

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
Facultad de Ciencias Agropecuarias.**



**TESIS EN OPCION AL GRADO ACADEMICO
DE MASTER EN AGRICULTURA TROPICAL
SOSTENIBLE.**

*El sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) en la
alimentación porcina en Villa Clara.*

Autor: Ing. Arturo Ramos Pérez de Alejo
Tutor: Dr. C. Orlando M. Saucedo Castillo

2011

AGRADECIMIENTOS

A mi compañero de estudios y tutor el Dr. C Orlando Saucedo por su preocupación constante por la calidad del trabajo que me ayudó a vencer dificultades diversas.

A los trabajadores del CECAP, por la ayuda brindada siempre , en especial de la capacitadora de la Empresa Porcina Clarivel que en todo momento me facilitó los medios para desarrollar las actividades necesarias en la ejecución del trabajo, y a gran cantidad de trabajadores de la empresa porcina que brindaron datos importantes de su labor diaria y que sirvieron en el presente estudio de manera decisiva .

RESUMEN

Se estudió la producción y consumo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench) durante el período comprendido entre los años 2005 al 2008 en las áreas agrícolas de los productores porcinos asociados por convenios con la Empresa Provincial Porcina Villa Clara con el fin de evaluar la influencia de este cultivo en la producción porcina de seis municipios de la provincia (Ranchuelo, Manicaragua, Placetas, Santa Clara, Cifuentes y Encrucijada). Se cuantificaron los indicadores de la producción agrícola de sorgo obtenidos en el período y se analizaron las relaciones existentes entre los aportes de materia seca, proteína bruta y energía digestible de la alimentación local y del sorgo en particular sobre la duración del proceso de ceba de cerdos en cada territorio y las

posibilidades económicas de este sector agrícola con relación a la producción de carne de acuerdo con las características de la producción porcina en dos fases. El sorgo está presente en todos los municipios en estudio en cantidades similares por año ocupando el segundo lugar entre las especies productoras de granos con el 4.8% del volumen total de alimentos aportados para el período analizado después del maíz con el 11%. El rendimiento en granos registrado (1.41tha^{-1}) es similar al reportado para el maíz y superior al resto de las especies graníferas con amplio espacio reportado de cosechas (todo el año). Es la especie de menor costo de producción por t de grano (\$1557.6). Referido al aporte de nutrientes el sorgo contribuye con el 11.9% del total de materia seca, el 21% de la proteína bruta y el 10.6% de la energía digestible consumida de los totales empleados. El aporte de nutrientes con el sorgo logra aportar \$185 856 en MLC por concepto de energéticos y \$108 662 en MLC por los niveles de proteínas que entrega pero los niveles máximos empleados (34.5% del total de la dieta municipal) distan mucho de las potencialidades del grano. Resultó el sorgo el grano de mayor producción energética por peso invertido en su producción (9.0Mjoules) demostrando sus posibilidades con respecto a otras fuentes de alimentos agrícolas. Se comprobó la influencia de los niveles crecientes de energía digestible y proteína bruta de la alimentación local sobre el período de duración de los procesos de ceba determinándose la existencia de correlaciones negativas para 95% de confianza entre ambos parámetros y la duración de la estancia de los animales en el proceso de ceba. Se reportaron menores tiempos de estancia con las raciones de mas altos costos por mayor calidad de las mismas.

INDICE

Introducción	1
Revisión Bibliográfica	3
1.1 El cultivo del sorgo	3
1.1.1 Origen y Diversificación.....	3
1.1.2 Importancia del sorgo a nivel mundial.....	5
1.1.3 El sorgo en la alimentación Humana y Animal.....	7
1.1.3.1 Alimentación Humana	7
1.1.3.2 Alimentación Animal	9
1.1.3.3 Influencia de los taninos del sorgo en la alimentación animal	13
1.1.3.4 Procesamientos adicionales aplicados al sorgo en la alimentación animal	16
1.1.3.5 Composición Química y valor nutritivo del grano de sorgo.....	17
1.1.3.6 Utilización del sorgo en la alimentación de los cerdos	18

Materiales y Métodos	23
2.1 Sistema de Información Estadística establecido por el Grupo Porcino Nacional (GRUPOR), MINAG. Información complementaria. (Validación).....	23
2.2 Determinación del Balance Alimentario Histórico de los productores porcinos por municipios	23
2.3 Análisis de los principales indicadores económicos	24
2.3.1 Costos de producción de los principales alimentos porcinos	24
2.4 Procesamiento Estadístico	24
Resultados y Discusión	26
3.1 Sistema de Información Estadística establecido por el Grupo Porcino Nacional (GRUPOR), MINAG. Información complementaria. (Validación).....	26.
3.2 Determinación del Balance Alimentario Histórico de los productores porcinos Por municipios	31
3.3 Análisis de los principales indicadores económicos	34
3.3.1 Costos de producción de los principales alimentos porcinos	34
Procesamiento Estadístico.....	35
Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Bibliografía	
Anexos	

INTRODUCCIÓN

La población mundial está afectada por el hambre y la desnutrición en más del 15%, siendo las causas mas importantes de dicha situación el aumento de los precios de los alimentos en el período 2007-2008 y la crisis económico financiera que ha afectado la capacidad de compra de la población. En tal sentido es necesario duplicar la producción agrícola mundial para lograr la seguridad alimentaría de la población mundial con un crecimiento esperado superior al 40% hasta el 2050. (FAO, 2008).

El cerdo es la especie de monogástricos con mejores posibilidades de ser manejadas por el hombre para contribuir a la seguridad alimentaria de la población por su alto nivel

de producción de carne anual de 1.5 -2.0 t por cerda (Alfonso,2010), Internacionalmente el sistema de alimentación más utilizado, está basado en el uso de cereales y en fuentes de proteínas, ambos rubros con grandes limitaciones agro ecológicas para la producción eficiente en el trópico donde habitan la mayoría de la población mas necesitada.La utilización mundial de sorgo como pienso en la alimentación animal tiene como principales escenarios Estados Unidos,Mexico,y Japón, seguidos por Argentina, los territorios de la antigua ex URSS, China y Venezuela. El National Genetic Resources Program de Estados Unidos estimó que la producción mundial de sorgo 2010/11 será de 64,07 millones de toneladas para todos los usos del cereal. En la alimentación porcina resultan ya clásicos trabajos como los de (Acurero y col,1983) relativos al uso del sorgo como fuente energética en la producción porcina.En Republica Dominicana se desarrolla un programa de sustitución de importaciones de maíz en la producción porcina mediante el empleo del sorgo.(Castellanos, 2007)

La Republica de Cuba no escapa a la necesidad de incrementar las fuentes de alimentos necesarias para su población en especial la producción de proteínas de origen animal, esto hace que las probables soluciones estén en correspondencia con los intereses de la comunidad internacional y sea el cerdo una especie fundamental de la satisfacción de estas necesidades donde no es posible evitar los retos que la misma presenta. La anterior situación obliga al desarrollo de las producciones locales de alimentos, teniendo como premisas la facilidad de estos de adaptación a las condiciones cambiantes del medio ambiente a las que deben estar unidas la economía de recursos en su agrotecnia y una favorable disponibilidad de nutrientes que le permitan ser un adecuado sustituto de los alimentos de máximo empleo en la producción porcina nacional , con destacada adaptación a la producción sostenible de granos con bajos insumos, unido a sus características de fuente energéticas y proteicas (Vadell,2008).En tal sentido el Ministerio de la Agricultura (MINAG) mediante el Grupo Porcino Nacional desarrolló un Programa Nacional de Sorgo que posibilita la obtención de 28000 toneladas de granos en 14 000 ha a sembrar con productores individuales de todo el país,.En Villa Clara mediante colaboración estrecha con la Universidad Central “Marta Abreu” y la Empresa Porcina se trabaja en este sentido basado en la vital importancia que representa el sorgo en la alimentación porcina y la necesidad de

contribuir a la seguridad alimentaria de nuestra población, por las razones anteriores nos planteamos la siguiente hipótesis:

“Si se evalúa el sorgo y otras fuentes de alimentación porcina es posible determinar incrementos productivos en el sector no estatal en la provincia de Villa Clara”

Objetivo General.

1. Evaluar la influencia del sorgo en la producción de carne porcina en el sector no estatal en la provincia de Villa Clara.

Objetivos Específicos.

- 1 Valorar la producción de sorgo y su utilización en la alimentación porcina en seis municipios de la provincia de Villa Clara.
2. Evaluación del aporte en energía, proteína y materia seca del sorgo y otras especies en convenios porcinos de ceba comercial para la producción de carne de cerdo.
3. Determinar los principales indicadores económicos del sorgo en la alimentación porcina de los convenios de ceba comercial.

Capítulo 1. Revisión Bibliográfica.

1.1 El cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)

1.1.1 Origen y diversificación.

El sorgo es una especie que pertenece a la amplia familia de las gramíneas actualmente denominada Poaceae y su clasificación es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia:Panicoideae

Tribu:Andropogoneae

Género:*Sorghum*

Especie: *bicolor*

Nombre científico: *Sorghum bicolor* L, Moench)

Hasta el año 1950, los genotipos de sorgo cultivados en los Estados Unidos fueron seleccionados de mutaciones y cruzas naturales y artificiales, para el cultivo y cosecha mecanizadas. Con el descubrimiento de la androesterilidad citoplasmática por Stephens y Holland en 1952, fue posible el desarrollo de semilla híbrida con alto nivel de heterosis. (Purseglove, 1972). Poco después, nuevos híbridos y líneas fueron desarrollados y se inicio la distribución de semilla híbrida en el año 1956, llegando a México y Argentina en 1957. Desde entonces, la producción de sorgo como grano ha sido muy importante en América Latina. (Compton ,1990.)

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en la India en el siglo I d. c., esculturas que lo describen se hallaron en ruinas Sirias de 700 años a.c. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África Central -Etiopía o Sudán-, pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad de tipos. Esta diversidad disminuye hacia el norte de África y Asia. Existen ciertas evidencias de que surgió en forma independiente tanto en África como en la India. De hecho en estas regiones y también en China, es un alimento básico en la dieta de millones de personas. La llegada del cereal a varias partes del hemisferio occidental fue a través del comercio de esclavos. Al principio, los tipos guinea criollos, sensibles al fotoperíodo fueron llevados a América Central provenientes de África Occidental, Central y Sur, como alimentos para esclavos, durante el siglo XVI Aunque el sorgo llegó a América Latina a través del comercio de esclavos y traído por navegantes de la ruta de comercio Europa- África-América Latina en el siglo XVI, el cultivo no cobró importancia sino hasta el pasado siglo XX. Algo similar ocurrió con el sorgo en Australia. Ya para 1900 el sorgo granífero se había establecido en las Grandes Planicies y en el estado de California en Estados Unidos. (Compton, 1990_)

El sorgo es el segundo cereal más importante después del maíz en el África al sur del Sahara. En América Central y del Sur, se cultiva en las partes más áridas de México, El

Salvador, Guatemala, Nicaragua, las zonas bajas áridas del interior de la Argentina, las regiones áridas de la Colombia septentrional, Venezuela, Brasil y Uruguay. En América del Norte, el sorgo se cultiva en partes de las llanuras centrales y meridionales de los Estados Unidos, donde la pluviosidad es escasa y variable. Kansas, Texas, Nebraska y Arkansas son los principales estados productores, contribuyendo a un 80 por ciento de la producción total de los Estados Unidos. En Asia, el sorgo se cultiva extensamente en la India, China, Yemen, Pakistán y Tailandia. (Domínguez y col, 2006).

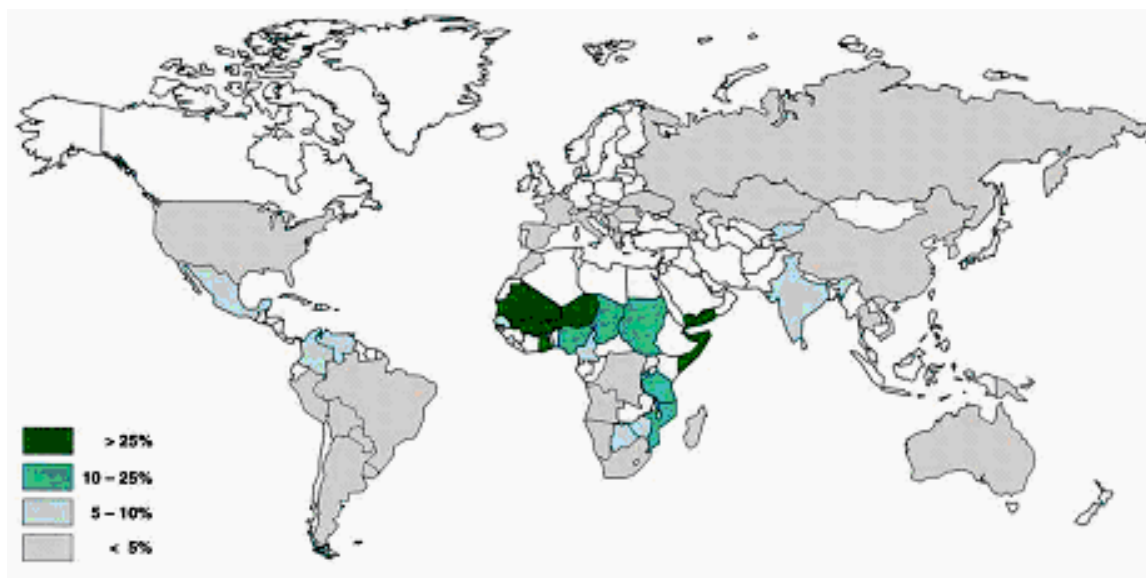


Fig. 1. Superficie mundial cultivable de sorgo (%).

Después del descubrimiento de América por los europeos, el sorgo se introdujo en el continente durante las inmigraciones de esclavos de origen africano, quienes traían consigo el sorgo como alimento. Cuba posiblemente debió ser uno de los puntos geográficos iniciales de entrada de esta especie en América, de lo cual desafortunadamente no se posee una constancia histórica, aunque ya en 1929 en la revista Tesoro del Agricultor Cubano aparece citado en varios párrafos como fuente de forraje habitual del ganado vacuno en el país. Mediante el apoyo de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, en la provincia de Villa Clara durante 1989 se sembró para la cosecha de granos en la empresa pecuaria “Macún” de la actual provincia de Villa Clara, con semilla importada procedente de Nicaragua; es necesario señalar que de 1975 a 1980 instituciones científicas nacionales, introdujeron variedades de sorgo, no presentándose la diversidad genética requerida para lograr

consolidar los programas de mejoramiento genético con todas las modalidades metodológicas que para estos casos se requieren. (Saucedo y col, 2006). En 1986 la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, estableció un convenio de intercambio académico general con la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL), introduciéndose en tal sentido en el país el germoplasma básico con amplia variabilidad genética, que permitiera establecer la totalidad de los enfoques y metodologías existentes en el mejoramiento genético del sorgo dirigido a producir tanto variedades de polinización libre del tipo de líneas puras, como variedades híbridas para la producción de grano, doble propósito y forraje. (Saucedo y col, 2006)

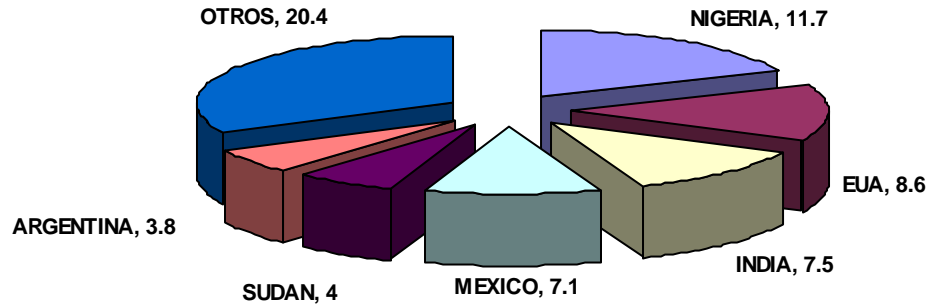
1.1.2 Importancia del sorgo a nivel mundial.

La producción de sorgo en Norteamérica Sudamérica, Europa y Australia, se destina principalmente para alimento animal; aunque en Asia, África, la ex URSS, China y América Central, el grano es importante como alimento humano básico. (FAO, 1989). El empleo de cereales para alimento animal ha sido un elemento dinámico en el momento del consumo global de sorgo. Su demanda ha constituido la principal fuerza motriz para elevar la producción mundial y el comercio internacional a partir de principios de los años sesenta. La demanda se halla fuertemente concentrada en los países desarrollados, donde supone un 97 por ciento del empleo total y en algunos países en desarrollo de ingresos superiores, especialmente en América Latina, donde el 80 % de todo el sorgo producido se emplea para consumo animal. (National Genetic Resources Program. 2008)

Dentro de las nuevas tendencias y oportunidades de negocio del sorgo se encuentra su producción para la fabricación de combustibles renovables. El 12% de la producción de sorgo de los Estados Unidos es destinado a la producción de etanol. Otra tendencia es utilizar los almidones del grano para obtener plásticos biodegradables que pueden sustituir a los plásticos derivados del petróleo.

Uno de los principales destinos del sorgo es Europa, donde el consumo aumenta anualmente y cuenta con una valoración especial por su condición de no transgénico, seguido por Japón, México y Chile

La producción mundial de sorgo se encuentra distribuida según la figura 2.



.Fig.2. Producción mundial de sorgo 2010-2011.(UM. Millones de t)

Los usos industriales del sorgo incluyen madera laminada y materiales biodegradables para empacar. ADM, uno de los consumidores más grandes del grano de sorgo para la madera laminada procesa millones de kilos por año de este grano a través de sus plantas en el centro de los Estados Unidos.

El consumo de sorgo per cápita es elevado en países o en algunas regiones de esos países donde el clima no permite la producción económica de otros cereales y donde los ingresos per cápita son relativamente bajos tales como los países que limitan con las franjas meridionales del Sahara, en particular Etiopía y Somalia, donde el consumo medio nacional per cápita de sorgo puede llegar hasta los 100 kg. anuales. Otros países con un consumo notable per cápita son Botswana, Lesotho, Yemen y algunas provincias de China o estados de la India. En la mayoría de los países, el consumo de sorgo para alimentación humana es relativamente pequeño en comparación con el de otros cereales. Más del 15 % del uso alimentario total del sorgo se da en países de África y de Asia. En África, el consumo humano representa casi tres cuartas partes de la utilización total. En el continente asiático, China y la India contribuyen a un 90 por ciento del consumo total de la región en alimentación).

1.1.3 El sorgo en la alimentación humana y animal

1.1.3.1 Alimentación humana

El sorgo ha sido utilizado por la civilización humana desde tiempos remotos, y en la actualidad se mantienen costumbres y se forman nuevas modalidades de consumo para la fabricación de cerveza así como para la obtención de almidón, alcohol y glucosa. En diferentes países se utiliza la harina de sorgo, sola o en composición de harinas compuestas para la fabricación de galletas, alfajores, bizcochos, pan, y otros.

La harina de sorgo se puede mezclar con la de trigo (*Triticum aestivum* L.) y centeno (*Cecale cereale* L.) en distintas proporciones. En mezclas de hasta 30% para la fabricación de pan, y hasta un 25% en la elaboración de masitas resultan con aroma, color, textura crocante y más sabrosas que las elaboradas con 100% de trigo.

En muchos países de Asia y África se utiliza para la elaboración de panes, tortitas o chapatis (India) a partir de la harina de trigo o de maíz mezclada con sorgo generalmente blanco. En México y Centro América (especialmente Honduras) se elaboran tortillas de maíz mezcladas con harina de sorgo. La mezcla le da a las tortillas un color amarillento o bien rojizo, ya que el endospermo de las variedades de sorgo utilizadas es rojizo o amarillo. La calidad alimenticia de estas variedades ha sido intensamente estudiada. En Etiopía se elabora un pan a base de sorgo fermentado denominado Injera. La cerveza del tipo Lager lleva entre sus ingredientes, además de la tradicional cebada, sorgo germinado y malteado.

En la industria alimenticia, se utiliza para la elaboración de grasas y aceites comestibles, almidón, dextrinas, dextrosas y otros productos. En China elaboran diferentes bebidas alcohólicas preparadas a partir del sorgo o su zumo fermentado, en este país, la principal aplicación de este grano está dirigida a la producción de alcoholes y aguardientes.

El grano de sorgo está generando mucho interés en el escenario de la comida sana, por que la harina de grano de sorgo, no contiene gluten. Esto es muy importante para aquellas personas intolerantes al gluten (condición celíaca). El sorgo contiene un alto

contenido de antioxidantes (que ayudan a prevenir el cáncer) y fibra insoluble (lenta digestibilidad), con cantidades relativamente pequeñas de fibra soluble. (Marcelo, 2006). La proteína y el almidón del endospermo del sorgo son digeridos más lentamente si se les compara con otros cereales. .

El sorgo forma parte importante de la dieta básica de millones de personas en China, la India y África. En Tanzania se consume el ugali, una papilla espesa compuesta por harina de sorgo, maíz, mijo, o mandioca. También en Botswana, el bogobe (gachas), hecho con mabele (sorgo), es un alimento básico, que se sirve ligero y a menudo agrio, en el desayuno, y espeso en la comida y en la cena. Muchas personas lo toman en forma de té, (mageu una bebida espesa de sorgo) en el desayuno. Según (Truscott, 1986) el sorgo se encuentra dentro de los cereales indígenas del África Tropical, El CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) de El Salvador en cooperación con INTSORMIL está llevando a cabo un proyecto para promover el uso del grano del sorgo para la producción de la harina por la gran industria panificadora. El programa de fitomejoramiento de sorgo en colaboración con el laboratorio de Tecnología de Alimentos ha desarrollado variedades que producen una harina de sorgo con características físicas y químicas necesarias para reemplazar al trigo como la principal fuente de harinado acuerdo con el Instituto de Sorgo y Millo (INTSORMIL, 2006).

1.1.3.2 El sorgo en la alimentación animal

El sorgo es uno de los cereales más importantes del mundo. El empleo de cereales como alimento animal ha sido un elemento dinámico en el momento del consumo global de sorgo. Su demanda ha constituido la principal fuerza motriz para elevar la producción mundial y el comercio internacional a partir de principios de los sesenta. La demanda se halla fuertemente concentrada en los países desarrollados, donde supone un 97 por ciento del empleo total y en algunos países en desarrollo de ingresos superiores, especialmente en América Latina, donde el 80 por ciento de todo el sorgo producido se emplea para consumo animal. Los Estados Unidos, México y el Japón son los principales países consumidores, seguidos por la Argentina, los territorios que fueron de la Unión Soviética y Venezuela. Estos países absorben conjuntamente más

del 80 por ciento de la utilización mundial de sorgo para consumo animal Internacionalmente (National Genetic Resources Program. 2010)

En la alimentación animal se han obtenido resultados positivos con el grano de sorgo de alta humedad ensilado ó preservado con ácido propionico empleado en pollos broilers (Perez y col,1969) cuando compararon los tratamientos siguientes :

A)Secado a una temperatura de 100 °c durante 48 horas

B) Ensilado durante 21 días bajo condiciones anaeróbicas

C) Tratado con ácido propionico a razón de 12.2 kg /T y almacenado aeróbicamente.

Fueron mezcladas dietas de cebsa utilizando los tres tipos de granos al nivel de 60.5% de materia seca siendo constantes los otros factores .Para evaluar fueron utilizados pollitos machos Cornish x Plymouth Rock y la prueba duró 63 días . El sorgo ensilado registró peso vivo superior , menor consumo de materia seca y eficiencia de conversión superior. En el almacenaje del sorgo húmedo tratado con acido propionico no existieron problemas de fermentación

Se plantea por Borstein.y Bianka.,1971 que la suplementación con metionina logra mejorar los resultados de las dietas con sorgo. De acuerdo con trabajos citados por Nebraska Grain Sorghum Board,1999 estudios con pollos broiler han demostrado que los resultados con raciones en base a sorgo en grano son iguales, e incluso un poco mejores, que las raciones con maíz . El sorgo en grano puede contribuir con mas de un tercio de la proteína cruda que necesitan los pollos, ya que el valor calórico del sorgo en grano es casi dos a tres por ciento mas bajo que el maíz, la adición de grasa debe incluirse en la ración. El empleo del sorgo con zeolita ó azúcar en dietas para pollos de engorde fue evaluado por (Rodríguez.,1991). en un experimento con pollitos de engorde utilizando 4 tratamientos isoenergéticos e isoproteicos :

T₁ . Testigo con pienso formulado con maíz y trigo

T₂. Sorgo como único cereal

T₃. Sorgo con 7% de azúcar

T₄. Sorgo con 3-4% de zeolita

Se reportaron diferencias significativas a los 49 días de edad para peso vivo de los machos y hembras ($p < 0.001$) a favor del pienso con azúcar ó zeolita ; para el consumo

,conversión y viabilidad todos los tratamientos fueron iguales. Castro y col, 2000 compararon el contenido de energía metabolizable (em) en variedades de sorgo cultivadas en la región central de Cuba, determinando la digestibilidad de nutrientes en experimentos de balances realizados con pollos de ceba. Los resultados de esta investigación mostraron que las variedades de sorgo con bajo contenido de taninos tienen un mayor contenido energético que las variedades ricas en taninos y que el contenido energético puede ser determinado por varios métodos sin que se presenten diferencias estadísticamente significativas. Cualquier color de sorgo en grano puede usarse, ya que investigadores de la Universidad de Nebraska, 2009 demostraron poca o casi nula correlación entre el valor nutricional y el color del grano, los autores afirman que las mejores raciones para aves incluyen sorgo en grano, que es molido con un molino de martillo para obtener la mejor partícula digestible. Una dieta local basada en productos nacionales fue evaluada en la provincia de Las Tunas por Castillo y col, 2006 combinando el sorgo variedad UDG 110 al 60% de inclusión en una formulación para sustituir todo el trigo del pienso comercial y hojas de leucaena (*Leucaena leucocephala*) expuestas al sol durante 72 horas y molinadas representando estas el 6% del pienso confeccionado, el resto de los componentes era similar al pienso comercial que se utilizó como control. La ración por ave fue de 112 gramos por día ofertada en dos partes. Los indicadores evaluados de producción y peso de los huevos al igual que la variación del peso vivo fueron favorables al tratamiento experimental que mostró las posibilidades de las producciones locales de alimentos como alternativas a los problemas de la adquisición de materias primas importadas.

Relativo al ganado vacuno la producción de leche utilizando el sorgo forrajero en pastoreo fue evaluada en Cuba por Ugarte y col, 1976 empleando vacas mestizas Holstein- cebú evaluadas por medio de un diseño switch back donde se compararon: A) Pasto Guinea. B) Guinea mezclada con sorgo, C) Guinea suplementada con 0.5 Kg de concentrado por litro producido después del 6^{to} litro. La producción de leche fue significativamente más alta (9.19, 9.76, y 11.72 litros para A, B y C respectivamente al suministrar concentrados; no existieron diferencias para guinea y guinea más sorgo. No fue afectado el crecimiento del sorgo por la competencia de la guinea y otros pastos. El sorgo en grano significa más ganancia para el productor lechero. Estudios en las Universidades de Nebraska y de Arizona, 1999 concuerdan en que el uso de sorgo

en grano es un ingrediente clave para mejorar las ganancias en la producción de leche. Las investigaciones han demostrado que al alimentar vacas lactantes con sorgo en grano procesado adecuadamente, producen mas leche con mayor contenido proteico. Incrementos en la proteína láctea son particularmente importante, ya que los precios de la leche internacionalmente están basado principalmente en el contenido de proteína.El procesamiento es clave en la industria lechera cuando se utiliza sorgo en grano. Los estudios han demostrado que el sorgo en grano molido fino o en hojuelas es buen negocio para los productores lecheros. Según las investigaciones, el sorgo en grano molido finamente promueve altos contenidos de proteína y porcentajes de sólidos no grasos, como lo hace el grano de maíz molido finamente. El grano de sorgo molido finamente tiene un menor impacto sobre la digestión de fibras en el rumen, en comparación con el maíz.. En el ganado vacuno para carne el interés sobre el uso del sorgo como el componente del cereal en dietas totalmente de concentrados se originó a partir del trabajo de (Durhan ,1968) en Texas. Es de significar que sobre el uso del ensilaje del sorgo (Preston. y Willis.,1969) reportan que en 21 trabajos realizados con ganado de ceba en los Estados Unidos el valor de mejoramiento de conversión al ensilar el grano de sorgo de alta humedad fue de un 10%..En Argentina De León, y col,2001 emplearon el ensilaje de sorgo como dieta básica valorando como fuentes de concentrados proteicos la harina de girasol,harinade algodón ,estas dos combinaciones con urea y la urea sola comparándolas con un testigo de ensilaje de sorgo en novillos Aberdeen Angus ,encontraron que la corrección proteíca mejoró respecto al testigo y los resultados mas positivos son los obtenidos con el empleo de la harina de girasol con y sin urea, entonces concluyeron que empleando una fuente de proteína verdadera de menor degradabilidad ruminal son mas adecuadas las conversiones de alimentos en carne. En Uruguay valoraciones del sorgo en pastoreo para ganado de carne han tenido buenos resultados; en estudio conducido por Vaz Martin, y col ,2001 fueron evaluadas diversas variedades de sorgo: Sudangrass, E Comiray (*Sorghum sudanense*) y dos hibridos , NKSordan Y Nk 300 (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanense*). Las intensidades de manejo fueron dos alturas de entrada al pastoreo: bajo 60cm y alto 1m. Se midieron la ganancia en peso vivo, altura del forraje, forraje disponible, forraje residual y la relación hoja /tallo. La disponibilidad y altura del forraje fue superior en el manejo alto. La relación hoja/tallo fue superior en el manejo bajo, el número de pastoreos fue mayor en el manejo bajo, dentro de estos en el sudangrass .

No se encontraron diferencias ($P < 0,05$) en ganancia de peso vivo entre tipos de sorgo; el manejo bajo resultó superior en todas las variables estudiadas. El adicionar sorgo como grano a una ración terminal para ganado de carne tiene un poderoso efecto sobre la nutrición general. Investigaciones en nutrición de ganado de carne citadas en los estudios sobre la calidad del grano de sorgo de Nebraska en 1999 han demostrado que raciones terminales pueden ser mejoradas en forma importante simplemente adicionando sorgo como grano en combinación con otros granos. Este descubrimiento se llama "efecto asociativo positivo". Esto significa que la adición de sorgo en grano a una ración terminal fundamentada en maíz mejora la digestión de ambos granos, resultando en una ración mas efectiva y de menor costo. Los investigadores afirman que es como obtener "una ganancia extra con el mismo dinero". Las estadísticas muestran que el precio del sorgo en grano es un 87% con respecto al del maíz; reemplazando entre un 25% y un 50% del maíz en las dietas por sorgo en grano, el costo de ellas disminuye. Mejor aun, los estudios han demostrado que el rendimiento del ganado incrementa al alimentar a los animales con ambos granos, en vez de maíz sólo. El maíz y el sorgo en grano, actuando en conjunto, mejoran la eficiencia alimenticia, ganancia de peso y el rendimiento general en el feedlot. El valor nutritivo del forraje de sorgo para rumiantes fue cuantificado por Cáceres, 1982 en ensayos realizados con el empleo de carneros (*Ovis aries*) en diferentes épocas y edades del forraje, se utilizó un nivel de fertilización de 60 Kg. de nitrógeno ha^{-1} corte en pruebas realizadas de continuo con 7-10 días de adaptación y 5 de medición donde se ofertó el forraje ad libitum con 10-15% de rechazo. La edad del forraje tuvo un efecto notable descendiendo la proteína bruta de 12% a los 35 días hasta cerca de 7% a edades entre 70-77 días. La digestibilidad de la materia seca de 70% en edades jóvenes pasó a menos del 60% en estados mas avanzados. El consumo de materia seca (MS) alcanzó $60g.kg^{-0.75}$ de peso vivo a 35-49 días y 50 g ó menos a partir de 63 días. El momento de utilización mas adecuado resultó entre 42-56 días de edad

1.1.3.3. Influencia de los taninos del sorgo en la alimentación animal

El sorgo muestra propiedades satisfactorias para la alimentación de las aves, no obstante la presencia de taninos en su composición química ha sido objeto de numerosos estudios. (Chan y Fuller, 1964) determinaron una disminución de la digestibilidad de la proteína bruta en sorgos con diferentes contenidos de taninos. En

adición a lo anterior (Nelson y col, 1975) señalaron que en sorgos con altos contenidos de taninos disminuye la digestibilidad de la materia seca y la retención de nitrógeno, demostraron que estos sorgos poseen menos valor de energía metabolizable que aquellos con bajo tenor de taninos. (Hagerman. y Butler,1978). señalan que la afinidad de los taninos por las proteínas esta dada por algunas características que deben reunir estas y que se corresponden con 1) proteínas de gran tamaño 2) estructura laxa 3) alta proporción de aminoácidos hidrofobicos 4) alto contenido de Prolina. Siendo esta última la característica mas correlacionada con la afinidad de los taninos condensados además del tipo de formación de puentes de hidrogeno con los grupos fenolicos de los taninos. Méndez,1984 investigando esta misma temática concluyó que los valores de energía metabolizable de los diferentes tipos de sorgo correlacionan negativamente con el contenido de taninos. Hahn y col ,1984 sostiene que la capacidad de los taninos para unirse a las proteínas va a depender del grado de polimerización y del número de grupos fenólicos, así como también de la calidad de la proteína. La formación de este complejo va a repercutir negativamente en la calidad y digestibilidad de las proteínas y de los aminoácidos , el contenido de energía metabolizable y en la excreción del nitrógeno fecal , lo cual se traduce en una depresión del crecimiento de los animales. Hagerman y Butler,1978 obtuvieron buenos resultados en dietas de sorgo con maíz ó trigo en las condiciones de Cuba y plantean que su contenido en taninos se debe controlar así como cubrir los requerimientos de metionina y lisina en la dieta para pollos de engorde. La presencia de taninos se hace bastante común en muchas variedades de sorgo en la alimentación de aves en Venezuela (León,1990) .Los efectos nocivos de los taninos sobre el crecimiento de ganado y aves, están relacionados con la acción del ligamiento de estos polifenoles con la proteína. Sin embargo, la reconstitución (remojo) del grano quebrado, puede resultar en una reducción en el nivel de taninos y una mayor eficiencia alimentaria y digestibilidad de la materia seca proteína y almidón. Compton, 1990, estableció que cuando se quiebra y se prensa con vapor el grano de sorgo en la preparación de alimento para ganado, este grano puede reemplazar completamente cualquier otro cereal usado como alimento animal, sin efectos nocivos en cerdos, aves o ganado vacuno para carne. En cerdos el nivel de taninos en el sorgo puede ser un factor que incide en la digestibilidad de la dieta, y en índices zootécnicos de interés económico, sobre este tema Leiva y col, 2004 utilizando el concentrado proteico vitamínico Nuprovim-9, (harina de soya, y sorgo

amarillo o blanco), sustituyendo éste por diferentes por cientos de sorgo morado o rojo encontraron que la materia seca(MS) de las heces mejoró al incluir en la dieta el sorgo morado (alto en tanino). Por otra parte, los índices de digestibilidad y los rasgos de comportamiento estudiados, se mantuvieron dentro de los rangos permisibles para esta categoría y este sistema de alimentación con miel final

Los niveles de utilización del sorgo según (Feedstuffs 1999) para el nivel de taninos se presenta están en la tabla 1 que continua:

Tabla1. Clasificación del sorgo en base a su % de taninos y % de utilización en dietas para cerdos (Desarrollo y Terminación)

tipo	% en taninos	nivel de uso %
bajo	menor a 0.4	70 – 80%
medio	de 0.4 a 0.8	20 – 40%
alto	mayor a 0.8	15 – 25%

La presencia de taninos puede reducir la eficiencia alimentaria hasta en un 30% en aves y porcinos, pero hay varios métodos físicos y químicos que permiten minimizar sus efectos antinutricionales. Una técnica es la de suplementar con proteína adicional, como por ejemplo, alfalfa o subproductos de la industria aceitera y de la fermentación. El agregado de proteínas a la dieta sirve principalmente como agente ligador para los taninos. También puede desactivárselo utilizando los aparatos desactivadores de soja por vapor. En esta caso, los granos una vez calentados y humedecidos pasan por unos rolos que los aplastan formando copos u hojuelas. Esta operación rompe toda la estructura del grano, favoreciendo la acción de los jugos digestivos. (Feresin , 2007)

La posibilidad de que los taninos formen complejos con proteínas de origen endógeno que aflorarían como barrera natural a la acción de los taninos fue estudiada en Venezuela por Jaramillo. M y col, 1995, la investigación fue conducida hacia el estudio de los siguientes objetivo: 1) Determinar la digestibilidad del nitrógeno/: aparente (DAN)

y verdadera (DVN) de algunos cultivares de sorgo granífero altos en taninos (AT) producidos en el país y correlacionar la DVN con los respectivos niveles de taninos.

2) Estudiar el posible efecto de adaptación a la acción de los taninos, en aves, y su influencia sobre la DAN de los cultivares de sorgo en estudio. Se evaluó la digestibilidad aparente del nitrógeno(DAN) y la digestibilidad verdadera(DVN) en dos cosechas. La DAN de los cultivares de sorgo CH-3, NKSAV-5 y P816-B de la Cosecha1 (C1) y Cosecha2 (C2) fue similar ($P \leq 0,05$) entre cultivares de cada cosecha; presentando valores inferiores ($P \leq 0,01$) a los encontrados en el maíz. Las comparaciones de la DAN dentro de cultivar procedente de cosechas distintas, mostraron diferencias ($P \leq 0,01$) para cada uno de los cultivares; la cual fue de 17 a 22% superior en los cultivares de la C2 con respecto sus homólogos de la C1. Estos resultados pudieran estar directamente vinculados con el grado de reactividad de la molécula de Taninos condensados (TC) .La DAN en aves que consumieron una dieta previa "libre de TC" fue significativamente ($P \leq 0,01$) mas baja que la obtenida cuando esta condición no fue dada ; pudiendo ser un indicio de manifestación de adaptación a la acción de los taninos

.

1.1.3.4 Procesamientos adicionales aplicados al sorgo en la alimentación animal

Con el objetivo de aumentar su valor alimenticio este tema ha tenido en el sorgo una fuente de estudio, Muchos investigadores han reportado mejoramientos significativos en la eficiencia alimenticia cuando utilizan granos procesados. Con este procesado se observan mejoramientos ligeros en la cantidad total de proteína y de almidón de los granos digeridos a lo largo de todo el tracto digestivo de rumiantes y monogástricos. De ahí la importancia del procesado de los granos, particularmente del sorgo. El principal propósito de cualquiera de los diversos métodos de procesamiento es incrementar la tasa de solubilidad y digestibilidad del almidón. Estos cambios en el sitio de digestión del almidón se reflejan en un mejoramiento de la eficiencia alimenticia y en una reducción del costo por cada unidad de aumento de peso(Richarson.1995).Para valorar formas de presentación del sorgo en la dieta de cerdos en crecimiento-ceba (Chávez y col, 2006) compararon tres tratamientos consistentes en:

- 1) Alimentación seca
- 2) Alimentación Húmeda
- 3) Sorgo tratado térmicamente

En los tres casos se empleó un concentrado comercial reconocido con la adición de sorgo en las tres formas de presentación que se evaluaron. Concluyeron que el proporcionar sorgo tratado térmicamente en la etapa de engorde del cerdo mostró una ventaja significativa con respecto al resto de las formas evaluadas además de proporcionar beneficios económicos ya que permitió un 16.9% de ahorro en los costos de alimentación. Sobre otros aspectos de procesamiento en cuanto al valor nutricional del grano de sorgo tratado por procesos mecánicos y térmicos destinado a la alimentación de cerdos se realizó un trabajo en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UNL Pam en Argentina (Pattacini, y col ,2008) donde se analizaron 32 muestras (N), distribuidas de a ocho (n): maíz crudo (1), sorgo molido (2), sorgo tratado por cocción laminado (3) y sorgo tratado por extrusión(4). Se evaluó la composición de taninos hidrosolubles y condensados, proteínas y aflatoxinas. Los sorgos procesados arrojaron valores aceptables de taninos. Aunque no pueda afirmarse que el procesado de los granos de sorgo, desactivan los taninos, sí puede enfatizarse de acuerdo a esta experiencia, que los procesos hidrotérmicos disminuyen sus valores más que la molienda propiamente dicha, incrementando así su valor nutricional. También marcaron valores menores a 20 ng de aflatoxinas por g de muestra, circunstancia que indica que estos procesos pueden mejorar el valor nutricional del grano al destruir eventuales factores antimetabólicos.

1.1.3.5 Composición química y valor nutritivo del grano de sorgo

Los sorgos maduros contienen de 0.9 a 6.0% de azúcares de bajo peso molecular, mientras que los inmaduros contienen aproximadamente 13%. El carbohidrato principal en todos los cereales, es el almidón y en el sorgo su contenido es de 32 a 79% con las variedades dulces mostrando un menor contenido de este polímero. El pericarpio contiene de 1,2 a 5,2% de celulosa y niveles bastante altos de hemicelulosa (pentosanas solubles en agua), la cual es importante en las paredes de las células y como material de cimentación entre células. En los sorgos y mijos la aleurona es una única capa que está inmediatamente debajo del revestimiento de la semilla o teste. Las células de la aleurona son ricas en minerales, vitaminas B, aceite, y también contienen

algunas enzimas hidrolizantes La textura del grano es uno de los parámetros más importantes que determina la calidad de elaboración y alimentaria del sorgo y del mijo. (Rooney y Col.,1986). El sorgo de endospermo duro cuando se descortezada da menos granos quebrados y más llenos que el sorgo de endospermo más blando (Desikachar, 1982). El aceite presente en el germen de sorgo es rico en ácidos grasos poliinsaturados y análogo al aceite de maíz. (Rooney, 1978). La lisina es el aminoácido más limitante. La metionina es deficiente en sorgos altos en polifenoles por la reacción entre metionina y polifenoles (Singh y Axtell, 1973); (Hassen y col., 1986); (Hoseney y col., 1987). En el grano de sorgo la mayor concentración de proteína esta en el germen, sin embargo, el endospermo hace el más importante aporte a la proteína total del grano,(Hubbard y col.1950); (Pizzuto, 1986). Esta proteína está constituida fundamentalmente por las fracciones kafirina y glutelina, las cuales tienen los menores contenidos de aminoácidos esenciales. (Guiragossian y col.,1978); (Pons, 1986) .De acuerdo con (Luis y col ,1982) el contenido de aminoácidos del sorgo es mas bajo en arginina ,lisina , metionina , glicina, y tirosina que el maíz pero es mas alto en histidina ,leucina,fenilalanina,serina y valina. En cuanto a el valor de la energía metabolizable en aves fluctúa entre 3.18 y 3.90 kcal/kg atendiendo a las cifras reportadas por (Nelson y col ,1975) y Mitaru y col ,1983.

1.1.3.6 Utilización del sorgo en la alimentación de cerdos

La utilización del sorgo forrajero en la alimentación de cerdas gestantes se ha evaluado con éxito. (Bauza, 1995) evaluó mediante varios ensayos las condiciones de pastoreo ,producción de forraje y aporte en nutrientes de híbridos comerciales de sorgo forrajero(*sorghum x sudangrass*), a medida que el cultivo se madura se incrementa el contenido en fibra bruta y disminuye el de proteína bruta. El consumo de forraje diario promedio de las cerdas fue de 4.49 kg. equivalentes a 0.805 kg. de materia seca(MS). Con una carga de 70 a 80 cerdas ha⁻¹ el porcentaje de aprovechamiento del forraje fue en promedio de 69%, existiendo una importante selección de los mismos por los cerdos.Los coeficientes de digestibilidad promedio obtenidos con cerdos adultos fueron: materia seca:57.5%,proteína cruda:54.51%, fibracruda:62.39%, energía bruta: 60.47%.Sobre la línea de alimentación mediante sorgo forrajero ha sido evaluada la digestibilidad del mismo, en Uruguay Epifanio y col,1993 evaluaron la digestibilidad y cuantificaron el aporte en nutrientes digestibles del sorgo forrajero, para el cerdo en dos

estados de desarrollo. Se utilizaron tres cerdos machos cuyos pesos al comienzo fueron: 94, 127 y 193 Kg., respectivamente. Los animales fueron alojados en cubículos individuales, adaptados para evitar movimientos antero-posteriores y hacia los costados del animal. El sorgo utilizado fue el híbrido NK Sordan el período experimental fue de 7 días, durante este periodo los cerdos recibieron como único alimento el sorgo cortado y picado en trozos, en dos tomas iguales. Se concluyó que a medida que el cultivo de sorgo se acerca a la madurez aumenta su contenido en materia seca, materia orgánica y fibra cruda, se mantiene casi constante el nivel de energía bruta y disminuye su concentración proteica, la utilización digestiva de las distintas fracciones consumidas fue mayor con el sorgo de 70-90cm de altura debido a que los cerdos realizaban una importante selección del material a nivel del aparato bucal y el aporte diario de proteína y energía digestible prácticamente no varió entre las alturas de corte consideradas, siendo un bajo porcentaje de los requerimientos de los animales. De acuerdo con Labala , 2000, el sorgo es un cereal que puede servir para reducir los costos de las raciones, reemplazando al maíz parcial o totalmente de acuerdo a su calidad. Mauromichalis. y col ,2004 reportan que aunque en áreas productoras de sorgo (Kansas) este cereal se utiliza sin límite en dietas para cerdos, en otras partes del mundo existe todavía cierta desconfianza acerca de su conveniencia y seguridad. Un grupo de investigadores brasileños. (Fialho y col, 2004), citados por (Mauromichalis. y col ,2004) realizaron un ensayo de metabolismo y uno de crecimiento para valorar los efectos del sorgo sin taninos condensados sobre los rendimientos de cerdos. El sorgo reemplazó un 0, 33, 66 y 100 % del maíz en las dietas experimentales. Los resultados mostraron que la retención de [nitrógeno](#) no fue diferente entre animales recibiendo las distintas dietas experimentales. La digestibilidad de la proteína bruta (85% para la dieta con un 100% de maíz vs 85,8% para la dieta con 100% de sorgo) no resultó afectada por la fuente de cereal. La energía digestible (3821 vs 3793 kcal.Kg⁻¹ y metabolizable (3619 vs 3670 kcal.Kg⁻¹.) fue también comparable entre los dos cereales. El consumo, la ganancia de peso e índice de conversión tampoco cambiaron entre tratamientos, indicando que el sorgo sin taninos condensados puede ser utilizado para reemplazar el maíz en dietas para cerdos. El efecto del sorgo y el maíz en dietas de iniciación para cerdos sobre la digestibilidad de los nutrimentos y la preferencia alimentaria fue estudiado por Reis de Souza y col,2005 . Por los resultados obtenidos en este trabajo se concluye que cerdos destetados mostraron una mejor capacidad para digerir las

dietas ricas en carbohidratos solubles y con un bajo contenido de polisacáridos no amiláceos, como el maíz y el sorgo, por lo que son bien recomendados en la fase inicial de alimentación. Los cerdos recién destetados fueron capaces de seleccionar la dieta de su preferencia, cuando estas se ofrecieron simultáneamente a libre elección. De acuerdo con Tolón, 2006 el sorgo en grano puede usarse como componente de la ración, en un 50% o más, previo el molido o quebrado de su grano, proceso que aumenta la digestibilidad de la materia seca de la ingesta total. Otra forma de consumo es el ensilado del sorgo, que permite lograr forraje de alta calidad y en óptimo estado de conservación. Esto permite, además, aprovechar los excedentes que se producen en ciertos momentos del verano y desocupar el lote con dos meses de anticipación. El ensilaje de sorgo tiene por lo general un 85% del valor alimenticio del maíz. Sin embargo, el sorgo produce un 19% más de materia seca digestible por hectárea, compensando favorablemente su menor valor alimenticio, con la ventaja adicional que el sorgo prospera en zonas que son marginales para el maíz. Cuando se usa silo de sorgo como único alimento, las ganancias de peso son variables, y dependen del tipo de silo empleado, siendo necesaria una suplementación proteica o el agregado de urea, ya sea en la ración o en la elaboración del silo, Una evaluación de la alimentación de cerdos en función de procesos de ensilaje fue efectuada por (Arias y col,2009) cuando compararon dietas de granos de sorgo ensiladas, panículas ensiladas y trigo en un primer experimento que se continuó con un segundo donde se midieron dietas conteniendo trigo y granos de sorgo sin ensilar utilizando cerdos en crecimiento-ceba, la conversión alimenticia fue similar en las dietas de trigo y grano de sorgo ensilado ,pero empeoró $p < 0.05$ con las panículas de sorgo ensiladas en el primer experimento y en el segundo experimento, la dieta a base de grano de sorgo sin ensilar presentó valores más pobres en la ganancia diaria ($P < 0.05$) y en la conversión alimentaría en comparación con la de trigo. Se concluyó que la panícula ensilada, el grano de sorgo ensilado y el grano de sorgo sin ensilar pueden constituir una opción para la alimentación de cerdos en crecimiento-ceba. Para obtener mayores resultados. buscando reducir los niveles de proteína utilizados en los procesos de ceba partiendo de experiencias ya logradas con el maíz (Martínez y col,2009), realizaron dos experimentos para determinar el porcentaje mínimo de proteína cruda en dietas sorgo–pasta de soya adicionadas con aminoácidos, con base en concentración de urea en plasma de cerdos en crecimiento, y su respuesta productiva. En el experimento 1, el

porcentaje de proteína cruda en los tratamientos fue: T1) testigo, 16.0; T2) 14.5; T3) 13.0; y T4) 11.5. Se utilizaron ocho cerdas en un diseño cruzado (*cross-over*), con cuatro periodos de siete días. El último día de cada período se extrajo sangre para determinar la concentración de urea. Se utilizaron varios modelos de regresión para obtener el que mejor predijera la concentración de urea. El menor nivel de urea indicó que la proteína puede reducirse de 16% hasta 11.5%. El mejor modelo de regresión fue el no lineal exponencial, con el que se puede predecir que la mínima concentración de urea se obtiene con 10.48% de PC. En el experimento 2. La menor proteína cruda redujo la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y la urea en plasma. La menor energía metabolizable redujo la conversión alimenticia. Lo anterior indica que disminuir la proteína reduce la urea en plasma, aunque se afectan algunas variables productivas. Los resultados anteriores indican que para cerdos en crecimiento se puede reducir la proteína en la dieta desde 16% hasta 11.5%, utilizando sorgo-pasta de soya y aminoácidos sintéticos, si la concentración de urea en plasma se usa como indicador biológico del estado nutricional de los cerdos; y hasta 10.48% utilizando la ecuación de predicción no lineal exponencial. Si se toman en cuenta los aspectos productivos y de la canal, sólo se puede reducir la proteína de 16% a 14.5% sin afectar negativamente estas variables. Asimismo, la reducción de proteína en las dietas con base en sorgo-pasta de soya no produce mayor engrasamiento en los cerdos. Reducir la proteína más de 1.5% en cerdos en crecimiento aumenta la conversión alimenticia; y al disminuir 100 kcal kg^{-1} la energía metabolizable aumenta esta variable en cerdos en crecimiento, aunque no altera las características de la canal. Como parte de un proyecto de evaluación del sorgo en la producción porcina realizado en la provincia de Ciego de Ávila. Cuba se evaluó la sustitución del maíz por sorgo beige (CIBA ,2009) .Con el objetivo de sustituir el maíz por diferentes porcentajes de sorgo beige (0 , 25, 75 y 100%), se utilizaron 40 cerdos de ambos sexo con peso vivo promedio de 7.80 kg. y 33 días de edad, distribuidos bajo un diseño de Bloque al azar en cuatro tratamientos con 10 unidades experimentales cada uno. Los índices digestivos estudiados aunque no mostraron diferencias significativa entre tratamientos son muy bajos para este tipo de dieta. De la misma forma los indicadores de comportamiento medidos durante la etapa empeoraron considerablemente, aunque, desde el punto de vista económico es factible la sustitución del maíz por sorgo con ahorros de más de \$ 500.00 por t en MN para cerdos en preceba..Conjugando aspectos nutricionales con elementos de

economía con el fin de buscar alternativas a los precios de productos importados por la industria porcina mexicana se diseñó un sistema de programación lineal de dietas (García,2007) que enlazara resultados productivos similares a los obtenidos con la alimentación estandarizada y valores óptimos de precios en las raciones comparando formulas de tipo local con alimentos importados, dentro de los productos locales se empleo el sorgo en proporciones variables desde el 5% para animales de 3-5 kg de peso vivo hasta el 39.01% para animales entre 80-100 kg de peso vivo ; al final del experimento se logró obtener una serie de modelos eficientes para generar mezclas alimenticias para cerdos en cada una de las fases de crecimiento que recomienda en el NRC,2001, en las que se usaron ingredientes regionales; con la mezcla suministrada por el proveedor local. Finalmente, aunque la mezcla y metodología de alimentación propuesta demostraron ser eficientes en el parámetro de la conversión alimenticia, el proyecto estuvo a punto de abandonarse en lo que respecta al periodo de destete temprano, ya que existió un rechazo por parte de los cerdos al alimento en la primera etapa(3 a 5 kg de peso) y se sugiere continuar con investigaciones en esta etapa

En cerdas altas productoras de carne se recomienda la alimentación por fases y dentro de esta el empleo de sorgo en niveles de hasta el 74.9% en la fase de servicio y gestación (Tanksley,1994), lo que demuestra la factibilidad del uso del grano .

Todos los argumentos anteriores indican la gran utilidad del sorgo en dietas para lograr eficiencias en la producción de alimento animal en especial de los cerdos

Capítulo II

2. Materiales y Métodos.

2.1. Sistema de Información Estadística establecido por el Grupo Porcino Nacional (GRUPOR), MINAG. Información complementaria. (validación).

Basado en el Sistema de Información Estadística establecido por el Grupo Porcino Nacional (GRUPOR), perteneciente al Ministerio de la Agricultura (MINAG), se procesó la información básica de los productores porcinos del año 2004 al 2008, en los municipios de; Ranchuelo, Manicaragua, Placetas, Cifuentes, Santa Clara y Encrucijada, caracterizándose la siembra mensual del sorgo y los cultivos destinados a la producción porcina, la producción agrícola y el número de productores con convenios porcinos (980), así como la producción de carne de cerdo (8 464.4 t con 86 027 cabezas sacrificadas) y los días de duración de los convenios porcinos

Como un mecanismo auxiliar de validación se diseñaron modelos auxiliares para obtener la información desglosada por cada productor

2.2 Determinación del Balance Alimentario Histórico de los productores porcinos por municipios.

En los seis municipios objeto de estudio se realizó la determinación de los nutrientes consumidos por los cerdos en proceso de ceba de los productores porcinos del 2004 al 2008, según la National Research Council, 1998, utilizándose como base de cálculo por cada municipio el peso medio de los cerdos cebados en el año analizado.

El Balance Alimentario histórico de los productores porcinos del 2005 al 2008, se determinó en base al método utilizado por Perez, 1976. El cálculo del estimado de los nutrientes aportados por los alimentos locales se realizó en base al Manual de Tecnologías y Procedimientos para la Crianza Porcina con Alimentos Nacionales (IIP, 2009).

2.3 Análisis de los principales Indicadores Económicos.

2.3.1 Costos de producción de los principales alimentos porcinos.

Con relación a la determinación de los costos de producción del sorgo y de los principales cultivos destinados a la alimentación porcina se aplicó en los municipios estudiados la metodología orientada por Penichet, 2010. Se obtuvieron por consultas a productores porcinos elementos estimados sobre los costos de producción en cada municipio.

El cálculo de los componentes de la ración formada por los alimentos asignados estatalmente se realizó en cada año, en base a los componentes de una ración considerada común para la totalidad de los cerdos en proceso de ceba (Norma Cubana 2008). Se tomaron en consideración los precios de cada componente adquirido por la Empresa Porcina y los precios oficiales de cada tipo de concentrado adquirido si este no era de elaboración provincial.

Las cantidades de alimentos asignados divididos entre los días promedio del proceso de ceba para cada municipio determinó el percapita diario de alimentos utilizado en cada municipio por año en estudio.

La determinación de los indicadores de producción de carne: de días en el proceso de ceba y Ganancia Media Diaria (GMD) son expresiones derivadas de los pesos iniciales y finales de cada lote de animales cebados y el tiempo transcurrido entre los dos actos. El cálculo de Energía Digestible por peso invertido en el costo de producción de la especie agrícola analizada se realizó empleando el contenido energético de la especie agrícola por unidad de peso fresco y la cantidad de toneladas producidas en el año de la especie en cuestión

2.4 Procesamiento Estadístico.

Se utilizó el diseño de ANOVA SIMPLE para los análisis siguientes:

- Comparación de los rendimientos por cultivos de granos de la alimentación local
- Comparación de la duración media de los procesos de ceba entre municipios

- Comparación de aportes de materia seca de la alimentación local entre municipios
- Comparación del aporte de energía digestible de la alimentación local entre municipios
- Comparación del aporte de cantidades de proteína bruta de la alimentación local entre municipios.
- Comparación del costo de las raciones agrícolas por municipios
- Comparación del costo de la ración agrícola por kg de carne producida

Se empleó el análisis de ANOVA MULTIFACTORIAL para la evaluación siguiente:

- Comparación de volúmenes de sorgo producidos por Municipios y años

Se utilizaron análisis de CORRELACIÓN SIMPLE para analizar las relaciones entre:

- Duración de los procesos de ceba y el aporte de energía digestible y proteína bruta de la alimentación local
- Nivel de los costos de la ración agrícola y la duración de los procesos de ceba
- Se analizaron los datos de la Variable Energía Digestible Aportada por el Sorgo en cuanto a medidas de tendencia central, variabilidad y forma mediante el procedimiento de Análisis de una variable del Paquete Estadístico Statgraphics Centurión (Versión XV. 2006)

Todos los análisis de diferencias entre medias se realizaron mediante la prueba de RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN

Capítulo 3

Resultados y Discusión

3.1 Sistema de Información Estadística establecido por el Grupo Porcino Nacional (GRUPOR), MINAG. Información complementaria. (Validación).

La producción porcina en los años estudiados en el sector estatal y no estatal se presenta en la tabla 2, se observa que el peso del componente no estatal se encuentra por encima del 63% del total, en armonía con las decisiones tomadas por el estado cubano desde mediados de la década del 1990 (Figuroa,1993)

Tabla 2. Distribución de la producción porcina por sectores. Periodo 2005 – 2008.
(UM.t)

Concepto	2005	2006	2007	2008
Total General	6 183.3	11 212.6	18 366.	21 372.6
Producción Est	2 284.7	2 803.3	4 666.2	7 862.4
Producción no Est	3 898.6	8 409.3	13 699.8	13 510.2
%prod no Estatal	63.1	75.0	74.6	63.2

La composición media del año 2008 de los productos asignados (tabla 3) de acuerdo con la NC.2008, se afecta por menores entregas de concentrados industriales ,subproductos de molinería y harina de soya. La expresión práctica de los aportes ha sido fundamentalmente en forma de alimentos secos (concentrados) ó en combinaciones de concentrados proteicos con fuentes energéticas como las mieles de caña

Tabla 3 .Composición media de los productos asignados a los productores (2005-2008)

Año	MS %	PB %	ED Mjoul/Kg
2005	89.4	17.7	12.7
2006	87.3	17.5	12.5
2007	89.0	16.7	12.3
2008	76.6	10.0	11.6

Las entregas estatales fueron complementadas por las producciones de alimentos nacionales que se presentan en la tabla 4. El sorgo ocupa por el volumen de entrega de alimentos el número cuatro en los aportes de toneladas al sistema siendo la segunda especie de granos de mayor presencia dentro de las fincas de los productores individuales. Las posibilidades del sorgo dentro del sector agrícola de los productores individuales deben de crecer por año de acuerdo a la probable evolución del clima en el país , según (Solano,2009), el incremento de la sequía agrícola en extensión superficial duración y extensión será un hecho sistemático en Cuba y es el sorgo una de las especies capaces de contribuir a la mitigación de esta situación dentro de las producciones agrícolas posibles,por otra parte (Tolón ,2006) plantea que resultan

ampliamente conocidas su gran resistencia a condiciones de sequía y tendencia a reanudar su crecimiento después de finalizado el estrés hídrico,

Tabla 4. Producción agrícola anual y % de participación por tipo de cultivo en seis municipios. Período 2005 - 2008.(UM.t).

año	viandas	caña	maiz	sorgo	soya	girasol	total
2005	2316.9	425.7	323.1	397.4	32.7	16.3	3 512.1
2006	2277.2	1 264.7	550.4	263.8	26.5	2.3	4 384.9
2007	2667.7	2 297.1	592.4	133.7	4.1	1.0	5 096.0
2008	3291.4	2 004.0	625.0	124.5	2.4	1.9	6 049.2
Total	9953.2	5 991.5	2 090.4	919.4	65.7	21.5	19 042.2
% del total	52.2	31.5	11.0	4.8	0.3	0.1	99.8

Por otra parte los rendimientos agrícolas obtenidos en condiciones de producción de secano sin fertilización demuestran sus condiciones comparadas con otras especies cultivadas por los productores individuales como será discutido en epígrafes posteriores con rendimientos equivalentes al maíz y superiores al resto de las especies cultivadas.

La figura 3 muestra las posibilidades del sorgo para obtener producciones en diferentes meses del año. Se observa el amplio rango de meses utilizados en su siembra y cosecha, y la obtención de mayores rendimientos los meses de julio y agosto donde los meses precedentes son característicos de buena disponibilidad hídrica predominando para la siembra los meses de mayores precipitaciones probables. Los rendimientos que se alcanzan no son comparables a los potenciales rendimientos reportados por (Anguil ,2007) en Argentina de mas de 10 t.ha⁻¹ pero se obtienen sin fertilización ni atenciones culturales adecuadas, con actividades agrotécnicas mínimas

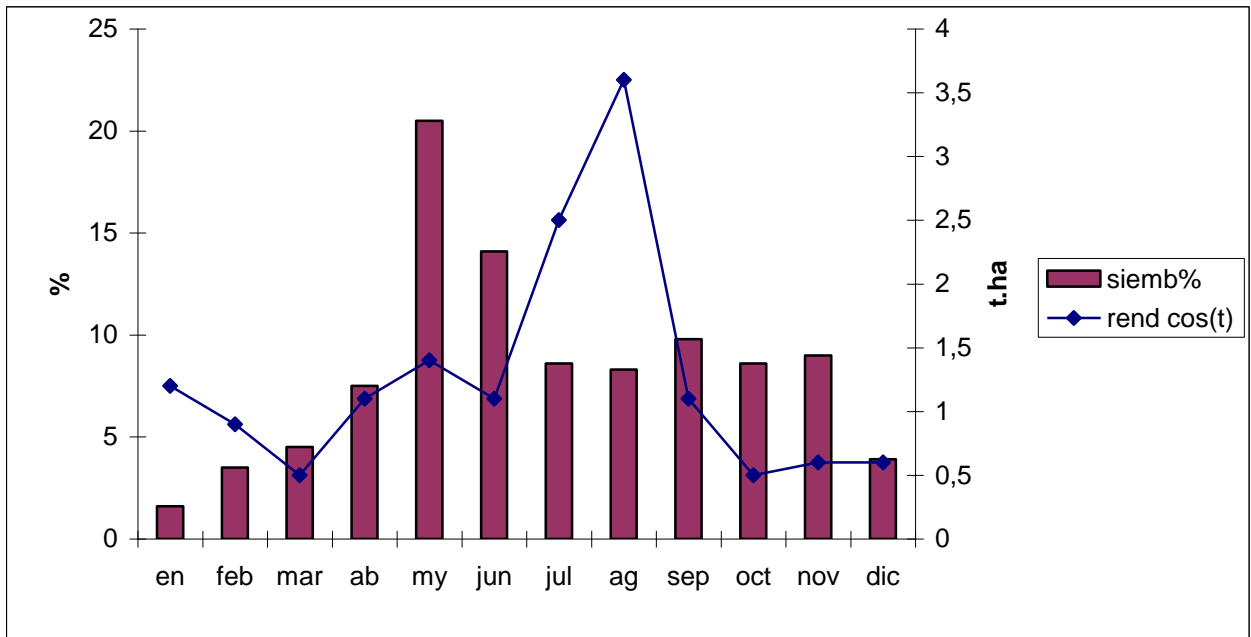


Fig. 3 .Siembra (%) y rendimiento agrícola mensual (t.ha⁻¹). Período 2005 – 2008.

La distribución de la producción de sorgo ha sido general en los municipios estudiados demostrando la universalidad del mismo para distintas condiciones agrícolas (Figura 4). Los tipos de suelo presentes en los municipios analizados de acuerdo con (Mesa. y col,1992). Se reflejan en el anexo 2.

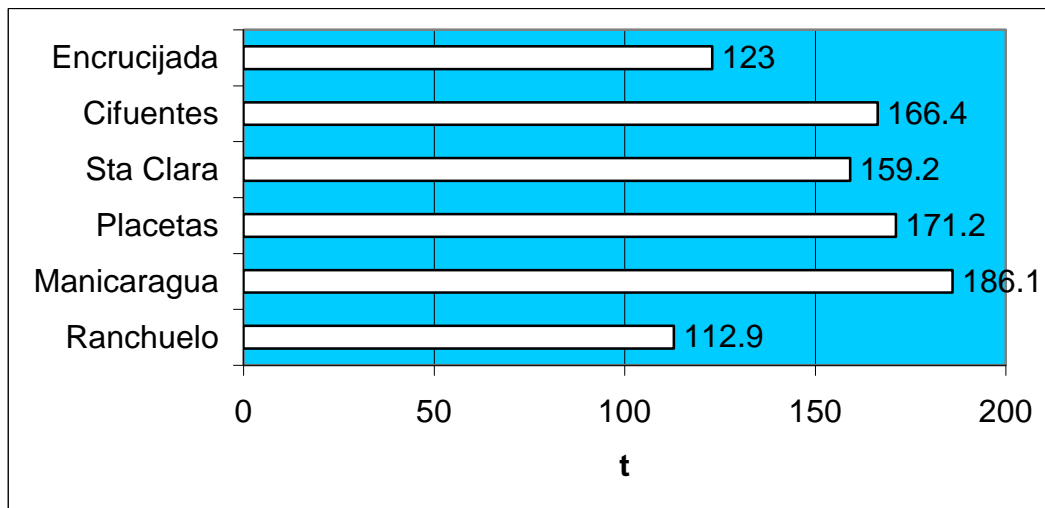


Fig 4. Producción total de sorgo por municipio estudiado (t).

En cuanto a la sistematicidad del trabajo con el grano han existido productores que de forma estable han producido sorgo y otros que lo han sembrado no de forma continua En la tabla 5 puede observarse la variación de los productores de sorgo por municipios

en el período de estudio. Existe tendencia actual a la disminución de productores motivados por causas que pueden ser controladas por el hombre y que resulta necesario enfrentar para mejorar aspectos de la calidad de las dietas y mayor rentabilidad de los alimentos.

Tabla 5. Productores de sorgo por municipios estudiado. (Período 2005-2008).

Municipios	2005	2006	2007	2008
Ranchuelo	17	11	5	6
Manicaragua	27	31	41	36
Placetas	41	14	18	10
Sta Clara	20	45	0	14
Cifuentes	28	43	6	0
Encrucijada	32	34	9	2
Total	165	172	80	73

Durante el período estudiado han existido decrecimientos en la siembra de granos, siendo en el año 2005 del 77.7% del total de las siembras y en el 2008 sólo fue del 33.6%, a la vez se producen aumentos en fuentes energéticas de menores valores de materia seca como las viandas y la caña, todo esto se traduce en una variación negativa de la composición de la ración de alimentos locales suministrada en concordancia con lo apreciable en la figura 5

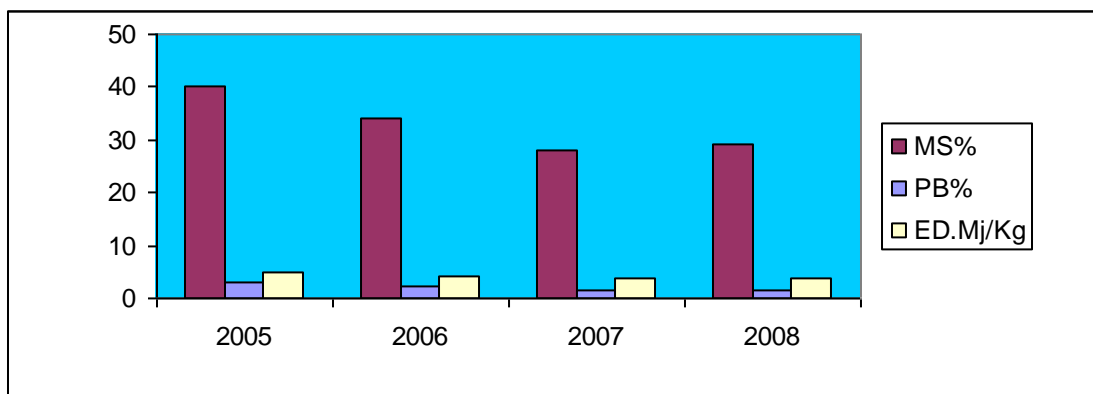


Fig 5. Composición de la dieta promedio por tipo de producto agrícola suministrado.

Lo anterior de mantenerse pudiera afectar los indicadores de producción, esto obliga a la revisión de los esquemas de alimentación que como se señala en la figura 5 tienden a disminuir la calidad. En el trópico los cerdos limitan su consumo voluntario (Figuroa 1996), esto obliga a buscar dietas con mayores concentraciones de nutrientes. De lo anterior se desprende que resulta imprescindible el trabajo con los granos en general y el sorgo en particular para conservar la eficiencia de la alimentación local en la producción de carne generada por los productores locales .La presencia de mayores niveles de granos en las dietas ,en especial del sorgo pueden contribuir a elevar los planos de eficiencia en las dietas como los necesita el país en las condiciones actuales de carencia de recursos para importar alimentos para la producción porcina

Durante los cuatro años analizados se suministran 19 042.2 t de alimentos producidos por el sector no especializado anexo1. El aporte estimado de nutrientes se muestra en la tabla 6 ;las principales suministradoras de energía fueron las viandas seguidas del maíz ,la caña ocupa el tercer lugar y el sorgo le continua en magnitud esta situación está en función de los volúmenes de cada especie que se aportan en el período en estudio; en cuanto al aporte de proteínas aunque el maíz es un alimento energético, a causa de su volumen aparece como fuente mayor de este nutriente seguida de las viandas pero estas no aportan proteína de calidad salvo el boniato() con un constituyente proteico de mayor valor biológico por su nivel de lisina.(Lopez.,1995) ocupando el sorgo en la práctica un importante papel en el suministro de proteínas en la alimentación local además de su aporte energético a pesar de ocupar un volumen menor en la cantidad de producto suministrada. Los alimentos que potencialmente debieron ser los principales vehículos de aporte proteico por las magnitudes de sus disponibilidades estuvieron muy limitados en su importancia. Los nutrientes per cápita promedio consumidos por cerdo cebado representan 221.3 kg de alimento fresco con un aporte energético de 1213 mjoules de energía digestible y 4.7 kg de proteína bruta, en cuanto a la energía digestible esta significa el 27% del total necesario, valores similares al total requerido de la alimentación local(Mederos,2009), pero distantes del valor propuesto para la proteína bruta , por baja disponibilidad de estas fuentes

Tabla 6. Aporte total de nutrientes durante el período analizado:2005-2008

Cultivo	Volumen	ms		pb		ed	
	t	t	%	t	%	mjx10 ³	%
viandas	9 953.2	2 936.2	43.4	119.4	29.4	44 988	42.7
maiz	2 090.9	1 844.2	27.3	148.5	36.6	30 862	29.3
caña	5 991.5	1 096.4	16.2	24.0	5.9	16 117	15.3
sorgo	919.4	805.4	11.9	85.0	21.0	11 180	10.6
soya	65.7	58.5	0.9	24.3	6.0	930	0.9
girasol	21.5	20.4	0.3	4.5	1.1	275	0.3

ms=materia seca,pb=proteína bruta, ed=energía metabolizable

3.2 Determinación del Balance Alimentario Historico de los productores porcinos por municipios.

La tabla 7 muestra el balance alimentario que relaciona los nutrientes consumidos totales por municipios y los aportes de la alimentación local para un año promedio del período analizado, la producción de alimentos locales resulta como promedio anual mas alta en cuanto a los elementos considerados materia seca, proteína bruta y energía digestible en el municipio de Cifuentes debido a los niveles superiores de aportes de alimentos locales manifestados en cantidades elevadas de viandas y producciones cañeras, aunque el municipios destaca en la producción total de proteínas la producida no es de calidad elevada en gran parte por ser originaria de la producción viandera (Gohl,1982) y no de fuentes productoras de proteína de mayor valor biológico

Tabla7. Relación entre el consumo total de nutrientes y el aporte local (valor anual promedio)

		Ranchuelo	Manicaragua	Placetas	Sta Clara	Cifuent	Encrucij
MS	Total	206.1	444.6	1175.7	968.2	1600.0	845.1
	P local	77.1	204.7	221.6	200.3	544.3	292.9
	Dif	129.0	239.9	954.1	767.9	1055.7	552.2
PB	Total	32.4	70.7	185.6	152.5	256.7	133.6
	P local	6.2	13.6	16.1	13.6	34.2	14.3
	Dif	26.2	57.1	169.5	138.9	222.5	119.3
ED	Total	2.9	6.2	16.8	14.0	22.4	12.1
	P local	1.3	2.7	3.5	3.1	8.4	4.5
	Dif	1.6	3.5	13.3	10.9	14.0	7.6

La Materia seca(MS) y la Proteína(PB) se expresa en t, La Energía digestible(ED) en Mjx10⁶

Las relaciones porcentuales entre la alimentación asignada y la alimentación producida de forma local para un año (valor promedio) del período analizado puede observarse en la tabla 8 .Los municipios de peores relaciones porcentuales son Placetas y Santa Clara principalmente en el aporte de proteínas de la alimentación local, aspecto este que se ha suplido en ambos por el aporte de subproductos como el suero de leche que por no presentarse de forma estable para todos los municipios no fue contemplado en el balance general ya que su empleo ha sido de forma puntual por determinados productores debido a los niveles de disponibilidad que se han mantenido. Esta relación presentada en el aporte de proteínas se encuentra en presente también en el resto de los municipios donde de igual manera se ha enfrentado con subproductos locales muy puntuales. Las relaciones porcentuales de los aportes de alimentos se ubican dentro de los rangos proyectados aunque la estructura no resulta óptima en cuanto a los elementos componentes de la misma:

Tabla 8. Relación (%) entre los alimentos asignados y los producidos por municipios. Valores promedios.

Municipios	MS		PB		ED	
	Alim asig	Alim Prod	Alim asig	Alim Prod	Alim asig	Alim Prod
Ranchuelo	63	37	81	19	57	43
Manicaragua	54	46	81	19	57	43
Placetas	81	19	91	9	79	21
Sta Clara	79	21	91	9	78	22
Cifuentes	66	34	87	13	63	37
Encrucijada	65	35	89	11	63	37
Total	68	32	87	13	66	34

La influencia específica del aporte de materia seca en función de las cantidades suministradas por la agricultura local y los días de duración del proceso de ceba puede observarse en la figura 6. Los niveles aportados contribuyeron a mejorar la concentración energética de las raciones y por ende a mejorar los niveles de ganancia diaria de peso lo cual concuerda con lo señalado por (Stein,1996) para cerdos entre 50-110 kg de peso vivo, y de esta manera se contribuye a reducir los días del período de ceba. En adición el aumento en la concentración de energía digestible para cerdos entre 20y 50kg de peso vivo resulta en un incremento de ganancias diarias de peso vivo para variaciones desde 2820kcal hasta 3610kcal de energía digestible por kg de alimento consumido(Campbell,1992)

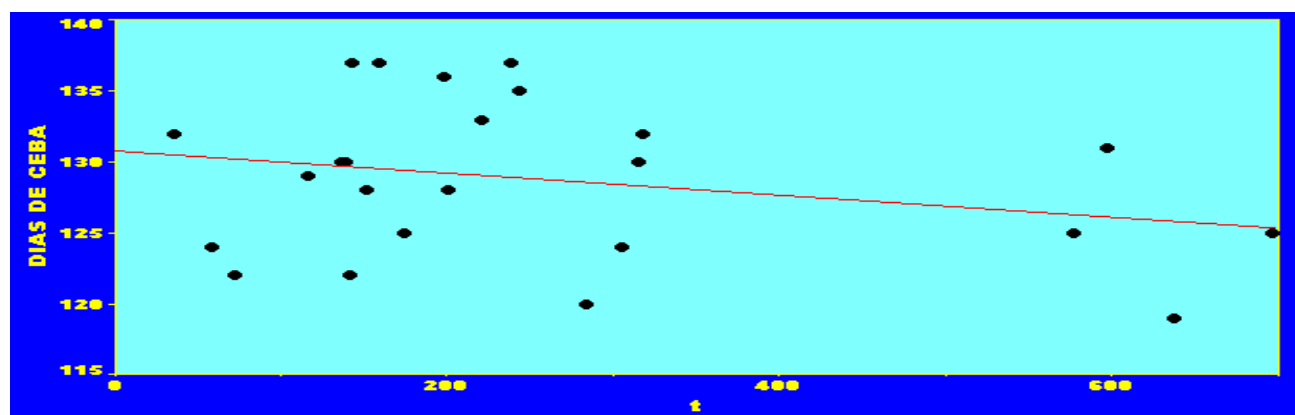


Fig. 6. Aportes de alimentos en términos de materia seca (t) y los días del proceso de ceba.

3.3 Análisis de los principales Indicadores Económicos.

3.3.1 Costos de producción de los principales alimentos porcinos.

Según Varela, 2010 la búsqueda de recursos locales para limitar la dependencia de la producción pecuaria de los alimentos importados es la línea que debemos seguir en la alimentación de la masa porcina en el país y es el sorgo uno de las especies agrícolas capaces de cumplir con el papel de sustituto de importaciones con el correspondiente ahorro de divisas para la economía.

Un análisis en valores del costo por tonelada producida por municipios y cultivos se presenta en la tabla 9. De las especies productoras de granos es el sorgo el de menor costo de producción de acuerdo con los datos aportados por los técnicos y productores encuestados de los municipios evaluados. Por especie cultivada es la soya la de más alto costo de producción entre otras causas por el valor de la semilla y el mayor número de actividades agrícolas a emplear en ella. Las viandas y la caña muestran valores bajos del costo de producción por sus altos rendimientos agrícolas. Todas estas razones hacen del sorgo un cultivo deseable para la producción porcina desde el punto de vista económico y de acuerdo con Figueroa, 2006 las dietas basadas en alimentos locales necesitan altos volúmenes de alimentos ingeridos por ganancia de peso alcanzada lo que provoca una repercusión económica importante.

Tabla 9. Costo por t producida de las especies agrícolas por municipios. Valores promedio.

Municipios	Soya	Girasol	Maíz	Sorgo	Viandas	Caña	\bar{x}
Manicaragua	3 840.0	-	1 760.0	924.0	352.0	171.4	1 409.5
Cifuentes	3 915.0	2 937.5	2 015.0	1 573.0	460.0	185.7	1 847.7
Placetas	3 920.0	4 015.0	2 745.0	1 845.0	475.0	208.6	2 201.4
Encrucijada	3 885.7	-	2 114.5	2 500.4	458.5	202.9	1 832.4
Ranchuelo	2 900.0	1 950.0	2 020.0	897.0	437.4	214.3	1 403.1
Santa Clara	4 872.0	3 915.0	3 045.0	1 606.3	280.0	214.3	2 322.0
\bar{x}	3 888.7	3 204.4	2 283.3	1 557.6	410.5	199.5	1 848.7

El ahorro en divisas por el aporte de energía digestible y proteína bruta del sorgo en los años analizados se observa en la tabla 10, estas cantidades son potencialmente posibles de aumentar si son incrementadas las disponibilidades del cereal que es de los granos utilizados en el sistema de alimentación local porcina el de menor costo de producción por toneladas según lo discutido en la tabla 9

Tabla 10. Valoración del ahorro por la utilización del sorgo en función del aporte de energía digestible y proteína bruta en el período (2005-2008).

Municipios	Sorgo Ed(Mjoulesx10 ⁶)	Trigo equivalente		Sorgo Pb (T)	Soya equivalente	
		T	MLC		T	MLC
Ranchuelo	1.37	80.5	22 776	10.5	28.4	13 553
Manicaragua	2.26	132.9	37 601	17.3	46.7	22 286
Placetas	2.16	127.1	35 960	15.3	41.3	19 709
Santa Clara	1.93	113.5	32 113	14.9	40.2	19 184
Cifuentes	2.02	118.8	33 612	15.5	41.9	19 995
Encrucijada	1.43	84.1	23 794	10.8	29.2	13 935
Total	11.17	656.9	185 856	84.3	227.7	108 662

Fuente: Precios Fob Golfo de Mexico (Miercoles 17/11/2010)

3.4 Procesamiento Estadístico

En las determinaciones estadísticas realizadas fue empleado el paquete estadístico Statgraphics Centurión (VERSION XV)

Los rendimientos obtenidos del sorgo en condiciones de producción de secano sin riego ni fertilización demuestran sus condiciones comparadas con otras especies cultivadas por los productores individuales como se expresa en la tabla 11 con rendimientos equivalentes al maíz y superiores al resto de las especies cultivadas

Tabla 11 .Rendimientos agrícolas estimados anualmente de los cultivos utilizados en la alimentación local porcina.

Especie Agrícola	2005	2006	2007	2008	\bar{x}
Sorgo	1.49	1.47	1.34	1.45	1.41 ^a
Maíz	1.31	1.17	1.51	1.40	1.48 ^a
Soya	0.44	0.86	0.77	0.89	0.74 ^b
Girasol	0.55	1.00	0.59	0.54	0.67 ^b

(Letras desiguales en la columna de las medias indican diferencia significativa para $P < 0.055$ en una comparación mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan).

De acuerdo con los resultados productivos por municipios los días de duración en los procesos de ceba se comportan de forma eficiente, esto es una condición necesaria del esquema de trabajo que precisa lograr la eficiencia en los procesos de ceba para obtener buenos resultados económicos, lo que no excluye la necesidad y posibilidad de mejorar estos. Las diferencias entre municipios están en variaciones del manejo individual local de los animales .En lo referente a la duración media de los procesos de ceba (tabla 12) debe ser atribuida más a procedimientos de manejo que a los niveles generales de alimentación

Tabla 12. Duración media anual de los procesos de ceba por municipios

Municipios	Días de ceba
Ranchuelo	125.0 ^a
Cifuentes	126.3 ^a
Manicaragua	127.5 ^a
Encrucijada	128.0 ^a
Placetas	130.3 ^b
Sta Clara	135.8 ^c

(Letras desiguales en la columna marcan diferencias significativas para $p < 0.05$ en la prueba de rangos múltiples de Duncan)

La comparación por municipios del aporte de materia seca(Tabla 13) señala diferencias significativas entre estos, aunque estas por si solas no influyeron para crear diferencias de comportamiento productivo, de acuerdo con los resultados de la tabla 12, todo esto

evidencia lo complejo de las interacciones que se suceden en los procesos de ceba de los productores locales

Tabla 13. Aporte promedio anual (t) por año de materia seca por municipios

Municipios	Media anual de materia seca aportada
Ranchuelo	77.07 ^b
Sta Clara	200.3 ^b
Manicaragua	204.7 ^b
Placetas	221.6 ^b
Encrucijada	292.9 ^b
Cifuentes	544.3 ^a

(Letras desiguales representan diferencias significativas para 95% de confianza en la prueba de rangos multiples de Duncan)

Para estudiar la vinculación existente entre la energía aportada por las producciones locales de alimentos y los días empleados en el proceso de ceba puede ser analizada la curva presente en la Figura 7; existe correlación negativa ($p=0.0009$) para estos dos elementos con $CC = -0.634603$ para un nivel de confianza del 95%. La ecuación de regresión es: $DIAS = 134.2 + 0.150052x \%ED$. Lo anterior significa que el conjunto de los alimentos locales brindó aportes positivos a los resultados obtenidos, esto reafirma la importancia de lograr fuertes componentes agrícolas generados por los productores dedicados a la actividad porcina a pesar de las bajas concentraciones energéticas de los alimentos de producción local (Figuroa, 1996), aunque resulta evidente que si aumentamos la concentración mediante alimentos de mayor contenido de materia seca como el sorgo y otros granos se pueden obtener mejores resultados de acuerdo con los estudios de Campbell y Taberner, 1986 valorando concentraciones de energía digestible de hasta 3600 kcal por kg de alimento consumido

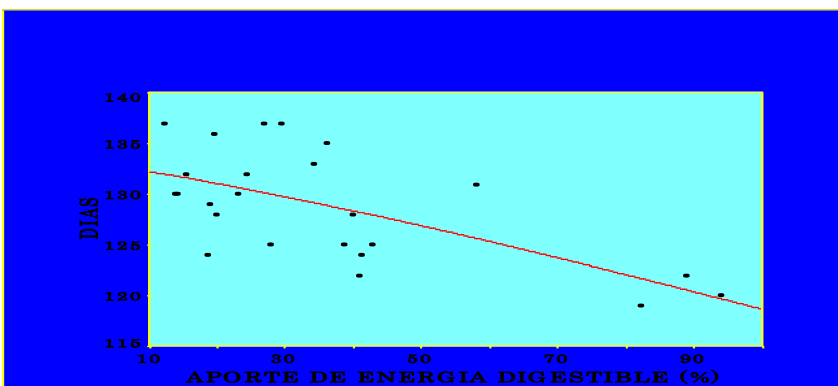


Fig. 7 Período de ceba (productores individuales) y aporte en % del total de energía consumida mediante alimentos locales

La contribución por municipios al aporte energético de los nutrientes se aprecia en la tabla 14, en tal sentido solamente Cifuentes se diferencia del resto por sus aportes significativos en viandas y en caña(anexo 1)

Tabla 14. Aporte promedio anual de energía digestible por municipios evaluados

Municipios	Aporte E. Digestible(Mjoulesx10 ⁶)
Ranchuelo	1.24 ^a
Manicaragua	2.65 ^a
Placetas	3.08 ^a
Sta Clara	3.51 ^a
Encrucijada	4.48 ^a
Cifuentes	8.38 ^b

(Letras desiguales en la columna son diferentes significativamente para $p < 0.05$ en la prueba de rangos multiples de Duncan)

El análisis estadístico del aporte medio anual de energía digestible por el sorgo (tabla 15) muestra los siguientes datos:

El sorgo aporta en el período (2005-2008) un promedio anual de 0.46×10^6 Mjoules por municipio con una variación de 77.6% en sus valores anuales y su participación en los municipios va desde el nivel 0 hasta 1.23×10^6 Mjoules en un año para el 10.8% de la energía digestible total aportada por la alimentación local . Atendiendo a los resultados publicados por la Universidad de Texas, 2009 referentes a utilizar el sorgo desde un 69% de la dieta para cerdos en crecimiento, hasta el 82.6% para finalizar el proceso de ceba empleando el sorgo como único cereal esto significa el aporte de hasta 13.2

Mjoulles de energía metabolizable por animal en ceba o sea más del 36% de la energía diaria total consumida para un animal de peso promedio como los balanceados en esta investigación. Esto significa que el aporte energético dado por el sorgo se encuentra muy por debajo de las posibilidades reales de este cereal para su uso en cerdos

Tabla 15. Aporte medio anual de energía digestible del sorgo

Conceptos	Valor
Recuento	24
Promedio	0.4645x 10 ⁶ Mjoulles
Desv. Standard	0.3607x 10 ⁶ Mjoulles
Coeficiente de Variación	77.6601%
Mínimo	0.0
Máximo	1.23 x10 ⁶ Mjoulles
Sesgo estandarizado	1.18811
Curtosis estandarizada	-0.560054

El análisis del aporte de proteínas de los alimentos locales se comporta de la forma señalada en la Figura 8.existiendo una correlación negativa(CC=-0.581734),entre los elementos analizados para un índice de confianza del 95%(p=0.0029).La ecuación de regresión resultante fue :DIAS= 132.774-0.942155x %PB aportada.

De acuerdo con estos resultados aunque las fuentes de alimentos proteicos (Soya y Girasol no han sido aportadoras amplias al sistema general a causa de disponibilidades casi inexistentes de semillas en ambas, además de insuficiencias en el conocimiento de su agrotecnia sumadas a falta de máquinas extractoras de aceite para el caso específico del girasol el resto de los alimentos de finalidad mayoritariamente energética a contribuido a la mejora de la calidad nutricional en este aspecto. La influencia mayor puede deberse al aumento de los niveles de proteína total que pueden modificar el equilibrio de aminoácidos esenciales y no esenciales variando positivamente la retención de nitrógeno y en consecuencia lograr mejor comportamiento (Marrero, 2005)

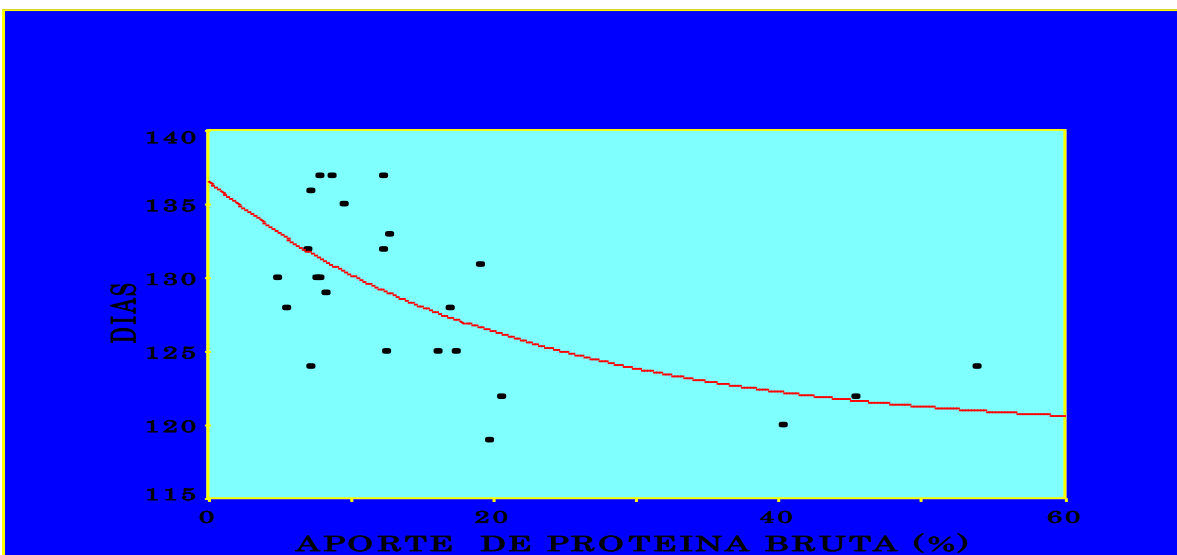


Fig. 8. Relación el período de ceba y el aporte en proteínas de la alimentación local

El aporte de proteínas anual (tabla 16) se comporta de la manera siguiente: Cifuentes presenta altos registros de viandas (anexo 1) esto origina cifras altas de proteínas pero de poco valor nutricional de acuerdo con (Gohl.B,1982). El resto de los municipios presentan resultados similares en los aportes realizados.

Tabla 16. Aporte de proteínas por la alimentación local en los municipios.

Municipios	Proteína Bruta generada en T
Ranchuelo	9.71 ^b
Sta Clara	13.55 ^b
Manicaragua	13.56 ^b
Encrucijada	14.30 ^b
Placetas	16.09 ^b
Cifuentes	34.21 ^a

(Letras desiguales en la columna son significativamente diferentes para 95% de confianza en la prueba de rangos múltiples de Duncan)

El análisis del conjunto de expresiones de valor nutricional dentro del esquema de alimentación local marca varios aspectos importantes

- 1- El papel fundamentalmente energético de los alimentos de producción local
- 2- Los niveles insuficientes de utilización del sorgo

- 3- La tendencia positiva de los volúmenes de materia seca en el aspecto productivo que contribuyen a mejorar la dieta en general
- 4- El pobre papel desempeñado en estos años por los alimentos aportadores de proteínas a la dieta colectiva que se asume por alimentos de tipo energético como el sorgo y el maíz. El doble papel asumido por el sorgo permite la ejecución de un balance alimentario más integral en las dietas facilitando las formulaciones

. En la tabla 17 se presentan los resultados del análisis estadístico de la cantidad de energía producida por peso invertido en la producción de los cultivos agrícolas más utilizados en la alimentación porcina local, el sorgo como especie ocupa el tercer lugar en cuanto a su producción energética por peso invertido en lo referente a el valor intrínseco pero en el orden de aportes se coloca por encima del girasol ya que este significa muy poco en magnitud y un nivel bajo de inclusión en el sistema de alimentación porcina ocupando entonces el segundo lugar después de las viandas que ocupan el primer lugar por sus rendimientos superiores en producción agrícola , este resultado resulta importante en la formulación de dietas de alto valor energético a menor costo necesarias para alcanzar niveles de eficiencia superiores

Tabla 17 .Valores energéticos por peso invertido en la producción de la especie

Especies agrícolas	Aporte Energético (Mjoules) x peso invertido
Viandas	12.6 ^a
Girasol	9.5 ^b
Sorgo	9.0 ^c
Maiz	7.1 ^d
Caña	6.4 ^e
Soya	3.1 ^f

(Letras diferentes en la columna difieren para un 95% de confianza en la prueba de rangos múltiples de Duncan)

Si valoramos por los resultados obtenidos la relación existente entre el costo por kg de peso vivo producido por la ración agrícola de los alimentos locales y su expresión productiva en días mediante un diseño de correlación simple se obtiene como

respuesta una correlación negativa ($p=0.0161$) con un CC de -0.485924 y la ecuación de regresión es la siguiente siguiente: $\text{Días} = 134.136 - 2.68672 \times \text{costo.k}^{-1}$ de ración agrícola, en la figura 9 se observa la expresión gráfica de esta relación.

El tiempo de duración del proceso de ceba se acorta con relación al costo de la ración empleada, este aspecto está relacionado con la calidad de los componentes de la ración especialmente los proteicos y el maíz por ser estos de mayor valor por unidad de alimento empleada

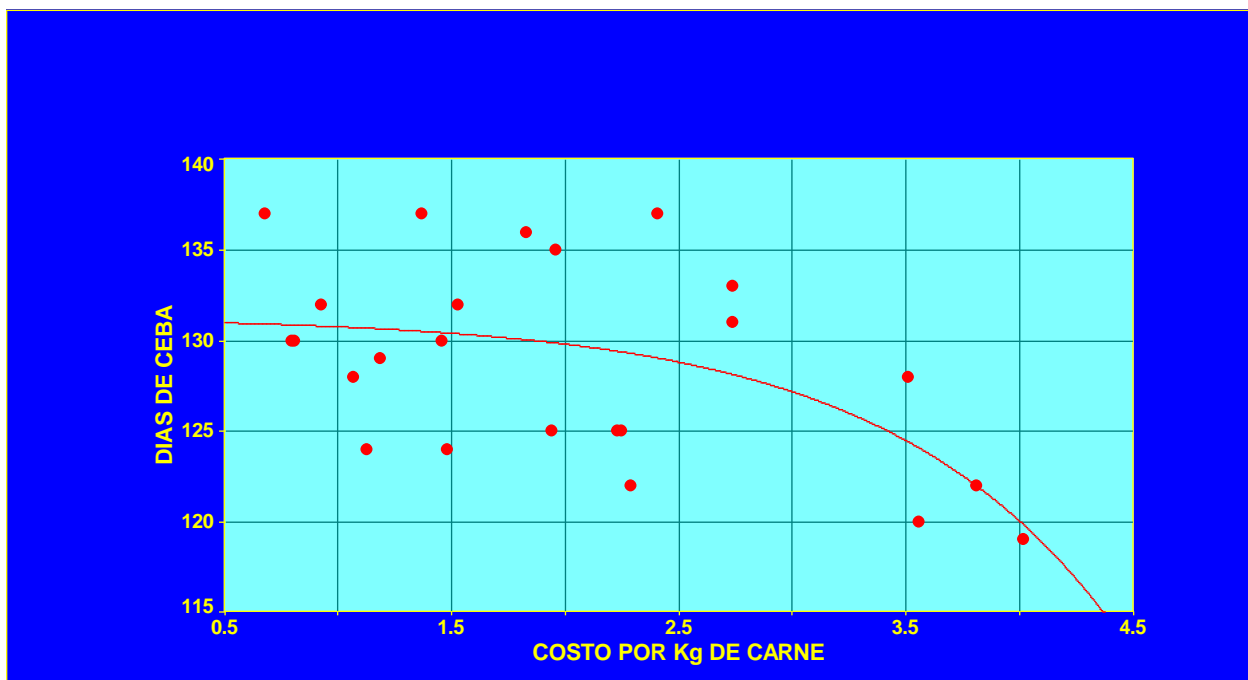


Fig 9. Relación de estadía en el convenio porcino y el costo.kg⁻¹ de la ración agrícola

El costo de la ración agrícola ($p=0.4064$) y el costo de esta ración por Kg de carne producida ($p=0.6173$) no marcaron diferencias significativas para un nivel de confianza de un 95% entre municipios en los análisis de varianza simples efectuados como se observa en la tabla 18. Los esquemas de las producciones agrícolas son similares en los años analizados, esto unido a niveles semejantes de utilización no permiten marcar contrastes notables en el período. La diferencia en eficiencia de las conversiones debido a factores no imputables a la dieta está presente en el lugar que ocupan en la lista de costos de la ración agrícola por kg de carne producida

Tabla 18. Medias de costo de la ración agrícola producida y costos de la Ración agrícola por kg de carne producida por año analizado.

Municipios	Costo R Agric	Sig est	Costo R Agric/kg carn	Sig Est
Sta Clara	118.14	ns	1.92	ns
Placetas	140.21	ns	1.25	ns
Ranchuelo	206.91	ns	2.13	ns
Cifuentes	208.00	ns	2.02	ns
Encrucijada	212.04	ns	1.97	ns
Manicaragua	249.60	ns	2.60	ns

(Valores de P=0.4064 para Costo R Agric y de P=0.6173 para CostoR Agric.K⁻¹gcarne⁻¹)

CONCLUSIONES

1-El sorgo como parte de la alimentación local porcina contribuye efectivamente al incremento de la producción de carne porcina.

2-El aporte de materia seca, energía digestible ($DIAS = 134.2 + 0.150052x \% ED$) y proteína bruta ($DIAS = 132.774 - 0.942155x \% PB$) de la alimentación porcina local, influyen satisfactoriamente en la reducción de los períodos de estadía en los procesos de ceba de los productores individuales en los municipios estudiados.

3-El sorgo contribuye a suministrar energía digestible de bajo costo a los procesos de ceba en la especie porcina (9.0 Mjoule/peso invertido).

RECOMENDACIONES

- 1-Extender el uso del sorgo en los productores locales porcinos como parte de las medidas de mitigación frente al cambio climático
- 2-Utilizar niveles de empleo del sorgo en los concentrados de fabricación local en niveles superiores a los actuales
- 3-Utilizar las bondades del extensionismo agrícola porcino para ampliar los conocimientos sobre la especie

BIBLIOGRAFIA

- 1-**Acurero.G.1983.** Utilización del grano de sorgo como fuente energética en raciones para cerdos en crecimiento y engorde. Voli (1y2). Zootecnia Tropical.
- 2-**Alfonso.P.2010.** Retos de la Producción Porcina para un desarrollo sostenible. Conferencia Congreso Porcicultura Tropical 2010. Habana . Cuba.
- 3-**Anguil.2007** Consideraciones para el cultivo de sorgo Granifero, Buenos Aires,Argentina. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar> (Consultado el 27 de diciembre de 2009. HORA 9.37am).
- 4-**Arias.L.I.Marrero y A.Castro.2009.**Cerdos Alimentados con dietas de sorgo ensilado. Revista computarizada de Producción Porcina.Vol 16 (nº 3)
- 5-**Bornstein. S y Bianka , L. 1971.** Comparaciones de granos de sorgo y maíz como fuente principal de cereal en granos para las raciones de aves .Contenido relativo de aminoácidos azufrados disponibles en el sorgo y el maíz. Brit Pool. Sci 12 , 1pag
- 6- **Bauza. R.M.1995** .Utilización del sorgo forrajero en la alimentación de cerdas gestantes. Boletín de Investigaciones, N° 53,43 pag.
- 7-**Balmaceda.J.F.1929.** Ensayos sobre la crianza de ganado en Cuba.Tesoro del Agricultor Cubano.Tomo 3 ,pp25-29
- 8-**Bermello. Yizzet.2004.** Crece producción de sorgo como sustituto en la alimentación animal .Semnario económico y Financiero de Cuba.[Juventud Rebelde]. [AIN]. [Notinet del Cubaweb].[Cámara de comercio]. Consultado 9/7/2010.Hora 11.00AM
- 9-**Campbell,R,G y Taverner,M.R (1986).** Anim.Prod.Vol43.Pp327-333.
- 10-**Campbell,R,G. (1992).**Feedstuffs.July20.Pag 17

- 11- **Canet. R y col.2003**, Guía técnica para la producción del cultivo del sorgo (*Sorgo bicolor*, L. Moench), primera edición, Instituto de Investigaciones del Arroz, (MINAGRI), pp1-14
- 12-**Cáceres .O. Y R..G. Trujillo.1982** .Valor nutritivo de forrajes tropicales.El sorgo bicolor .Rev.Pastos y Forrajes5 (1) pp 95-105
- 13-**Castellanos. J.2007**. Producción de pollos y cerdos con sabor nacional. Revista La Educación Agrícola. Republica Dominicana
- 14- **Castillo. Amanda y col.2006**. El sorgo y La leucaena en el pienso para gallinas ponedoras . Rev ACPA. N^o 4.19 pag
- 15-**Castro y col. 2000**. Métodos para la alimentación del contenido de energía metabolizable para broilers en variedades de sorgo. Revista Cubana de Ciencia Avícola, (24),pp 97 -101.
- 16-**Compton. L.1990**. Agronomía del sorgo. Programa de Mejoramiento de Sorgo del ICRISAT para América Latina (ICRISAT/LASIP),pp 1-145
- 17- **Chang .S. I.and H. L. Fuller.1964**. Effect of tannin content of grain sorghums on their feeding value of growing chicks .Poult.Sci .43,pag 30
- 18-**Chavez.L. y col .2006**.Comportamiento productivo de cerdos en engorde con tres presentaciones de la dieta(Seca, Húmeda, y Sorgo procesado térmicamente). Porcicultura Tropical.2^{do} Seminario Internacional.La Habana. Cuba
- 19-**CIBA.(Centro de Investigaciones en Bioalimentos).2009** ..Conclusiones Proyecto de evaluación del Sorgo en Ciego de Ávila.Disponible en www.fica.inf.cu. (Consultado 14/7/2010 .Hora 4.00Pm)
- 20-**De León y col (2001)**.Balance proteico de dietas basadas en silaje de sorgo .Estación Experimental Agropecuaria. Manfredi. Argentina
- 21-**Desikachar. H.1982**. Pearling and milling studies on sorghum. In L.W. Rooney & D.S. Murty, eds. Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality Hyderabad, Inde, 28-31,pp 194-199 Patancheru, Inde, ICRISAT.
- 22-**Díaz. R. y M. Guerra. 1982**. Obtención de harinas precocidas de sorgo y su utilización en la elaboración de arepas. Acta Científica Venezuela. 33(1),399pag

- 23- **Domínguez . P. y col. 2006** *Boletín Técnico Porcino* No. 4. El Sorgo. Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP), Habana. Cuba. (Consultado día 19- de diciembre 2009) <http://www.iip.co.cu/BTP/boletin%20sorgo.pdf>
- 24-**Durhan.R.M.1968**.All concentrate ruminant feeding.*Feed Stuffs* 30 March:26
- 25-**Epifanio.E y col .1993**. Digestibilidad del sorgo NK sordan en dos estados de desarrollo para cerdos adultos Universidad de Uruguay, Fac, de Agronomía, Tesis resumen N° 10. (F/1998/21). 12 pag
- 26- **F.A.O.1995**. El sorgo y el mijo: en la nutrición humana, Colección FAO: Alimentación y nutrición .Nº27. ISBN 92-5-303381-9
- 27-**Feedstuffs.1999**.Tomado de:Inclusión de sorgo en dietas para cerdos.Asociación Argentina de Productores Porcinos.[www,e-campo.co](http://www.e-campo.co)
- 28-**Feresin.J.2007**.Informe Sorgo Granifero campaña 2007. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria(INTA). Manfredi Argentina
- 29-**Figueroa.Vilda.1993** Perspectivas de la producción porcina en Cuba, Rev.ACPA.Vol1 Pp 31-33.Habana .Cuba.
- 30-**Figueroa Vilda(1996)**. Producción Porcina con Cultivos Tropicales y Reciclaje de Nutrientes. Capitulo 5.Pag 64-68
- 31- **García. J.L. 2007** . Mejoramiento de dieta porcina por metodología Simplex. *Revista Panorama Administrativo Año 1. No. 2* . Mexico
- 32-**Gomi.Bo.1982**. Raices y Tuberculos.Piensos Tropicales.FAO,311pag
- 33-**Guiragossian. V y col.1978**. Characteristics of protein from normal, high lysine and high tannin sorghum, *J. Agric. Food Chem.* 26(1),219pag
- 34-**Hagerman .A. y Butler,L.1978**. J agric and Food Chemistry. 26(4) ,pp 809-811
- 35-Hahn,D.Rooney,L y Earp,C .1984. Cereal Food World. Vol29,pp 776-779
- 36-**Halloran.H.R. and A.Maunder.1982**.Nutrition evaluation with birdresistantand yellor endosperm sorghum. *Poult.Sci.*(50)

37—**Hassen. M. y col .1986.** Tryotophan levels in normal and high-lysine sorghums. *Cereal Chem.* (63),pp 175-176.

38-**Hoseney. R. Andrews. D. Clark.H.1987.** Sorghum and pearl millet.: Nutritional quality of cereal granis: genetic and agronomic improvement, in *Agronomy series*, ASA, (No. 28) Madison, Wiscosin, EUA.

39-**Hubbard. J. Hall. H. Earle. F.1950.** Composition of the component parts of sorghum kernels. *Cereal Chem.* 27(6),pp 415- 420.

40-**INTSORMIL Nº 5. 1 de Septiembre.2006.** Harina de sorgo como sustituto del trigo en panaderías rurales de El Salvador

41-**Labala.J.2000.** Inclusión de sorgo en dietas para cerdos..Articulo Técnico. Disponible en, [www,e,campo,com S.A/ info@-campo,com](http://www.e.campo.com.S.A/info@-campo.com). Consultado 25/6 /2010

42—**Leiva .Liliam . J.L. López y Y. Quiñones.2004** Comparación de variedades de sorgo en dietas de núcleos de proteínas, vitaminas y minerales (nuprovim) y miel final para cerdos en crecimiento. Revista Computadorizada de Producción Porcina Vol: 11 (Suplemento)

43-**Leon.Alicia.Jaramillo.M e I.Angulo.1990.** Conferencia Evento Internacional XXV Aniversario de la fundación del ICA (Instituto de Ciencia Animal).Habana .Cuba

44-**Lopez.Mycol.1995.**Boniato.Raicesy. Tubérculos.Editorial Pueblo y Educación.Habana .Cuba .166 pag

45—**Luis.E. S.T. W.Sullivan and L.A.Nelson.1982.** Nutarnt composition and feed value of purose millets,sorghumgrains and corn in broiler diets.Poult .Sci.(62),2065pag

46-**Martínez.M.Aispuro. J. Figueroa.L,Velasco. J, y col.2009.** Respuesta productiva y concentración de urea en plasma de cerdos en crecimiento alimentados con dietas sorgo–pasta de soya con baja proteína.Revista Veterinaria México . Vol.40 Nol.Ene/mar.2009.ISSN 0301-5092

47-**Mauromichalis.i y Paton.F.2004** Nuevos ingredientes en la alimentación de cerdos. Nutral, S.A., Barcelona .2004.(disponible en foros de porcicultura .Tema Nutrición). Consultado 14/7/2010 Hora 3.25pm

48-**Mederos . Carmen y col.2009**. Capítulo 2.El convenio de Producción. Manual del Porcicultor.Sociedad Cubana de Porcicultores.ACPA.pp 46-47

49-**Méndez .Asunción .1984**. Determinación de energía metabolizable y efecto en la utilización de sorgos con diferentes contenidos de taninos en dietas para pollos de engorde y gallinas en postura .Tesis.Colegio Postgraduados. Chapingo. México

50-Mehans .H. Butler.L. y Carlson,D.1987.Annual Reviews Nutrition. 7 ,pp 423-440

51-Mesa.A y col.1992.Características Edafológicas de Cuba. Editorial Científico Técnica.Ministerio de Cultura.Habana .Cuba

52-**Mitaru,B.N. ; R. D. Reichert and R. Blair.1983**. Improvement of the nutritive value of high moisture storage (reconstitution). Poultry Sci. 62,2065pag

53-**National Genetic Resources Program.(2008)** GRIN. National Germplasm Resources Laboratory,Beltsville,Maryland <http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/npgs/html/genus.pl11304>

54-**Nebraska Grain Sorghum Board .1999**. Estudio sobre la calidad del sorgo en Nebraska. Disponible en Sorghum@nrcdec.nre.state.ne.us. Consultado 25/3/2010. Hora 11.50 am

55-**Nelson.D y col.1975**. Effect of tannin content and dry matter digestion on energy utilization and average amino acid availability of hybrid sorghum grains .Poultry Sci,54:1620

56-**Oramas.G.Sánchez.2002**. ISIAP DORADO. Una alternativa en la seguridad alimentaria familiar . Rev .ACPA.3.17pag

57-**Oramas.G.2002.V3018**,una variedad de sorgo enano para grano como alternativa en la agricultura familiar.Rev ACPA.2 ,10 pag

58-**Pattacini. S.H. Scoles G.E. y Braun. R.O.2008**. Valor nutricional del grano de sorgo tratado por procesos mecánicos y térmicos destinado a la alimentación de cerdos. Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Porcina, San Luis, 180 Argentina

59-**Perez.I.F.1979**.Nuevas consideraciones sobre el balance alimentario .Los Pastos en Cuba .Tomo 2,pp 566-581. Instituto de Ciencia Animal .Cuba

- 60- **Perez,R. Michelena.J.y Preston.T.R.1969.** Estudios sobre el valor relativo del grano de sorgo de alta humedad ensilado ó preservado con ácido propionico para broiler. Rev .Cubana de Ciencia Agrícola 3(2) .pp185-188
- 61—**Pizzuto. A.1986.** Características físicas y químicas de seis cultivares de sorgo granífero. Tesis de Grado. Fac. Agronomía, UC Venezuela. Maracay. 83 p
- 62—**Pons. M.1986.** Características de las proteínas de seis cultivares de sorgo. Tesis de Grado. Fac. Agronomía, UC Venezuela. Maracay. 126 pag
- 63-**Preston.T.R and Willis .M.B.1969.**Intensive beef production.Pergamon Press:Oxford
- 64-**Precios Fob. Golfo de Mexico.2010.** Mercado Agrícola .Canal de Noticias Rural.ElRural.com. Consultado miercoles 17/11/2010.Hora 11.55 am
- 65-**Purseglove .J.1972.** Tropical crops: monocotyledons, Vol. 1. Londres, Longman Group Limited. 334 pag
- 66- **Reis de Souza.C y col.1993.** Digestibilidad del sorgo NK sordan en dos estados de desarrollo para cerdos adultos. Universidad de Uruguay, Fac, de Agronomía, Tesis resumen N° 10, 1993 (F/1998/21): 12 p
- 67-**Revista Porcicultura Colombiana.1995.**Procesamiento del sorgo para la alimentación Vol 6. N° 39.pp 6-7
- 68-**Richarson. R.1995.** Utilización del sorgo forrajero en la alimentación de cerdas gestantes Boletín de Investigaciones. N° 53.43 pag
- 69-**Richarson.R.2009.**Uso del sorgo en la producción animal.Universidad Técnica de Texas.E.U.51P
- 70-**Rodríguez .Juana.1991.** Empleo del sorgo con zeolita ó azúcar en dietas para pollos de engorde.Rev .Cubana de Ciencia Avícola,18(2),145pag
- 71-**Rooney. L. 1978.** Sorghum and pearl millet lipids. Cereal Chem. 55,pp 584-590.
- 70-**Rooney, y col .1986.** Traditional foods from sorghum: their production, evaluation and nutritional value. Adv. Cereal Sci. Technol. 8.pp 317-353
- 72-. **Tanksley.t .T.D.1994.**Conferencia sobre sorgo patrocinada por el consejo norteamericano de granos, en Zacatecas , Mexico

- 73--**Tanksley.t .T.D (2010)**. El uso del sorgo en la alimentación del cerdo (conferencia)
- 74-**Tecnologías y Procedimientos para la Crianza Porcina con Alimentos Nacionales .2009**. Anexo 1 .Tablas de composición Bromatologica.Instituto de Investigaciones Porcinas . Ministerio de La Agricultura, pp 133-139
- 75-**Torrecilla Marcelo.2006**. El sorgo como alternativa para la fabricación de silages. Revista INTA Manfred .Argentina.Consultado2475 2010. [www.engormix.com/MA-agricultura/](http://www.engormix.com/MA-agricultura/pasturas/foros/sorgo-como-alternativa-fabricación-t-8417/089-p0.htm) pasturas/foros/ sorgo-como-alternativa-fabricación-t 8417/089-p0.htm
- 76-**Saucedo, O y col.2006** .Programa nacional de mejoramiento genético, producción de semilla y agrotécnica del sorgo en Cuba (PNMGPSA), pp 1-26.
- 77-**Singh, R. y Axtell. J. 1973**. High lysine mutant gene that improves protein quality and biological value of grain sorghum. *Crop Sci.* (13),pp 535-539.
- 78-**Solano.O.2009**.Evidencias e impactos de la variabilidad y el cambio climático en el Sector Agrario Cubano.VII.Convención Internacional sobre medio ambiente y desarrollo. I Congreso Internacional sobre cambio climático. Habana .Cuba
- 79-**Stein.H.1996**.Influencia del nivel de energía del pienso sobre distintos parámetros de crecimiento del cerdo entre 50-110 Kg de peso .University of Illinois Swine Research Reports.p.41
- 80- **Tolon.Natacha.2006**.El Sorgo y su Utilización . Boletín Técnico Porcino (4),pp 2-3
- 81-**Trei.J.E.Hak.W.H. and Thever.B.1966**.Influenceof grain processing factor on in vitro fermentation rate .J.Anim.Sci.25pag.910abs
- 82-**Truscott.Kate.1986** Estudio de 12 familias de las tierras comunales de WEDSA,Zimbabwe. Revista de Alimentación y Nutrición 12(1),pp 29-41
- 83-**Stein.H.1996**. Influencia del nivel de energía del pienso sobre distintos parámetros de crecimiento del cerdo entre 50-110 Kg de peso vivo.University of Illinois Swine ResearchReports.41pag-
- 84- **Ugarte . G. H. Domínguez y R. Rábago.1976** Siembra directa de sorgo forrajero en pasto guinea durante la seca.Efecto del pastoreo y de la competencia de otros

pastos sobre la disponibilidad del sorgo y la producción de leche.Revista Cubana de Ciencia Agrícola.Tomo 10(2).147pag

85-National Genetic Resources Program.(2008) GRIN. National Germplasm Resources Laboratory,Beltsville,Maryland<http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/genus.pl11304>

86-Vadell.A.2008. La producción de cerdos al aire libre en Uruguay.Facultad de Agronomía .Universidad de la Republica.Email:avadell@fagro.edu.cu

87-Varela.J y A.Santos.2010.Sacudirse del pienso Importado(entrevista) disponible en (juan.pvp@granma.cip.cu(consultado14/7/2010). Hora 3.00 pm

88-Vaz Martins.D.Seigal .E .Pittaluga,O.2001.Producción de carne con sudangrass dulce , híbrido de sudangrassx sorgo granifero y sorgo doble proposito.INIA La Estanzuela. Colonia . Uruguay\

TABLAS ANEXAS

Anexo1. Volúmenes de alimentos producidos y consumidos en los años Estudiados. (UM. t).

Especie	Ranchuelo	Manicaragua	Placetas	Sta Clara	Cifuentes	Encrucijada	Total
Soya	3.1	2.4	9.8	17.6	18.3	14.5	65.7
Sorgo	112.9	186.1	171.2	159.8	166.4	123.0	919.4
Girasol	5.3	0	12.1	0.6	3.5	0	21.5
Maíz	127.4	324.7	374.5	178.7	918.5	167.1	2090.9
Caña	137.0	1604.0	135.6	466.0	1507.5	2141.4	5991.5
Viandas	214.3	783.8	1281.8	1531.6	3677.4	2464.3	9953.2
Total	600.0	2901.0	1985.0	2354.3	6291.6	4910.3	19042.2

Anexo 2. Tipos de suelo presentes en los municipios estudiados

Municipios	Pardo con carbonatos	Pardo Grisáceos	Fersialítico Pardo Rojizo	Humicos Calcinomorficos
Ranchuelo	X			
Manicaragua		X		X
Placetas	X			
Santa Clara	X			
Cifuentes	X		X	X
Encrucijada	X		X	X