los comprimidos se peguen. Las tolvas de comprimidos a granel
deben estar siempre ventilados para prevenir cualquier conden-
sación (65).

Los comprimidos de buena calidad deben siempre ser du--
ros y libres de finos. Los factores que mejoran la dureza de
los comprimidos incluyen diseños de dado (26), vapor más ca---
liente (26), molienda más fina de los ingredientes (64), mayor
tiempo de acondicionamiento de vapor (58) y a veces una mezcla
de moliendas finas y medianas (41) . La dureza de los compri-
midos se trata en dos artículos (14, 42). Hay una serie de 6
papeles que discuten la influencia del vapor, molienda, aglu--
tiantes y selección de dados en la durabilidad de los compri-
midos (54).

Los comprimidos con un alto contenido de malezas, re---
quieran una molienda fina y melazas calientes. Los enfriado--
res horizontales son muchos mejores a los enfriadores vertica-
les por prevenir atoramientos y finos, así como la obtención
de un mejor secado. El uso de melazas concentradas da mejores

comprimidos y ayuda al enfriamiento y al "ondulado". El espolvoreo de harinilla de semilla de algodón o arcilla reduce la formación de tortas (57).

ONDULADO Y ROLADO

El ondulado del grano tiene que ver con la compesión -- entre roles corrugados, generalmente calentados o acondicionados con anterioridad. Esto rompe parte de la cáscara del grano, exponiendo la almendra, pero no la muele ni la aplasta. El grano que resulta debe enfriarse bien, ya que una mínima cantidad de calor después del ensacado puede hacer que se eche a perder (18). No deben usarse roles lisos para ondular, ya que estos exprimen la almendra fuera de la cáscara, mientras que los roles corrugados ajustados adecuadamente dejan la almendra (20).

Los granos ondulados son más apetitosos y digestibles para los rumiantes y tienen una apariencia atractiva para las raciones de ganado lechero y de engorda y también de caballos.

Otro proceso popular es el rolado a vapor en el cual el milo, maíz, avena o cebada es bien vaporizado y luego rolado para formar unas hojuelas planas. Algunos calientan la avena molida en un horno giratorio para matar las enzimas, previo al rolado para prevenir el deterioro del producto durante el almacenamiento (18).

Las hojuelas deben estar bien ventiladas y secadas antes de entolvarse o ensacarse para prevenir que se echen a perder. Las hojuelas no deberán rolarse muy delgadas para evitar que se rompan fácilmente el mezclado y la transportación. Unas hojuelas intactas darán una mejor eficiencia alimenticia que unas hojuelas rotas o molidas (7). Un rolado a vapor tiene un potencial mayor que el ondulado, pues produce un producto más digestible, el cual es más uniforme y tiene una mejor apariencia y se separa menos en los alimentos balanceados (18). Hay varios buenos artículos acerca de molinos de roles (55).

El rolado del grano ha aumentado en popularidad durante los últimos 3-4 años, debido al estudio activo de diferentes procesos hidro-termales en el país. El milo rolado rehidratado dió 11.8% más de ganancia en peso que el grano seco en un estudio reciente de Oklahoma (7). El vaporizar las hojuelas no cambia su valor nutritivo comparada a la cebada rolada en seco o molida, pero el producto es más apetitoso (20). Los novillos que son alimentados con maíz rolado mostraron un 7-10% de conversión mejorada que los novillos recibiendo maíz entero debido al aumento de digestibilidad y su utilización (13). Hay una excelente revisión sobre el rolado seco vs. el rolado a vapor y molido (62), la cual reporta que no hay ventaja para el rolado a vapor sobre el rolado seco. Sin embargo, el milo rolado rehidratado es superior al molido.

EXTRUSION Y COCIMIENTO

Cuando menos 7 procesos diferentes han estado bajo una investigación activa durante los últimos 3-5 años para aumentar la eficiencia de la utilización de oleaginosas y se describen diversamente como sigue:

Rehidratación-----Cocimiento a vapor.

Reventado o inflado-----Micronizado.

Extrusión en seco o a vapor-----Hojuelas a vapor.

Tostado en seco

Se recomiendan varias excelentes revistas como referencia en este campo dinamitado (13, 62, 63). Una serie de 7 artículos se publicaron recientemente, en la cual se proporcionan detalles sobre los procesos y los resultados de la alimentación (5).

Se calcula que los beneficios de un proceso hidro-termal, se deben a la rotura de la cáscara y la gelatinización del almidón. La gelatinización se sabe que varía en granos diferentes (52). El almidón de maíz gelatiniza a 60-72° C., mientras que el almidón de grano de sorgo gelatiniza de 68.5-75°C (52).

El uso de vapor a una presión de 50-85 p.s.i.g. más agua adicional producirá una gelatinización completa en un minuto. El grado de gelatinización es afectado por la temperatura

ra, nivel de humedad, tiempo de vaporizado y la presión del vapor (22, 23).

La rehidratación es cuando se le agrega humedad al grano seco a una temperatura de 15-65°C., a un nivel de casi 28-30%. Esto se compara con la humedad en el grano de una "cosecha temprana" y los resultados alimenticios son comprobables. El mejoramiento ocurre después de únicamente 10-20 días de almacenado y se cree que es debido a la actividad enzimática en la almendra del grano y la fermentación que ocurre. Un almacén completamente de aire es esencial para prevenir que se eche a perder el alimento rápidamente (59). Un grano rolado rehidratado resulta superior a grano seco molido (5). Sorgo molido rehidratado ocasiona un aumento en 10-20% menos alimento que con grano seco molido. Esto se debe a un aumento de 15-30% en digestibilidad (53). El milo rolado rehidratado tiene 10-17% más valor alimenticio sobre el milo molido debido a una mejor digestibilidad de su materia seca y protefna (45,46). El maíz entero rehidratado es superior al maíz seco rolado (3).

El reventar el milo es cuando simplemente se aumenta la temperatura rápidamente sin agregar ninguna humedad. El producto reventado está seco y se almacena fácilmente (6,3). El reventado es más barato que hojueleado a vapor y los resultados son comparables. Es común rehumedecer el grano recientemente reventado y rolado para mejorar sus características de manejo. La cebada, el trigo, la avena y el maíz no se "revien

ta" como el milo, pero se "inflarán" a algún grado (3). El milo reventado es muy apetitoso para el ganado y aumenta el consumo del alimento por 5-10%. Es también un buen portador de melazas. El grano reventado y hojueleado a vapor proporciona una actuación comparable en el ganado.

El micronizado es un tratamiento de calentamiento seco aplicado al milo a una temperatura de aproximadamente 150°C, en una unidad infra-roja de gas. El calentamiento instantáneo vía micro-ondas causa un proceso rápido de explosiones (3). El grano es entonces rolado para producir un producto uniforme y denso. Se reporta que este proceso es menos caro que el hojueleado a vapor, pero los resultados de alimentación son comparables (5, 8).

La extrusión del grado ha tenido una evaluación limitada en algunas áreas. No se requiere vapor alguno y la presión y el calor friccional dan por resultado un producto hojueleado. Se dice que este proceso es menos caro que el hojueleado a vapor. Los resultados de alimentación como hojuelas de maíz extruidas han sido muy alentadoras (3, 4, 62).

La extrusión de frijol soya también ha sido valorizado. No se usa ningún vapor. La presión y el calor friccional aplastan y cuecen el frijol. La harina y el aceite son entonces -- extruidos y el aceite es rápido re-absorbido por la harina caliente. El producto entonces está listo para mezclarse al alimento y actúa mejor que la harina de frijol soya regular en -

ganado (9).

El tostado en seco del frijol soya es un proceso que aún no ha sido evaluado ampliamente en el campo. Una unidad a gas llamado Roast-A-Tron se usa para procesar frijol soya. El proceso inactiva las enzimas y los frijoles tostados se secan y tienen una mayor fluidez. Simplemente se muelen antes de usarse y ofrecen una manera fácil de agregar tanto proteína como grasa a un alimento (10). Este nuevo proceso debe vigilarse con interés considerable conforme el equipo se use en forma comercial.

El cocimiento a vapor se ha estudiado a una extensión limitada tanto en grano como en frijol soya. No parece que pueda competir económicamente con procesos más sencillos como la rehidratación y la extrusión.

ENSACADO Y ALMACENADO

La calidad del alimento ensacado durante el almacenaje es afectado por la naturaleza de los materiales de empaque usados y las condiciones del almacén. Las bolsas con muchas capas retardan la pérdida de la humedad y ayudan a proteger el sabor, aroma y color. Lo hermético de estas bolsas enfatiza la necesidad de un adecuado secamiento de los comprimidos y triturados para evitar el endurecimiento y/o desperdicio (60). Las bolsas que contengan comprimido con melazas no deben colocarse en estibas de más de 3 tarimas sobre tarima, hasta que se hayan "curado" por 2-3 días para evitar un endurecimiento -

serio (51).

Es interesante que el uso de números claves para cargar en las etiquetas de los alimentos es una "reciente innovación", en algunas plantas. Otros han utilizado esta práctica por 10-15 años o más. Los números de lote esenciales para los propósitos de control de calidad y para investigar quejas del producto. Asimismo, si va a ser efectivo el control de inventarios. No puede haber ninguna excusa hoy en día para que un alimento viejo se quede en la bodega de la planta, o con el distribuidor y que gradualmente pierda su potencia mientras que otras cargas más frescas se reciben y se embarcan antes (71). Prestar una atención especial a los números de lote podría eliminar este tipo de problemas.

La necesidad de contar con un buen programa de limpieza se enfatiza en la sección 5. Estos comentarios también se aplican a las áreas de la bodega. Los fumigantes y rociadores de insectos deben usarse únicamente como se indica en las instrucciones para evitar una contaminación en el alimento.

EL HOJUELEADO A VAPOR

Generalmente se obtiene por el vaporizado del grano a presión atmosférica durante 20 minutos o a una presión elevada de casi 50 p.s.i.g. por 12 minutos y después se rola en una hojuela firme (62). Las hojuelas deben ser enfriadas y secadas, o alimentadas rápidamente, ya que no pueden almacenarse -

por mucho tiempo cuando están húmedas. La operación del hojueado aumenta aún más de la gelatinización del almidón y casi dobla la dextrosa en el grano (22, 23). El hojueado a vapor da mejores resultados de alimentación que una molienda gruesa de grano (5, 62). Hojuear el milo a vapor eleva su valor alimenticio de 5-12% (27) y mejora el maíz en 4% (40). La cebada (24) y el trigo (62) también se mejoran con este método. La mayor parte del sorgo se ha administrado a los puercos de gran peso con forma de molido fino, dado que los experimentos llevados a cabo por algunos investigadores tales como Aubel (1955), Loeffel (1957) y Hillierland Martín (1959) han reportado ganancias en peso mayores y eficientes de alimentación mejorada, que cuando se daba el alimento en forma de grano completo.

Sin embargo en los últimos 10 años han sido desarrollados nuevos procesos que han incrementado el valor nutricional del grano de sorgo en la alimentación de bovinos.

Las bondades de estos métodos en la alimentación de puercos han sido evaluadas por diferentes observadores, se han llevado a cabo entre hojuelas al vapor, micronizadas, ¡popped! ¡pelleted! sorgo reconstruido, y sorgo molido en seco en las dietas de puercos terminados por observadores como Jensen.

Jensen y asociados compararon el sorgo molido en seco y el pellet sustituyendolos por el maíz en porciones normalmente de maíz y soya.

Las raciones de pellet produjeron ganancias más rápidas en un 8%, que la misma porción de alimento entero.

Hiller y Martín de la estación de Oklahoma reportaron ganancias un poco mejores con pellet (1.51 lbs. vs. 1.45 lbs. al día) con relación al alimento entero, pero no hubo mejoras en la eficiencia de alimentación.

Hines y asociados (1971) reportaron ganancias similares en puercos alimentados con los diferentes tipos de sorgo molido, rolado en seco y hojueleado al vapor.

Los puercos que consumieron sorgo hojueleado al vapor tuvieron una eficiencia de aumentación mayor que los que estuvieron a dieta de molido y rolado en seco.

Sin embargo el costo del proceso fue mas alto que la utilidad por eficiencia.

Los puercos a los que se suministraron palomitas de sorgo crecieron significativamente menos y con menos eficiencia que los puercos que recibieron sorgo molido u hojueleado al vapor. El haber molido las palomitas incremento la cantidad ingerida y la ganancia, pero la alimentación o variación de la ganancia no mejoró (34, 30, 31).

El grano de sorgo es mejor alimenticio para la industria de engorda en Texas. Tradicionalmente, el grano de sorgo ha -

sido considerado de alguna forma inferior al de maíz como grano alimenticio. Como quiera análisis químicos sugieren que el valor de energía en el grano de sorgo es casi igual al del grano de maíz; de aquí la lógica del procesamiento de los granos de sorgo.

Numerosos métodos de procesamiento han sido involucrados, molido, rolado, quebradizo, cocido, reconstruido y han sido todos estudiados y cada uno tiene ciertos potenciales y limitaciones. Las hojuelas han sido estudiadas en las áreas de alimentación. En el oeste como en el suroeste de los Estados Unidos los resultados indican una ganancia en la vida animal y una baja en la alimentación requerida por unidad de ganancia comparada a las raciones del grano seco molido. El énfasis ha sido dedicada para establecer el criterio del así llamado "Hojueleado ideal".

El hojueleado ideal resulta en granos de sorgo que pesan 24 lbs. por bushel, que tienen 18% de humedad y 30-50% de gelatinización del almidón en el grano (Hale).

Micronización ha involucrado a través de los esfuerzos de Mr. Charo Pierce de Lubbock y previamente reportado por esta unidad (Adame) originalmente, haciendo palomitas del grano fue pensando para ser esencial para incrementar el aprovechamiento de nutrientes.

Esto es desarrollado a 300°F. por generadores infraro-

os de fuego directo. Datos derivados de alimentación y ensayo digestión indican que la palomita no fue esencial. Estos datos sugieren que el tratamiento de calentar en seco (sin hacerlo palomita) reduce la humedad del grano hasta cerca de un 7%, seguido por el enrolado puede producir un grano alimenticio con ciertas cualidades unicas, una uniformidad, estable seco y un producto conciso (27, 35).

Los principales objetivos que se persiguen al procesar los granos como el sorgo que son de fácil acceso son:

- 1) Tratar de incrementar su digestibilidad
- 2) Incrementar su palatibilidad
- 3) Incrementar la solubilidad del grano en el proceso de la digestión.
- 4) Incrementar la cantidad de aeido propiónico en el rumen de los animales.

Los procesos como el hojueleado y el micronizado del grano tienen un efecto especial en cuanto a una mejor y mayor utilización del almidón, protefínas y carbohidratos del grano individual. Y es también afectada la digestibilidad en el rumen (43). En un estudio de la utilización de los carbohidratos en el rumen y post-rumen de los alimentos procesados de sorgo, Mc. Neill y et al encontró que el hojueleado a vapor tendió a ser más alta la digestibilidad del total de carbohidratos que el micronizado y el rolado. Los carbohidratos fuerón digeridos en el rumen por las bacterias. La humedad añadida en el

hojueleado a vapor resulta de importancia en los efectos del -
procesado, en la digestión del rumiante la temperatura por sí -
sola no fue un factor importante. En la siguiente tabla se --
muestra el % de digestión del almidón;

% de almidón digestible:

	HOJUELEADO	MICRONIZADO
Total	99.75	97.13
Rumen	83.81	42.82
Post-rumen	98.43	95.00

La gelatinización es un efecto añadido por el procesa--
miento de granos, es un incremento de la utilización del almi--
dón haciendolo más accesible para las bacterias del rumen. La
meta de los procesamientos es alcanzar un 50% de gelatinización
del almidón, la siguiente tabla muestra los efectos de la gela--
tinización en el hojueleado del sorgo: (38)

G R A N O	HUMEDAD	% DE GELATINIZACION
Sorgo	12.6	--
Sorgo después de vaporizado	18.0	16
Sorgo despues de hojueleado	16.7	40

Otros de los objetivos de procesamiento de granos para
la engorda de animales, es de incrementar la cantidad de ácido
propiónico en el rumen. El ácido propiónico incrementa la pro--
ducción de musculos y el ácido acético propicia o incrementa -

la grasa, de éste modo una deseable característica del proceso de los granos es que tenga una pequeña cantidad de ácido acético, algunos experimentos realizados por Franks y Newson indican que el grano hojueleado incrementa el ácido propiónico y baja y/o disminuye el ácido acético más que otros métodos de procesamiento (38).

El calor y la humedad suelen acompañar al tratamiento primario para poder preparar el hojueleado ideal. Este proceso requiere aproximadamente 30 minutos y resultando en un producto que posee de un 16 a 18% de humedad, 30 a 50% de gelatinización y una densidad de 20 a 24 lbs./pie³. Estos animales tuvieron un comportamiento satisfactorio en una engorda comercial usando hojueleado a vapor, pero los costos de preparación y mantenimiento hacen necesario reconocer posibles limitaciones para este método de procesamiento (61).

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja porcina "San Lorenzo" localizada en el Km 2.5 carretera Sto. Domingo municipio de San Nicolás de los Garza, N.L. Se utilizarón 24 cerdos trihíbridos de las razas Duroc, Hampshire y Yorkshire con un peso promedio de 70-72 kg.

El experimento se inicio el 8 de Febrero de 1978 y terminó el 15 de Marzo del mismo año, teniendo una duración de -- 35 días.

Se utilizo un experimento con distribución completamente al azar, con arreglo combinatorio con dos tratamientos y -- 12 repeticiones cada uno.

Se seleccionaron al azar seis hembras y seis machos para cada tratamiento, siendo cada individuo una unidad experimental.

La razón por la cual se escogió el período de terminado u acabado (70-90 kg), se debe a que en este período los animales tienen una mejor conversión alimenticia y un desarrollo -- más estable y definido.

Para cada tratamiento se utilizó un corral de 7 mts. de largo por 6.5 mts. de ancho dando un espacio de 3.8 m^2 para cada cerdo.

Se hicieron 6 pesadas a cada tratamiento consistiendo -- estas en el peso inicial y después una cada 7 días hasta com--

pletar 35 días, los pesos obtenidos cada semana fuerón pesos - individuales soló con el fin de observar su comportamiento, ya que para fines del experimento solo nos interesaba conocer el aumento total por individuo.

Los cerdos fuerón areteados al principio del estudio -- con el fin de identificarlos más fácilmente, así como también se tomarón datos de sus características generales para identificarlos en caso de pérdida del arete.

Los dos tratamientos que se usarón fuerón:

Tratamiento 1.- Ración comercial con sorgo molido y

Tratamiento 2.- Ración comercial con sorgo hojueleado a vapor.

La ración comercial estaba compuesta por los siguientes ingredientes: 12% de concentrado, 11% de harina de trigo y 77% de sorgo.

El alimento se preparaba en la misma granja, el sorgo - molido se preparaba ahí mismo y el alimento hojueleado se traía de la compañía Forrajes y Engordas Técnicas que está localizada en el municipio de Ramos Arizpe Coah.

Las hojuelas se dejaban enfriar aproximadamente 4 horas después de preparadas para evitar pudriciones por humedad y ca lentamiento del sorgo.

Después de preparar el alimento balanceado, se almacena ba en costaleras y se guardaban hasta ofrecerlas a los anima--

les, los cuales tuvieron acceso al alimento ad-libitum en comederos de tipo automático, los cuales solo se les llenaban cuando estaban a punto de agotarse por lo cual solo se obtuvo el consumo total de alimento durante todo el experimento, dando como resultado una sola conversión alimenticia promedio por tratamiento.

El agua se ofreció en bebederos de tipo chupón estando este disponible todo el tiempo; el manejo en cuanto a vacunas, e higiene para los animales así como lavado de los corrales fue igual para los dos tratamientos.

Al terminar el experimento se observó una diferencia amplia entre los pesos de los machos y las hembras por lo cual también se analizaron estos datos.

Se hicieron pruebas de T para pesos iniciales para evitar diferencias significativas en peso iniciales, resultando estos iguales estadísticamente.

Con las diferencias totales de peso de cada unidad experimental se realizó un análisis de varianza con arreglo combinatorio para estudiar las siguientes causas: tratamiento, sexo, presentación del alimento e interacción.

El grosor que se utilizó en el hojueleado a vapor fue el de 1/32 de pulgada por ser el más indicado para la alimentación de puercos.

Para conocer el costo de producción de un kg. de sorgo hojueleado a vapor se estimaron los siguientes datos:

Costo depreciación de equipo empleado: tolvas para el cocimiento del grano, roladores para preparar la hojuela, ventilados para enfriar el producto, calderas para proporcionar vapor al grano, bodega, elevadores de aire negativo e instalaciones de maquinaria.

Costos de operación: electricidad, reparaciones, utilería, mano de obra, grano.

Costos variables: energía y reparaciones, interés por el grano, interés por capital de operación.

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo este experimento se puede observar lo siguiente:

Con respecto a los pesos individuales de los cerdos a través del experimento la Tabla 1 , muestra los pesos obtenidos cada semana por un período de 35 días, así como también el sexo de cada animal.

En cuanto a los aumentos de peso por semana, estos pueden observarse en la Tabla 2. Es importante notar que algunos son negativos en la primera semana, debiéndose esto al "stress" sufrido por los animales al ser cambiados de corral, rivalidad con nuevos compañeros, así como al cambio en la alimentación ya que no se dió tiempo de adaptación.

Debe observarse que el mayor aumento de peso promedio se obtuvo en la tercera semana, esta se pudo haber debido a la respuesta, al estímulo de las vitaminas que se les suministraron a ambos tratamientos.

En la Tabla 3 se muestran los pesos obtenidos por tratamiento por semana, así como los promedios y se observa un comportamiento similar para promedios generales, notándose también las diferencias de los pesos promedios totales, siendo mayor el tratamiento hecho a base de hojuelas al vapor en solo .5 kg. promedio por individuo lo cual reporta muy poca diferencia, siendo no significativa estadísticamente.

La Tabla 4 muestra los consumos y los aumentos totales por tratamiento, indica una conversión mejor en el orden de un 7% para el tratamiento con hojuelas, pudiendo ser este un indicio para experimentar en períodos de engorda más largos, ya que la diferencia podría ser significativa económicamente.

Uno de los factores que afectó grandemente la conversión alimenticia fué el "stress" provocado, ya que también se midió y esto la bajó, enmascarando en parte la capacidad de conversión de los animales que tienen un promedio en esa granja de 2.8 a 3.1 de eficiencia de conversión. Pero esto no influyó en los fines del estudio, ya que fué constante para ambos tratamientos, además se obtuvo un promedio de ganancia diaria de 500 kg. por individuo lo cual es normal para este tipo de explotación.

En el análisis de varianza ver Tabla 5 se observa diferencia significativa para sexo, lo cual nos indica una mejor conversión alimenticia de los machos.

En la Tabla 6 se presentan los costos por kg. aumentado siendo menor en el tratamiento con sorgo hojueleado, lo cual indica que aunque para aumentos de peso no hay diferencia significativa, es conveniente alimentar con hojuelas ya que es más económico. Esto es válido mientras no aumente el costo de procesamiento de las hojuelas.

Tabla 1.- Pesos semanales por individuo para cada presentación del sorgo. Pesos en kg.

TRATAMIENTO I Ración en Sorgo Molido

PI	1er.	2do.	3er.	4to.	5to.
72	71	76	81	85	90
71	71	75	81	84	88
75	71	78	85	90	96
69	71	74	81	85	89
74	67	73	85	89	93
75	76	77	83	85	90
69	69	74	80	85	89
74	75	81	92	99	101
64	67	72	78	81	87
68	67	73	78	83	86
71	74	82	91	98	101
64	58	62	70	75	82

TRATAMIENTO II Ración con Sorgo Hojueleado

75	73	78	87	92	96
72	71	74	87	85	89
75	77	81	87	93	98
73	79	76	80	86	91
69	72	77	86	90	95
72	74	78	86	91	95
74	73	80	87	93	97
69	65	71	79	83	86
69	76	79	79	88	93
75	77	81	82	93	99
74	75	81	87	91	95
71	73	74	81	83	86

Tabla 2.- Aumentos de peso semanales por individuo para cada presentación del sorgo pesos en kg.

TRATAMIENTO I Con Sorgo Molido

	1er.	2do.	3er.	4to.	5to.	TOTAL
- 1	5	5	4	5	18	
0	4	6	3	4	17	
- 4	7	7	5	6	21	
- 6	4	8	5	7	18	
- 7	6	12	4	4	19	
1	1	6	2	5	15	
0	5	6	5	4	20	
1	6	11	7	2	27	
2	3	7	4	4	20	
3	5	6	3	6	23	
- 1	6	5	5	3	18	
3	8	9	7	3	30	
Promedio por semana	- .75	5.16	7.33	4.5	4.42	20.5

TRATAMIENTO II Con Hojuelas de Sorgo.

2	5	9	5	4	21	
- 4	6	8	4	3	17	
- 1	3	3	- 2	4	17	
2	4	6	6	5	23	
1	2	4	6	5	18	
2	4	8	5	4	23	
- 1	7	7	6	4	23	
7	3	0	9	5	24	
2	4	1	11	6	24	
1	6	6	4	4	21	
3	5	9	4	5	26	
2	1	2	2	3	15	
Promedio por semana	1	4.1	6.5	5	4.33	21.0

Tabla 3.- Pesos totales y promedio para dos presentaciones --
del sorgo por semana pesos en kg.

	TRATAMIENTO CON SORGO MOLIDO		TRATAMIENTO CON -- SORGO HOJUELEADO.	
	Peso Total	Peso Promedio		
Peso inicial	846	70.50	868	72.33
1ra. Semana	837	69.75	880	73.38
2da. Semana	897	74.75	930	77.50
3ra. Semana	985	82.08	1008	84.00
4ta. Semana	1039	86.50	1068	89.00
5ta. Semana	1092	91.00	1120	93.33
Proteína-Peso Inicial.=Au-- mento total.	246	20.50	252	21.00

Tabla 4.- Conversión alimenticia obtenida en cerdos con dos --
presentaciones de sorgo.

	TRATAMIENTO CON SORGO MOLIDO	TRATAMIENTO CON SORGO HOJUELEADO
Consumo total de alimento	1049	1000
Aumento total	246	252
Conversión alimenticia	4.26	3.96

Tabla 5.- Análisis de varianza para aumentos de peso en cerdos.

CAUSAS	G.L.	S.C.	C.M.	F	F ₀₅	F ₀₁
Tratamientos	3	92.833	30.94	2.54 N.S.	3.10	4.94
a Sexo	1	80.666	80.666	6.622*	4.35	8.10
b Presentaciones Alim.	1	1.5	1.5	0.123 N.S.	4.35	8.10
ab Sexo-Presentaciones Alim.	1	10.667	10.667	0.875 N.S.	4.35	8.10
ERROR	20	243.667	12.18			
TOTAL	23	336.5				

C.V. = 16.8192%

* = Singnificativa

N.S. = No significativa

Tabla 6.- Costo por kilogramo aumentado en cerdos con dos presentaciones de sorgo.

	TRATAMIENTO CON SORGO MOLIDO	TRATAMIENTO CON SORGO HOJUELEADO
Consumo total kg.	1049	1000
Aumento total kg.	246	252
Costo por kg. de alimento \$	2.70	2.854
Precio por kg. de aumento \$	11.51	11.32

C O N C L U S I O N E S

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento y en base a los resultados obtenidos y analizados se --- puede concluir lo siguiente:

- 1.- El tratamiento hecho a base de hojuelas a vapor se comportó estadísticamente igual al tratamiento comercial en - - cuanto aumento de peso.
- 2.- Se encontró en ambos tratamientos diferencia significativa entre machos y hembras para aumentos de peso.
- 3.- La conversión alimenticia fué mejor para el tratamiento - con hojuelas, así como el precio por kg. engordado fué -- menor en este tratamiento.

R E S U M E N

El presente trabajo se llevó a cabo en la "Granja San - Lorenzo" localizada en el km. 2.5 carretera a Sto. Domingo en el municipio de San Nicolás de los Garza, N.L. Se trabajó con 24 marranos formando dos grupos con igual número de repeticiones.

Cada cerdo se tomó como una unidad experimental seleccionando al azar 6 hembras y 6 machos para cada grupo, siendo cada grupo un tratamiento. Se procuró que los demás factores permanecieran constantes y en igualdad de circunstancias para ambos tratamientos.

El objetivo del trabajo fué el de comparar dos alimentos balanceados uno con ración comercial conteniendo sorgo molido y el otro con la misma ración pero con sorgo hojueleado a vapor, evaluandolos por los aumentos de peso, eficiencia de conversión, así como por su economía.

La duración del experimento fue de 35 días empezándose el 8 de Febrero y concluyéndose el 15 de Marzo de 1978.

Para la evaluación del estudio se tomarón los pesos individuales al inicio del experimento y posteriormente cada 7 días. El consumo de alimento se estimó solamente al final del experimento.

El alimento se les proporciono en comederos automáticos de tal manera que se les llevaba cuando este estaba a punto de

agotarse permaneciendo ad-livitum durante los 35 días.

Al realizar la evaluación de las raciones se observó un comportamiento similar para ambos tratamientos, ya que aunque el tratamiento con hojuelas fue mejor aparentemente, no --- registro diferencia estadística. También se hicieron pruebas para estudiar las diferencias de peso entre machos y hembras --- resultando significativa.

Aun cuando en este experimento el tratamiento de hojuelas no demostró mucha diferencia con respecto al tratamiento normal, es posible que si se realizan experimentos con dura--- ción más larga pueda manifestarse una diferencia más amplia.

En base a los resultados obtenidos y en las condiciones en que se llevó a cabo este estudio, se puede concluir que el tratamiento con hojuelas al vapor no fue superior estadística--- mente al tratamiento con sorgo molido, pero que por su conver--- sión alimenticia y costo, es factible usarlo, ya que es más -- bajo el precio por kg. engordado.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Anon., Proc. 1959. Feed Production Scholl, Kansas City, Missouri.
- 2.- Anon., "Microingredients in Feeds - A Mixing Manual", 2nd Edition, Merck Sharpe and Dohme International, - New York, 1967.
- 3.- Anon., Feedlot, November, 1968.
- 4.- Anon., "Extruder Produces Flaked Grain Without Steam", -- Feedlot, May, 1969. p. 41.
- 5.- Anon., "Milo Processing Methods Compared", Feedlot, May - 1969, p. 21.
- 6.- Anon., "Pop", Feedlot, June, 1969, p. 24-25.
- 7.- Anon., "Feed Value of Milo Improved by Adding Moisture, - Rolling", Beef, June, 1969. p. 14.
- 8.- Anon., "Micronized Grain Slightly Better than Steam Flaked Grain", Feedstuffs, June 14, 1969, p. 59.
- 9.- Anon., "Triple "F" Develops soy Extruder Unit, Special Base Mixes", Feedstuffs, June 21, 1969, p. 1,8.
- 10.- Anon., "Mix-Mill Announces On-Farm Unit to Dry-Roast Soy beans", Feedstuffs, June 21, 1969, p. 68.
- 11.- Armstrong, W.A., "Receiving, Storing and Handling Dry --

- Microingredients", Proc. 11th Annual Feed Production School, Kansas City, Missouri, 1960, p. 81-83.
- 12.- Bartikoski, R.G. et al., "Pellet Mill Operators Manual".- American Feed Manufacturers Association, Chicago 1969.
- 13.- Beeson, W.M. et al., "Recent Developments and Trends in Beef Cattle Feeding", Proc. Annual Indiana Cattle Feeders Day, Purdue University, Lafayette, - March 28, 1969, p. 15-24.
- 14.- Beir, L.J. "Observations Concerning Hardness Testing and Formulation for Hardness", Proc, 1959 Feed Productions School Kansas City, Missouri, p. 146---149.
- 15.- Bender, W.L., "Aspects of Handling Liquid-Solid Premixing", Proc. 1959 Feed Production School, Kansas City, Missouri, p. 168-169.
- 16.- Berry, E.P., "Liquid Application of Micro-Nutrients", - - Proc. 1959 Feed Production School, Kansas City, Missouri, p. 110-112.
- 17.- Bloom, C. et al., "Particle Sizes for Additives to Animal Foods", Manufacturing Chemist, 24:371375 --- (1951).

- 18.- Bredt, R.R., "Grain Processing". Proc. 1956 Midwest - -
Feed Production School, Kansas City, Missouri, -
p. 119-124.
- 19.- Conrad, H.R. et al ., "Guidelines for Feeding Urea", - - -
Hoard's Dairyman, June 10, 1969, p. 685.
- 20.- Cook, D., "Dry and Steam Rolling of Grains", Proc. 1963
Pacific Northwest Feed Mill Production School, -
Seattle, Washington, p. 1-4.
- 21.- Eisenberg, S., "Colored Tracer Particles in ideal Systems
and In Feeds", Cereal Science Today, 7:106, 1962.
- 22.- Erwing, E.S., "Pressure Cooking Grain for Cattle Rations"
Feedstuffs, 38:60, February 19, 1966.
- 23.- Erwin, E.S., "Processing Grain for Cattle", Feedstuffs, -
39:29, February 18, 1967.
- 24.- Garrett, W.N. et al. "Steam Pressure Processing of Bar--
ley and Milo", California Cattle Feeders Day - -
Report, University of California, Davis, November
1967.
- 25.- Glista, W.A., "Dry vs. Liquid Additions", Proc. 1958 Feed
Production School, Kansas City, Missouri, p. 149
154.

- 26.- Grahek, J.L. "Pelleting Hard Pellets", Proc, 1954 Midwest Feed Production School, Kansas City, Missouri, - p. 52-58.
- 27.- Hale, W.H. "Recent Findings in Grain Processing for Cattle Feeds", Proc. Distillers Feed Research Council, 23:64, (1968).
- 28.- Hasting, W.H., "Premixing as Related to Equipment", Proc. 1959 Feed Production School, Kansas City, Missouri, p. 167-168.
- 29.- Hastings, W.H., "Distribution of Feed Particles During -- Mixing" Proc. 11th Annual Feed Production School Kansas City, Missouri 1960, p. 173-179.
- 30.- Hillier, J.C. and J.J. Martin. 1959. Growing and Finishing hogs with Free-Choke vs. complete rations; Pelleted vs Meal rations; ground vs. Whole milo - Okla. Agr. Exp. Sta. Misc Pub. M.P.-58.
- 31.- Hines, R.H., B.A. Koch and G.L. Allee. 1971. The value - of processing sorghum grain for finishing swine. Kan. swine In. Day Report. of porg. 181.
- 32.- Hoffman, E., "Non-Nutritive Energy Sparing Effects", Proc. 1969 Maryland Nutrition Conference, March 20-21, 1969, p. 99-109.

- 33.- Hotchkiss, C., "The Static Problem in Blending Operations"
Proc. 11th Annual Feed Production School, Kansas
City, Missouri, 1960, p. 91-93.
- 34.- Jensen, A.H., D.H. Baker and B.G. Harmon. 1965 Nutrition
Adequacy of M.T. for the Finishing pig. U. --
Anim. Sci. 2d.: 398.
- 35.- Johnson, D.E., J.K. Matsushima and K.L. Knox. 1968. Utili-
zation of flake vs. cracked corn by steers J. of
animal Sci. 27:1431.
- 36.- Konen, H.J., "Purchased Premixes vs. In-Plant Mixing", --
Proc. 1958 Feed Production School, Kansas City,
Missouri, p. 142-148.
- 37.- Kurnick, A. "Micro-Ingredients, A Macro-Problem", Proc. -
1963. Pacific Northwest Feed Mill Production - --
School, Seattle, Washington, p. 1-11.
- 38.- Larry G. Franks, James R. Newson, R.E. Rembarger and Ro-
bert Totusek. Journal of Animal Science Aug. --
1972.
- 39.- Mahoney, J.F., "Distribution and Compatibility of Micro-
Ingredients", Proc. 1959 Feed Production School,
Kansas City, Missouri, p. 169-170.

- 40.- Matsushima, J.E. et al; "Greater Feed Efficiency from - -
Flaked Corn", Feedstuffs, January 29, 1966, p. -
29.
- 41.- McBain, R., "Pelleting Animal Feed", Proc. A.F.M.A. 1966
Regional Feed Production Schools, Chicago.
- 42.- McLeod, R.F., "Bulk Feed-Weights, Shrinkage and Pellet --
Fines", Proc. 1958 Feed Production School, Kan--
sas City, Missouri, p. 93-98.
- 43.- Micronized and Steam Flake Sorghum Rations Evoluted in a
Comercial Feedlot". Departamental Technical Re-
port # 23. 1970.
- 44.- Neuman, A.L., "Nutritional Aspects of Pelleting Roughages,
Proc. 1959 Feed Production School, Kansas City,
Missouri, p. 158-159.
- 45.- Newson, J.R. et al., "Methods of Processing Milo For - - -
Fattening Cattle", Oklahoma Agricultural Experi-
ment Station Miscellaneous Publication Number 80
(1968).
- 46.- Parrett, N.A. et al., "Dry Reconstituted and Early Harves-
ted Grain Sorghum for Finishing Cattle", Texas -
Agricultural Experiment Station Report PR-2423 -
(1966).

- 47.- Pfost, H.B., "Criteria for Evaluating Feed Mixer Performance", Feedstuffs, October 29, 1966, p. 30.
- 48.- Pfost, H.B. et al., "Physical Characteristics of Feed Micro-Ingredients", Feedstuffs, November 12, 1966 p. 62.
- 49.- Pierce, J.G., "Practical Approach for the Medium Size Feed Mill", Proc. 1958 Feed Production School, Kansas City, Missouri, p. 137-141.
- 50.- Pierce, J.G. "Principles of Premix Blenders", Proc. 11th Annual Feed Production School, Kansas City, -- Missouri, 1960. p. 85-90:
- 51.- Poley, W.E., "High Molasses Feeds", Proc. 1956 Midwest -- Feed Production School, Kansas City, Missouri, p. 147-154.
- 52.- Reeve, R.M. et al., "Microscopic Structure of Popped Cereals", Cereal Chem., 46:227-241, May 1969.
- 53.- Riggs, J.K., "Moist Grain Sorghum for Beef Cattle", Paper Number 68-826, Winter Meeting, American Society of Agricultural Engineers, Chicago, December 10-13, 1968.
- 54.- Robinson, R. et al., "Methods Available for Improving Pellet Durability", Proc. 1962. Feed Production -

- School, Kansas City Missouri, p. 41-60.
- 55.- Roskamp, H., "Size Reduction of Grain With Roller Mills", Proc. 11th Annual Feed Production School, Kansas City, Missouri, 1960, p. 23-32.
- 56.- Shea, E.P. et al., "Effect of Particle Size Range on Mixing Efficiency, Proc. 1962 Feed Production School, Kansas City Missouri, p. 63-68.
- 57.- Smith, O.B., "Pelleting of High Molasses Pellets", Proc. 1954 Midwest Feed Production School, Kansas City Missouri, p. 38-45.
- 58.- Smith, O.B. "Factors in Conditionig Pellet Mash", Proc. 1959 Small Mill Short Course, Kansas City, Missouri, p. 27-36.
- 59.- Stegner, A.W. et al., "Problems of Bin Flow", Proc. 1962 Feed Production School, Kansas City, Missouri, p. 215-229.
- 60.- Stohrer, W.A., "Packaging", Proc. 1955 Midwest Feed Production School, Kansas City, Missouri, p. 40-44.
- 61.- Technical Report Number 19 Texas Agricultural Experiment. Station Texas A&M University p. 3.
- 62.- Totsuck, R. et al., "Methods of Grain Processing and the Effects on Feed Efficiency and Rate Grain", Proc. Oklahoma Cattle Feeders Seminar, Oklahoma State

University, Stillwater, February 6-7 1969, p. --
1-F to 10-F.

- 63.- Walker, H.G. et al., Preparation and Evaluation of Popped Grains for Feed Use' Proc. 54th Annual Meeting, American Association Cereal Chemists, Chicago, - April 27-May 1, 1969.
- 64.- Williams, M.A., "Pelleting of Hard Pellets", Proc. 1956 - Midwest Feed Production School, Kansas City, - - Missouri, p. 125-132.
- 65.- Williams, M.A. "Pellet Mill-Operation", Proc. 1958 Feed - Production School, Kansas City, Missouri, p. 183 188.
- 66.- Wornick, R.C. "Premixing Micro-Ingredients", Lecture Se-- ries Number 4, Chas. Pfizer & Co., Inc. Terre -- Haute, Indiana, 1956.
- 67.- Wornick, R.C. "Feed Pelleting and Its Effects on Micro-- Ingredients", Proc. 1959 Feed Production School, Kansas City, Missouri, p. 180-198.
- 68.- Wornick, R.C. et al., "Stability of Several Oleandomycin - Derivatives in Livestock and Poultry Feed Pro--- ducts", J. Agric. Food Chem, 10:286 (1962).
- 69.- Wornick, R.C. "Contamination of Feed Products and Its Con

- trol", Feedstuffs, 36:18, May 16, 1964.
- 70.- Wornick, R.C., "Problems in Mixing Animal Feed Products",
Trans. Amer, Soc. Agr. Engrs., 4:464-469, 1965.
- 71.- Wornick, R.C. "Interpretation of Micro-Ingredient Analy--
ses on Feed Products", Feed Products", Feedstuffs
39:18, April 22, 1967.
- 72.- Wornick, R.C., "Antibiotic Stability-A Review", Proc. - -
15th Annual Research Conference, Chas, Pfizer &
Co., Inc., New York, May 21, 1967, p. 54-90.
- 73.- Wornick, R.C. "Stability of Micro-Ingredients in Animal -
Feed Products", Feedstuffs, November 30, 1968, -
p. 25.
- 74.- Wornick. R.C., "Liquid Supplements for Livestock Feeding",
Chas. Pfizer & Co., Inc. New York, 1969.
- 75.- Wornick, R.C. et al., "Stability of Various Penicillin --
Sources in Animal Feed Products", J. Agr. Food -
Che,. 17:318 (1969).