

EVALUACION DEL MAIZ OPACO-2 "ICA V 567" EN LA ALIMENTACION

DE CERDAS GESTANTES Y LACTANTES

TESIS

Presentada al Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias

Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario

Por

OCTAVIO RENGIFO HIGUITA

Como requisito parcial para optar el título de

MAGISTER SCIENTIAL

Bogotá, Colombia

1982

TESIS APROBADA POR
COMITE CONSEJERO

ALBERTO MOLDAJA BUENO

M.S.

HECTOR ALVAREZ GARCIA

M.S.

HECTOR OBANDO CORREA

M.S.

The image shows three rows of handwritten signatures and scribbles, each corresponding to one of the M.S. labels. The signatures are written in dark ink and are somewhat illegible due to the quality of the scan. The first signature is above the first M.S. label, the second is above the second, and the third is above the third. There are also some additional scribbles and marks around the signatures.

"El Presidente de Tesis y el Consejo Examinador de grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el candidato".

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional)

DEDICÓ:

A la memoria de mi Madre
A mi hijo
A mi familia

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos especiales al Instituto Colombiano Agropecuario "ICA", entidad a la cual presta sus servicios como Zootecnista del Programa de Porcinos de la Estación de Montaña, Granja "Turipaná", Departamento de Córdoba; por haberlo elegido candidato para realizar su maestría.

A su Comité Consejero, en especial al Doctor Alberto Moncada B., quien además de ser su Consejero principal, se desempeña como Director Nacional del Programa de Porcinos, por su acertada orientación.

A los Doctores Carlos A. Poveda y Germán Afanador por su valiosísima colaboración y orientación técnica.

Ai Departamento de Estadística del Instituto por su colaboración desinteresada en la programación y procesamiento de los datos.

A la Señora Robertina de Gonzáles, Secretaria del Programa de Porcinos del Centro Experimental "Tibaitatá", por sus eficientes y desinteresados servicios como mecanógrafa de tesis.

Al personal que labora en el Programa de Porcinos de "Tibaitatá", por su amigable colaboración en la realización práctica del trabajo.

Y a todas aquellas personas del Centro Experimental que en una u otra forma intervinieron para sacar adelante esta investigación.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. CARACTERISTICAS BIOQUIMICAS Y NUTRICIONALES DEL MAIZ OPACO	3
2.2. UTILIZACION DEL MAIZ OPACO-2, EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA VIDA DEL CERDO	12
2.2.1. Crecimiento y acabado.	12
2.2.2. Ensayos experimentales con Maíz Opaco-2, para cer- das en gestación y lactancia.	21
3. MATERIALES Y METODOS	37
3.1. METODOLOGIA PARA LA ETAPA DE GESTACION	37
3.1.1. Animales experimentales.	37
3.1.2. Monta.	38
3.1.3. Alojamiento	38
3.1.4. Alimentación	40
3.1.5. Tratamientos	40
3.1.6. Controles	43
3.2. METODOLOGIA PARA LA ETAPA DE LACTANCIA	43
3.2.1. Alojamiento	43
3.2.2. Alimentación	45
3.2.3. Controles	46

LISTA DE TABLAS

TABLA No		Página
1	Distribución de las proteínas en el Endosperma y Germen del maíz.	4
2	Rendimientos promedios de los maíces opacos sembrados en el Valle del Río Sirú, entre 1967 y 1971	7
3	Contenido de aminoácidos en el maíz	9
4	Comparación del contenido de Proteína, Lisina, Triptófano y Metionina en variedades colombianas de Maíz Común y Opaco-2.	10
5	Contenido de Proteína, Triptófano y Lisina en dos Variedades de maíz en diferentes etapas de crecimiento.	12
6	Comportamiento de cerdos alimentados con Maíz Opaco-2 ó Maíz Común, durante los periodos de crecimiento y acabado.	15
7	Resultados de la utilización de Maíz Opaco-2, en diferentes proporciones para lactación en cerdas (CIAT, 1975).	23
8	Comportamiento de cerdas lactantes alimentadas con Maíz Opaco-2, Opaco-2 + Torta de Soya y una dieta testigo a base de Maíz Común.	24

TABLA No.		Página
9	Programación de montas por raza del macho.	39
10	Cambios de alimento para las cerdas C/37 días de gestación.	41
11	Composición de la dieta a base de concentrado (T: 1), para las fases de gestación y lactancia.	42
12	Composición de las dietas a base de Maíz Opaco-2 y Maíz Común para gestación y lactancia.	44
13	Cambios de peso de la cerda durante la etapa de gestación, de acuerdo a los diferentes Tratamientos.	48
14	Cambios de peso de la cerda durante la etapa de lactancia, de acuerdo a los diferentes Tratamientos.	56
15	Variaciones observadas en el comportamiento de los lechones durante los 21 días de lactancia.	60
16	Número de animales muertos y principales causas de mortalidad.	68

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.		Página
1	Incremento promedio de peso de la cerda durante los 110 días de gestación, por Tratamiento.	49
2	Cambio promedio de peso de la cerda durante los 21 días de lactancia, por Tratamiento.	57
3	Número de lechones nacidos, por Tratamiento.	61
4	Número promedio de lechones a diferentes edades, por Tratamiento.	62
5	Peso promedio de la camada a diferentes edades, por tratamiento.	63
6	Peso promedio del lechón a diferentes edades, por Tratamiento.	64
7	Consumo promedio de alimento por animal/día, por Tratamiento, en la etapa de Lactancia.	69

1. INTRODUCCION

La desnutrición proteico-calórica, es una de las entidades clínicas de mayor prevalencia en los países en vía de desarrollo. El uso de las materias primas tradicionalmente empleadas en las dietas para animales monogástricos se ha visto limitado por tres factores principales que son: Su mayor competencia con la alimentación humana y algunas especies, como las aves; su escasez esporádica en algunas épocas del año y el alto costo de las mismas. Por estas razones los investigadores en el campo de la nutrición han orientado sus esfuerzos en la búsqueda de nuevas fuentes de proteína y energía de bajo precio, alto valor biológico y de preferencia disponibles en el área respectiva.

El maíz común ha sido considerado como la principal fuente energética en la formulación de las dietas para la alimentación de los animales monogástricos, especialmente de los cerdos y las aves. No obstante, varios autores han reportado que su calidad proteica es baja, debido principalmente a que la Zeína, que constituye gran parte de la proteína de esta clase de maíz (50% aproximadamente), es deficiente en los aminoácidos Lisina y Triptófano, los cuales son esenciales para la especie porcina.

El maíz Opaco-2, a diferencia del maíz común, contiene en su endosperma un menor porcentaje de la proteína "Zeína" y un mayor porcentaje de Glutelina. Esta última proteína tiene un mejor balance de

Los aminoácidos Lisina y Triptófano, lo que mejoraría su valor biológico en comparación al del maíz común, por tal razón, esta nueva variedad de maíz se constituye en una fuente promisoría para la alimentación de los cerdos.

La incorporación del gen Mutante Opaco-2, a los maíces criollos y mejorados del Programa de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario "ICA", ha estimulado su evaluación no solamente en la nutrición humana sino también en la alimentación de los animales monogástricos. En el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá", se obtuvo la variedad de Maíz Opaco-2 "ICA V 557" para clima frío, la cual reviste la facilidad de sembrarse a nivel de parcela o minifundio y podría, por lo tanto, llegar a ser una de las soluciones a los diversos problemas de tipo nutricional que se presentan en el medio rural.

Considerando que es más importante la calidad de la proteína que su cantidad en los buenos rendimientos de una dieta y teniendo en cuenta que el maíz Opaco-2 "ICA V 557" aún no ha sido utilizado y/o investigado como alimento para cerdos en sus etapas de Gestación y Lactancia, se realizó este trabajo con el objeto de medir los rendimientos de esta nueva variedad, reflejados en los cerdos en las etapas anteriormente mencionadas.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. CARACTERISTICAS BIOQUIMICAS Y NUTRICIONALES DEL MAIZ OPACO

Las modificaciones genéticas son elementos potencialmente útiles para el mejoramiento de la calidad proteica, especialmente de los cereales, cuya importancia se hace mayor al constituir éstos parte esencial de la alimentación humana y de animales monogástricos. El maíz ocupa dentro del consumo mundial un lugar tan destacado como lo tiene el arroz y el trigo, siendo en algunas regiones la fuente principal, tanto de proteína como de energía (Pekkarinen, 1973).

La calidad proteica del maíz común es baja, debido principalmente a que la zeína que constituye gran parte de su proteína es deficiente en los aminoácidos Lisina y Triptófano. Cuando se utilizan dietas a base de zeína como única fuente de proteína para alimentar ratas jóvenes, se observa que ésta no es suficiente para mantener un crecimiento normal, pero si se suplementa Lisina más Triptófano a la Zeína se obtienen resultados satisfactorios (Osborne y Mendel, 1914).

El gen mutante Opaco-2 del maíz fue identificado en el año de 1934, por Singleton y Jones en la Estación Experimental de Connecticut (EE. UU.); posteriormente Mertz en 1964, descubrió que el gen Opaco-2 causaba alteraciones en el contenido de aminoácidos del endosperma

del grano. En el endosperma del maíz común la zeína constituye aproximadamente el 50% de la proteína total y la glutelina representa sólo el 25% de la misma (Bressani y Mertz, 1958) de tal manera, que siendo la zeína deficiente en Lisina y Triptófano, la calidad proteica del maíz común, es baja; la glutelina, en cambio, tiene un mejor balance de aminoácidos con respecto a su contenido de Lisina y Triptófano, lo cual hace muy superior la calidad proteica del Maíz Opaco-2 (Tabla 1.) (Mertz, 1964, 1968).

TABLA 1. Distribución de las proteínas en el Endosperma y Germen del maíz.

Proteína	Germen		Endosperma	
	Maíz Común	Maíz Común	Maíz Común	Maíz Opaco
Porcentaje de Proteína				
Albúminas	30 - 40	3.8	12.1	
Globulinas	30 - 40	2.0	5.1	
Prolaminas	5 - 10	55.1	22.9	
Glutelinas	49 - 54	31.8	50.1	

Mertz, 1968.

La aceptabilidad del Maíz Opaco-2, ha sido limitada por su endosperma suave y baja densidad del grano, por lo cual se han tratado de crear variedades de maíz con valores nutricionales similares a los del Opaco-2, pero con mayor dureza en su grano (Misra, et al, 1975).

Los investigadores del CIMMYT han advertido que sería difícil convencer a los agricultores de producir maíces con alto contenido de Lisina y Triptófano, si éstos dieran menores rendimientos que el maíz común; por lo tanto ellos han encaminado sus trabajos hacia la obtención de contenidos de proteína más altos, sin sacrificar el rendimiento total. También fue necesario desarrollar variedades con alto contenido de Lisina, cuyos granos tuvieran el endosperma con apariencia similar a la del maíz común.

Los primeros trabajos que se llevaron a cabo en el CIMMYT indicaron que la producción de maíz con el gene Opaco-2 y con endospermo suave presentaba una serie de problemas serios, que podrían ser resueltos a través de una selección sistemática y cuidadosa de granos con endospermo duro y vítreo, que aún tuvieran alto contenido de Lisina y de Triptófano y se pudieran considerar por consiguiente, calidad mejorada de proteína. La mencionada estrategia, ha demostrado que es genéticamente posible combinar alto rendimiento con alta calidad nutricional en los materiales de maíz y también eliminar caracteres desfavorables como: bajos rendimientos y granos con apariencia gredosa, opaca y de textura suave, que normalmente se encuentran asociados con el gene opaco-2. Todo este proceso de selección ha dado como resultado el mantenimiento de los tipos de maíz de grano duro con altos contenidos de proteína de buena calidad al mismo nivel que los materiales de tipo suave característicos del gene Opaco-2. La mayor parte de los materiales modificados tienen un contenido de Lisina que

varía del 3.5 al 4.0 por ciento, es decir, cerca del doble de lo que contienen los tipos normales de maíz.

En 1978 se diseñó un ensayo, compuesto por 21 de las mejores poblaciones de maíz con alta calidad de proteína, el cual se sembró en 44 localidades en 31 países. Los datos que se recibieron de 20 de las localidades muestran que un 60 por ciento de esas, la población con alta calidad de proteína igualó o superó en rendimiento al mejor testigo incluido. Asimismo, los datos muestran que los materiales con alta calidad de proteína no mostraron mayor susceptibilidad a las enfermedades que los mejores testigos y además, que la textura del endospermo de los granos de esas entradas permaneció dura y estable en medios ambientes muy diversos. Estos materiales también mostraron superioridad en muchos de los rasgos deseables como precocidad, plantas de menor altura y resistencia a enfermedades foliares.

El Programa de Maíz y Sorgo del C.N.I.A. Turipaná (Córdoba), sembró pruebas regionales en los Municipios de Planeta Rica, Sincelejo, Purísima, Chinú, Loricay Tierralta, con tres variedades de Maíz Opaco, durante los años 1967, 1969, 1970 y 1971. Los resultados aparecen en la Tabla 2, e indican que en general, los maíces opacos tuvieron rendimientos promedios inferiores al testigo comercial, altamente productivo; pero aún así fueron muy superiores al promedio de rendimiento de los maíces duros de la zona.

TABLA 2. Rendimientos promedios de los maíces Opacos sembrados en el Valle del Río Sinú, entre 1967 y 1971.

Genealogía	Rendimiento (Kg./Ha.)			
	1967	1969	1970	1971
ICA H 253	2443	-	-	-
ICA H 255	-	3594	3027	4491
ICA H 208	-	3761	3105	-
Testigo ICA H 154	3283	4456	3823	5869

Murphy y Dalby (1971), al estudiar los cambios en las fracciones proteicas demostraron que la composición de aminoácidos de la zeína del Maíz Opaco-2 y del maíz común, 15 días después de la polinización son diferentes, manteniéndose esta diferencia en estados posteriores de desarrollo. A nivel subcelular, el menor tamaño de los gránulos de proteína del Opaco-2 comparado con el normal (1.0 vs. 2.0 micras de diámetro), se correlaciona con la diferencia inornada el contenido de zeína de las dos clases de maíz (Wolf, et al, 1967); es decir, a menor tamaño de los gránulos de proteína, menor contenido de zeína. Se ha sugerido que el gen Opaco-2 aumenta la actividad de la ribonucleasa en el endosperma, lo que probablemente produce una reducción en la síntesis de zeína y un incremento en el contenido de glutelina (Wilson y Alexander, 1967; Dalby y Davis, 1967).

El contenido de aminoácidos de las diferentes variedades de Maíz (Tabla 3), reflejan modificación en la relación entre la Zeína y Glutelina en el endosperma del maíz que contiene el gen Opaco-2 (Glover et al, 1975). Tanto en el Opaco-2 como en el azucarado-2 Opaco-2, la Lisina aumenta en un 50% mínimo relacionada con el normal y el Triptófano aumenta en un 37 y 87%, respectivamente; mientras que la Leucina disminuye en un 23%. Otros aminoácidos esenciales varían muy poco relativamente, aumentan la arginina y la glicina, y el ácido glutánico disminuye en las dos variedades que contienen el gen Opaco 2. El incremento del contenido de Lisina en el endosperma del Opaco 2, ha sido atribuido a tres factores: - Un incremento del nivel de Lisina en la fracción soluble en ácido. - Un incremento del contenido de Lisina en la fracción Zeína y - Una reducción en la proporción Zeína-Glutelina (Mertz, et al, 1964).

Maner, et al (1971), evaluaron el contenido de proteína en cuanto a los aminoácidos Lisina, Triptófano y Metionina, del maíz común y de dos híbridos dobles de Maíz Opaco-2, Colombianos (ICA H-208 e ICA H-255) y como se esperaba, se encontró un mayor porcentaje de Lisina y Triptófano en el Maíz Opaco-2 (Tabla 4); sin embargo, el contenido de metionina en el maíz Opaco-2 (ICA H-255) resultó más elevado que el reportado en análisis anteriores de la misma variedad, así como también en análisis presentados por Mertz, et al, en 1965 (1.9 Vs. 2.0), Nelson, et al, 1965 (1.8 Vs. 2.0) y Beeson, et al, 1966 (2.0 Vs. 2.83).

TABLA 3. Contenido de aminoácidos en el Maíz.

Aminoácido	Variedad de Maíz		
	Normal	Opaco-2	Azucarado-2- Opaco-2
	g/100 g. de proteína (Nx6.25)		
Isoleucina	3.92	4.00	4.16
Leucina	14.43	11.17	11.14
Lisina	3.02	4.53	4.78
Metionina	4.39	5.02	4.57
Cistina	2.16	2.45	2.63
Fenilalanina	5.66	5.15	4.96
Tirosina	5.01	4.45	4.45
Treonina	3.98	3.97	3.97
Triptófano	0.51	0.70	0.91
Valina	5.52	5.01	5.98
Alanina	7.55	7.23	7.07
Arginina	6.05	8.14	7.60
Asparagina	6.66	8.50	7.42
Glutamina	21.79	19.90	17.02
Glicina	4.26	5.86	5.82
Histidina	3.37	4.02	4.22
Prolina	10.26	10.16	9.34
Serina	5.34	5.22	4.53

Fuente: Clark y otros, (1977)

TABLA 4. Comparación del contenido de proteína, Lisina, Triptófano y Metionina en variedades Colombianas de Maíz Común y Opaco-2

Maíz	Porcentaje de Proteína	Lisina	Triptófano	Metionina
		por 100 gramos de proteína		
Común	10.0	2.8	0.6	3.0
Opaco-2	10.3	4.0	1.0	4.5

Maner, et al, 1971.

Según Clark y otros, 1977, las variedades de maíces altos en lisina, mejoran la retención de nitrógeno al menos en 0.59 grs. por encima de los resultados obtenidos de la ingestión diaria del maíz tradicional. Rosa, J. G. y otros (1977), encontraron que todos los maíces con gen Opaco-2 contenían en promedio 2.65% más nitrógeno digestible que las variedades corrientes.

Gupta y otros (1977), reportaron que el contenido de Lisina y Triptófano tanto en el maíz normal como en el Opaco decrece con la maduración del grano. El Gen Opaco al aumentar la proporción de Lisina y Triptófano en el endosperma del grano de maíz, a diferencia del maíz común que contiene mayores proporciones de éstos en su embrión, hace implicar que la remoción del germen del maíz común sería más detrimento para su calidad, de lo que sería para el maíz Opaco-2 (Inglett, 1970).

Moreno, J. D.; Ramírez, M. C.; Torregroza, M. 1979, encontraron que de acuerdo a los análisis químicos de la variedad de Maíz Opaco-2, ICA V 557, realizados en el Laboratorio de calidad del maíz del Instituto Colombiano Agropecuario "ICA", en la Granja Tibaitatá, se seleccionaron las 100 mazorcas cuyo contenido promedio del aminoácido Lisina en su grano, fuera de 0.335% en la muestra, lo cual da un contenido de 4.08% en proteína y de 0.088% del aminoácido Triptófano, en muestra, o sea 1.07% en proteína. Comparando con los mismos aminoácidos del maíz común ICA V 506, cuyos contenidos de Lisina y Triptófano son de 2.14% y 0.53, respectivamente, se puede observar que el ICA V 557, contiene 1.9 veces más Lisina y 2.0 veces más Triptófano.

Por otra parte, Rivera et al, (1978), reportan que la calidad de la proteína del Maíz Opaco-2 se deteriora cuando es sometido a desecamiento prolongado a 50°C y que el aminoácido más afectado por la temperatura es la Lisina, el cual puede perderse hasta en un 22%. Estos mismo autores demostraron que la utilización del Maíz Opaco-2 inmaduro (Choclo) era superior al maíz normal en ganancia de peso, eficiencia alimenticia, disponibilidad de aminoácidos y nutrientes digestibles totales.

El contenido de proteína y de los aminoácidos Lisina y Triptófano de las Variedades de Maíces (analizados en el Laboratorio de calidad del maíz en Tibaitatá), utilizados en experimentación en su estado

inmaduro (Choclo), son superiores a los contenidos cuando éstos están maduros (grano seco), como se muestran en la Tabla 5.

TABLA 5. Contenido de proteína, Triptófano y Lisina de dos variedades de maíz en diferentes etapas de crecimiento.

	Maíz Opaco-2 (ICA V 557)		Maíz Común (ICA V 506)	
	Choclo <u>1/</u> %	Grano seco <u>2/</u> %	Choclo %	Grano seco
1. Proteína (N x 6.25)	13.54	9.1	12.86	8.90
2. Triptófano				
Como porcentaje en la Muestra	0.09	0.07	0.07	0.03
Como porcentaje en la proteína	0.69	0.79	0.56	0.37
3. Lisina				
Como porcentaje en la Muestra	0.60	0.28	0.48	0.18
Como porcentaje en la proteína	4.40	3.08	3.76	2.02

Fuente: Citado por Rivera y Colaboradores.

1/. Choclo: maíz a los 6-7 meses de sembrado en clima frío

2/. Grano seco: maíz a los 9-10 meses de sembrado en clima frío.

2.2. UTILIZACION DEL MAIZ OPACO-2, EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA VIDA DEL CERDO

2.2.1. Crecimiento y Acabado.

Se han realizado numerosos estudios para evaluar el Maíz Opaco-2, du-

ticia cuando consumieron Opaco-2, que cuando consumieron maíz común (0.26 Vs. 0.06 Kg./día; 3.46 Vs. 9.88). Sin embargo, se obtuvieron tasas similares de ganancia de peso cuando se suplementó el maíz común con Lisina y Triptófano. Estos resultados sugieren que los efectos benéficos del Opaco-2 para cerdos se deben principalmente, al alto contenido de Lisina y Triptófano.

La superioridad del Opaco-2 frente al maíz común también ha sido demostrada por Pacheco y Villaca (1972) quienes encontraron resultados muy similares a los obtenidos por Cromwell en 1967.

En los trabajos realizados por Misovic et al, (1969), Klein et al, (1970), Martínez y Shimada, (1971), Tkachev et al, citados por Celleri, 1975 y Poltasy, et al, citados por Celleri, 1975, se encontraron resultados similares. El valor nutritivo del Opaco-2, harinoso-2 y maíz común, fue estudiado por Klein et al, (1971), en cerdos en crecimiento. Los cerdos que consumieron Opaco-2 tuvieron mayor ganancia de peso y conversión alimenticia, comparada con aquellos que consumieron harinoso-2 ó maíz común.

Se ha demostrado, Beeson y otros, 1966; Picked, 1966; Cromwell y otros (1967); Gallo y otros, (1968), que se requiere un nivel más bajo de proteína total en la dieta cuando se emplea maíz Opaco-2. La Tabla 6, registra un ejemplo de los resultados con dietas de 16, 12 ó 10% de proteína a base de maíz común o de Maíz Opaco-2. Durante el

rante el crecimiento de cerdos. Beeson et al (1966), compararon el valor nutritivo del Opaco-2 (11% de proteína bruta, 0.24% Lisina, 0.09% Triptófano) con una dieta a base de maíz común más torta de soya. Los niveles de proteína de las dietas fueron de 11.6, 8.6 y 11.6 por ciento respectivamente. Los cerdos alimentados con Opaco-2, tuvieron ganancias de peso similares a las de los cerdos que consumieron la dieta a base de maíz común más soya (0.427 Vs. 0.422 Kg./día) y 3.6 veces mayores que las de los cerdos alimentados con maíz común. Estos datos indican que la calidad de la proteína del Opaco-2, es equivalente a la de una dieta isonitrogenada de maíz común más soya a un nivel proteico bajo y que es superior a la proteína del maíz común.

Los primeros trabajos reportados en cerdos, entre 13 y 25 Kg. de peso con Maíz Opaco-2, demostraron que su crecimiento fue de 3.6 veces mayor que los alimentados con maíz corriente y su crecimiento fue igual a los alimentados con una dieta balanceada a base de maíz y torta de soya. Igualmente con cerdos en acabado de más de 50 Kg. de peso, a quienes se les suministró maíz Opaco-2 ganaron 50% más de peso que los alimentados con una dieta a base de maíz común y crecieron igual que los alimentados con una dieta del 13% de proteína a base de maíz común y torta de soya (Beeson et al, 1966 y Picked, 1966).

Cromwell, et al (1967), quienes publicaron datos similares a los anteriormente expuestos, encontraron que cerdos de 11.5 Kg. de peso corporal, obtuvieron mayor incremento de peso y mejor conversión alimen-

período de crecimiento (20-50 Kg.), una dieta con 12% de proteína es adecuada para obtener una óptima producción económica cuando se emplea maíz Opaco-2 en la dieta; mientras que durante el período de acabado, el maíz Opaco-2 suministrado como única fuente de energía y proteína, es adecuado para mantener un nivel óptimo de crecimiento.

TABLA 6. Comportamiento de cerdos alimentados con Maíz Opaco-2 o maíz común durante los períodos de crecimiento y acabado

	Nivel de ganancia diaria Alimento/		
	Proteína %	Promedio Kg.	Ganancia Kg.
CRECIMIENTO ^{1/}			
1. Maíz común-soya	16	0.88	2.40
2. Maíz Opaco-2-soya	16 [†]	0.79	2.43
3. Maíz común-soya	12	0.69	3.02
4. Maíz Opaco-2-soya	12	0.80	2.66
5. Maíz Común solo	10	0.36	4.08
6. Maíz Opaco-2 solo	10	0.64	2.94
ACABADO ^{2/}			
1. Maíz común soya	16	0.79	3.35
2. Maíz común	10	0.62	4.58
3. Maíz Opaco-2	10	0.81	3.67

^{1/}. Fuente, Gallo y otros 1968.

^{2/}. Fuente, Gallo y otros 1969

Maner et al (1969), en un estudio hecho con cerdos de 35 días de edad y 8.9 Kg. de peso corporal que recibieron Opaco-2, como única fuente de energía y proteína; no obtuvieron aumentos iguales a los registrados de animales alimentados con una dieta control a base de (maíz común + torta de soya y 16% de proteína bruta). Es decir, que el Opaco-2 no fue suficiente para mantener una producción continua durante la etapa temprana de crecimiento en cerdos. Sin embargo, al comparar el Opaco-2 y el Maíz común solos, los aumentos producidos por el Opaco-2, son 10 veces superiores a los obtenidos con el maíz común.

Corzo y Gallo (1970), confirmaron los resultados anteriores cuando compararon el efecto del pastoreo sobre el rendimiento de los cerdos alimentados con Opaco-2 durante su crecimiento, (20-47 Kg.). Ellos informan que los cerdos alimentados con la dieta testigo (maíz + torta de soya, 16% de proteína bruta) en confinamiento, produjeron los mejores rendimientos o eficiencias de conversión de alimento. El pastoreo disminuyó los rendimientos de los cerdos que recibieron la misma dieta (16% proteína bruta). Sin embargo, estos resultados fueron superiores a los obtenidos con maíz Opaco-2 (10% proteína bruta) y maíz común (10% proteína), en pastoreo; aunque los rendimientos con Opaco-2 demostraron ser superiores al maíz común; indicando además que es necesario suplementar el Opaco-2 con una fuente de proteína durante la fase de crecimiento de los cerdos. Con niveles iguales de proteína, tanto el Opaco-2 como el maíz común mantie-

nen niveles de crecimiento similares en cerdos, pero si la proteína disminuye referente a la establecida para cerdos en crecimiento, el Opaco-2 se hace más efectivo (Moser et al, 1972).

La suplementación del Opaco-2 con niveles de 0, 4, 8, 12 y 16 por ciento de torta de soya, mejora la ganancia de peso en forma lineal para cada nivel de soya (377, 508, 568, 590 y 663 g./día. respectivamente). Con el nivel más alto de soya, la ganancia de peso es similar a la obtenida con una dieta testigo de 16. de proteína a base de maíz y de torta de soya (663 Vs. 658) (Puck y Meade, 1968).

Drews et al, 1969 y Sinombing et al, 1969, reportaron experimentos similares utilizando niveles crecientes de torta de soya (8.7 a 28.7%) con Maíz Opaco-2 y/o Maíz común a cerdos de 5.13 kg. de peso corporal. Los cerdos que recibieron el maíz opaco-2 tuvieron mayores ganancias de peso y requirieron menor cantidad de alimento por unidad de ganancia que los cerdos alimentados con maíz común. Con estos resultados también estuvieron de acuerdo Marroquín y Colaboradores (1970, 1973).

Poveda y Colaboradores, 1979; midieron el comportamiento de los cerdos en fase de crecimiento y acabado, cuando la única fuente de proteína provenía del maíz opaco, variedad para clima frío, y concluyeron:

- Que el Maíz Opaco-2 puede usarse en la dieta de los cerdos en cre-

cimiento en un 89.5% sin comprometer su crecimiento normal.

- Que el Maíz Opaco-2 puede usarse como única fuente de proteína en el periodo de acabado con rendimientos muy similares a los de una dieta comercial.
- Las respuestas obtenidas con cerdos alimentados a base de Maíz Opaco-2 demuestran un mejor balance de los aminoácidos esenciales Lisina y Triptófano principalmente, lo que lo hace de gran utilidad en la alimentación, tanto humana como animal.
- Incluyendo el Maíz Opaco-2 en dietas para cerdos, es factible disminuir el nivel de proteína, sin perjuicio de los normales rendimientos por parte de los animales.

El maíz opaco también se ha suplementado con otras fuentes proteicas. Maner et al (1971a), utilizaron varias fuentes de proteína para suplementar el Opaco-2 en dietas que contenían 12% de proteína. Las fuentes estudiadas fueron torta de soya, harina de pescado, harina de carne y torta de algodón sola o en combinación con las otras fuentes. Ellos informaron que la torta de algodón sola o en combinación con soya fue significativamente deprimente en lo que respecta a la ganancia de peso de los cerdos en crecimiento. La torta de maní más Maíz Opaco-2, en cerdos de 21.8 Kg. de peso corporal, produce una mejor tasa de crecimiento (0.42 Kg./día) que la torta de maní más Maíz común (0.25 Kg./día) (Thomas y Kornegay, 1971). Se obtienen además, mejores respuestas cuando se adiciona 0.20% de Lisina (0.55

vs. 0.35 Kg./día) a las mezclas. Con niveles superiores de Lisina, la respuesta fue mayor. En estudios posteriores (Thomas y Kornegay, citados por Celleri, 1975), se concluye que para dietas a base de Opaco-2 y torta de maíz (10% de proteína bruta) para cerdos en crecimiento, es necesario adicionar Lisina, ya que a pesar del alto contenido de Lisina en el Opaco-2, ésta no es suficiente para suplir la deficiencia de la dieta.

La suplementación del Opaco-2 con aminoácidos fue estudiada por Gallo et al (1970), quienes adicionaron Lisina, Metionina, Triptófano y Treonina por separado al Opaco-2. Las ganancias alimenticias no mejoraron con la adición de estos aminoácidos en cerdos de 9 Kg. de peso inicial durante 21 días experimentales. Oestmer et al. 1970 también llegaron a conclusiones similares a este respecto. Para Merrill y colaboradores, 1973, quienes efectuaron experimentos similares con cerdos en crecimiento, tampoco encontraron diferencias significativas en los incrementos de peso de los animales. Los anteriores informes fueron además corroborados por Moser et al, 1973; Veum et al, 1973 y Bellamy, 1970.

Wahlstrom y otros (1977), utilizando distintas variedades de maíz en dietas para cerdos jóvenes y la suplementación de aminoácidos, encontraron respuesta favorable con la adición de Lisina a las raciones en lo concerniente a la eficiencia de los animales, efecto tal que no pudo lograrse con la incorporación adicional de Triptófano.

Las mezclas de Lisina, Triptófano y Treonina, adicionadas al Maíz Opaco-2, mejoran el incremento de peso en cerdos en crecimiento (0.28 Kg./día) en comparación con una dieta compuesta de maíz más soya de 9.9% de proteína (0.19 Kg./día) (Gallo et al, 1970). Nordstrom y Colaboradores, 1970, efectuaron ensayos similares con los mismos aminoácidos, encontrando también resultados positivos, menos con la adición de metionina, ácido glutámico y glicina; aunque Klein et al. (1968), reportaron incrementos en la conversión alimenticia y peso de cerdos alimentados con maíz opaco-2 suplementado con ácido glutámico y los diez aminoácidos esenciales recomendados por el National Research Council, 1973 (0.53 Kg. y 2.6), al compararlos con los resultados obtenidos con Opaco-2 solo (0.39 Kg. y 3.4).

En lo que respecta al acabado de los cerdos (50 a 100 Kg. de peso corporal), se reportan estudios numerosos: Beeson et al (1955); Jensen et al (1969); Gallo et al (1968, 1969); Cromwell et al (1971); Rjadeikov y Mirosnicenko (1971); Kronka et al (1971); y Cline (1972); Wahlstrom (1973), indicando que el maíz Opaco-2 para la etapa de acabado en cerdos, cuando se utiliza como única fuente de energía y proteína, da mejores resultados en cuanto a incremento de peso y conversión alimenticia comparativamente con dietas balanceadas con bajos niveles de proteína (10 y 12% de proteína bruta).

Lo señalado en el párrafo anterior ha sido corroborado últimamente por las investigaciones de Obando y Colaboradores (1981), quienes

evaluaron el valor nutritivo del Maíz Opaco-2 para clima frío en cerdos en crecimiento y acabado y concluyeron que el maíz Opaco-2 suplementado con 7.5% de torta de soya para cerdos en crecimiento, es tan eficiente como una dieta a base de maíz corriente y torta de soya, con 15% de proteína. En el período de acabado se puede suministrar Maíz Opaco-2 como única fuente de proteína y energía. También concluyeron que las dietas a base de Maíz Opaco-2 suministradas en el período de crecimiento y acabado, con bajos niveles de proteína (10.5% y 9.2%), no afectan grandemente las características de la canal.

2.2.2. Ensayos Experimentales con Maíz Opaco-2, para cerdas en Gestación y Lactancia.

En el Informe Anual del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (1975), se reportan los hallazgos experimentales hechos en cerdas y ratas con quienes se utilizó Maíz Opaco-2, como única fuente de energía, demostrando no ser suficiente para el desarrollo adecuado de la lactancia. En las cerdas el efecto negativo se demostró principalmente por la pérdida de peso de la hembra lactante; mientras que en ratas, tanto la madre como su descendencia fueron afectadas negativamente en su peso.

En las experiencias anteriormente señaladas, se utilizaron cinco tratamientos consistentes en diferentes combinaciones de Maíz Opaco-2 y

tres niveles de proteína. En dos de los tratamientos la dieta fue cambiada a los 28 días, con el objeto de evaluar diferentes sistemas de alimentación durante la primera mitad del período de lactancia (56 días), debido a la diferencia en producción de leche durante estas dos fases. Como puede verse en la Tabla 7, hubo una clara ventaja nutricional para las hembras que consumieron Maíz Opaco-2 (9% de proteína) durante la primera fase y Maíz Opaco-2 más torta de soya (13% de proteína), hasta el destete. El desarrollo en términos de ganancia de peso para la cerda y el desarrollo para la camada fueron iguales o mejores que los otros tratamientos con Maíz Opaco-2 a pesar de que el consumo total de proteína durante la lactancia fue menor, excepto para el grupo que consumió Maíz Opaco-2, durante el período completo.

Se hizo una evaluación con la harina de yuca y el maíz Opaco-2 durante todo el ciclo de vida alimenticia de los cerdos. El número de cerdos nacidos correspondió al grupo alimentado con harina de yuca, sin embargo, ésto puede ser atribuido a aspectos ambientales o variaciones individuales en los animales y no a los tratamientos experimentales. El número de cerdos por camada fue similar en los dos grupos, sin embargo, las cerdas alimentadas con dieta de yuca tendieron a tener camadas más pequeñas. En adición, los pesos de estos cerdos al nacimiento fueron consistentemente más bajos que los grupos con yuca. El promedio del número de cerdos al destete fue significativamente más bajo en el grupo alimentado con yuca.

TABLA 7. Resultados de la utilización de Maíz Opaco-2, en diferentes proporciones para lactación en cerdas (CIAT 1975).

Tratamientos* Parámetros	Control (16%)	Opaco-2 (9.5%)	Opaco-2 + T.S. (13%)	0-2 + T.S. y (13y9.5%)	0-2 + 0-2 + T.S. (9.5y13%)
Hembras lactantes** Cambio de peso (Kg.)	0.15	-22.85	- 7.39	-17.04	- 7.32
Consumo alimento/día (Kg.)	5.10	4.76	5.37	4.88	5.58
DATOS LACTANCIA					
No. cerdos/camada	10.57	10.00	11.00	8.57	9.71
Peso individual (Kg.)	1.14	1.15	1.28	1.33	1.25
Peso camada (Kg.)	12.08	11.20	13.22	11.45	11.94
DATOS AL DESTETE					
No. cerdos/camada	8.86	8.29	9.43	8.00	9.57
Peso individual (Kg.)	16.03	15.62	16.01	17.62	17.44
Peso Camada (Kg.)	141.96	129.32	151.00	140.04	149.21

* En los primeros tres tratamientos, la dieta fue administrada a través de toda la lactancia; mientras que en los últimos, se cambió de tratamiento transcurridos los 28 días iniciales. Las figuras entre paréntesis indican el nivel de proteína utilizada.

** Se utilizaron 7 cerdas por tratamiento y un periodo de lactancia de 56 días.

T.S. = Torta de Soya
0-2 = Maíz Opaco-2.

por lo que las leves diferencias observadas al nacimiento fueron más significativas al destete. Sin embargo, el promedio de pesos por lechón al destete no fueron apreciablemente diferentes para los tres grupos; la interacción de peso y número de cerdos por camada, expresados como peso total por camada al destete no fueron apreciablemente diferentes para los tres grupos; la interacción de peso y número de cerdos por camada, expresado como peso total por camada al destete, fue considerablemente más bajo para el grupo alimentado con yuca, especialmente cuando se comparó con el grupo control (103.6 y 145.4 kg.), respectivamente. El desarrollo de las camadas del grupo alimentado con Maíz Opaco-2 fue intermedio.

El consumo total alimenticio por hembra primeriza durante el ciclo de vida incluyendo la dieta inicial para cerdos lactantes, fue similar (Aprox. 1 tonelada/animal) para todos los grupos. Las diferencias más notables corresponden a las necesidades de proteína suplementaria, en este caso a la torta de soya. Debido a la alta calidad proteínica del maíz Opaco-2, los animales alimentados con estas dietas requirieron sólo 36% de la cantidad de torta de soya (53.7 Vs. 149.1 Kg.) necesitados por los animales alimentados con la dieta de maíz común. De otra parte, la reducida cantidad de proteína cruda presente en la harina de yuca y su pobre calidad, indispensable para los altos requerimientos de torta de soya (2.69 %) comparado con 149.1 y 53.7 Kg. para dietas en base a maíz común y opaco, respectivamente. Por lo tanto para balancear la dieta experimental con la

se a la harina de yuca, los animales necesitaron un 80% más de torta de soya que el grupo control. Los desarrollos más bajos en el grupo alimentado con harina de yuca pueden ser parcialmente explicados por el efecto de la calidad proteínica, posiblemente, debido a la deficiencia de metionina en ambos: harina de yuca y torta de soya.

Las observaciones experimentales confirman las estimaciones teóricas del ahorro proteínico o suplementación proteínica derivada del uso del maíz con alto contenido en Lisina como el Opaco-2. Por otra parte, cuando la harina de yuca se utiliza, hay necesidad de consideraciones nutricionales grandes y económicas para obtener resultados tan satisfactorios como los de la dieta control (CIAT, 1975).

La capacidad de las cerdas gestantes para sostener un desarrollo fetal normal, bajo condiciones de restricción proteínica, ha sido demostrado por Clawson et al (1963) y por Rippe et al (1965). Ellos alimentaron cerdas gestantes con dietas que contenían 5% de proteína durante un ciclo de gestación y observaron que el bajo nivel proteínico no afectó ni el peso ni el número de cerdos vivos al nacimiento.

Frobish et al (1966) y Hawton y Meade (1971), han encontrado resultados similares con bajos niveles de proteína. Inclusive con dietas carentes de proteína desde el día 24 de preñez, se observaron camadas con peso y tamaño normales (Pond et al, 1969). Mediante los reportes de Buitrago y otros (1975), el maíz Opaco-2 también se ha suministrado como la única fuente proteínica y energética a las cerdas

gestantes sin alterar la reproducción normal (Hesby y otros, 1970a; Baker y otros, 1970). Por otra parte Maner, (1971b) concluyó que el maíz Opaco-2 puede utilizarse como única fuente proteica en la dieta para cerdas en gestación, sin afectar su producción. Pond et al, 1973; Buitrago, et al, 1974a, probaron que la restricción energética durante la gestación, el tamaño y/o peso de la camada parecen afectarse adversamente con la restricción proteica. Buitrago et al 1974b, administraron 2.2 Mcal. y 8.0 Mcal., diariamente a cerdas gestantes, encontrando que el peso al nacimiento de los lechones fue el 70% del peso promedio de los lechones provenientes de hembras alimentadas con una dieta alta en energía. Aunque Maner y otros (1971b), no encontraron diferencias en el tamaño ni el peso de la camada después de 35 días de lactancia, Mahan y colaboradores (1971a), observaron una marcada reducción en la producción de leche cuando las hembras se alimentaron con una dieta a base de Maíz Opaco-2.

El peso al nacimiento y el crecimiento postnatal se reducen en cerdas provenientes de hembras alimentadas durante la gestación con dietas carentes de proteína (Pond et al, 1969; Atinmo et al, 1974). Estos resultados indican que la preñez de las cerdas puede mantenerse aparentemente en forma normal a pesar de una severa restricción proteica mediante la utilización de los aminoácidos almacenados en el tejido materno para el crecimiento fetal (Pond et al, 1968a). Sin embargo, en el caso de restricción energética durante la gestación, el tamaño y/o peso de la camada parece ser afectado adversamente (Pond, 1973).

Buitrago y Colaboradores (1974a), examinaron los lechones recién nacidos de hembras que recibieron poca energía durante la gestación y encontraron una reducción en el nivel total de ácido desoxiribonucleico (ADN) en el músculo gastronemio, así también una reducción en la grasa muscular, en el glucógeno hepático, en la proteína del suero y en el número de fibras musculares. Es interesante anotar que cuando las hembras en gestación reciben niveles bajos de energía, los lechones se recuperan durante el crecimiento post-natal, siempre y cuando reciban dietas adecuadas.

Parece existir una interacción entre los niveles de proteína, en las fases de gestación y lactancia, la cual sugiere que el bajo nivel de proteína en gestación afecta a la cerda y su camada durante la lactancia (Mahan y Mangan, 1974). Según Atinno y Colaboradores (1974), la restricción proteica durante la gestación (0.5% de proteína bruta en la dieta), redujo significativamente el peso del cerebro de los lechones al nacimiento, pero no afectó el peso del riñón ni de las glándulas adrenales. El nivel de albúmina en el suero fue inferior, pero los niveles de hemoglobina, de proteína en el suero y de plasma libre de ácidos grasos al nacimiento o al sacrificio (90 Kg.), fueron similares a los de las progenies provenientes de cerdas alimentadas con 18% de proteína durante la gestación. Ni la concentración de ADN en el cerebro entero, ni la concentración de ADN y ácido ribonucleico (ARN) del músculo largo dorsal, fue afectada por los niveles de proteína suministrados durante la gestación. Sin embargo,

la concentración de ARN del cerebro entero se redujo significativamente en los lechones recién nacidos y en los adultos cuyas madres fueron sometidas a severa restricción proteica durante la gestación. Pond et al, 1969, en ensayos comparares encontraron además una reducción significativa en la relación ARN/ADN.

Lenkett, 1957, demostró que el tamaño de la camada y el peso del cerdo al nacimiento, al destete, o en cualquier otra etapa de la vida del cerdo, no son factores que responden a distintos niveles de proteína, suministrada durante el período completo de la gestación.

Pond et al, 1968b, informan que la proteína del suero de cerdos adultos, nacidos de hembras alimentadas con una dieta carente de proteína (0.5% de proteína bruta en la dieta), fue significativamente más alta que la encontrada en cerdos cuyas madres recibieron 18% de proteína en la dieta. Ellos sugieren que este efecto podría deberse a una respuesta compensatoria en la proteína del suero de estos cerdos que fue más baja que la de los cerdos de la dieta testigo al nacimiento. Sin embargo, cuando la restricción proteica de la cerda gestante comienza a los 24-28 días el total de proteína en el suero de las progenies no fue significativamente más bajo que el registrado con la dieta testigo (18% proteína bruta). Algunas de las consecuencias encontradas experimentalmente en ratas alimentadas con dietas bajas en Lisina (Canfield 1978), son las siguientes: desigualdad en el crecimiento de las camadas y alteraciones en la morfología de los hepatocitos.

Las cerdas alimentadas con maíz común y Opaco-2 en la gestación tienen menor concentración de albúmina y mayor concentración de alfa-globulina en el suero comparadas con las alimentadas con una dieta de 15% de proteína (maíz + torta de soya). Sin embargo, el nivel de proteína del suero de las cerdas que recibieron maíz común es menor que el nivel obtenido con Opaco-2 (Hesby et al, 1970a 1972). Además las cerdas alimentadas con Maíz común retuvieron significativamente menos nitrógeno que las alimentadas con Maíz Opaco-2 (11.2% de proteína bruta) o con maíz común más soya (15.0% de proteína bruta). Las cerdas que recibieron Opaco-2 retuvieron más nitrógeno que las que recibieron una dieta isonitrogenada de maíz + soya (11.2% proteína bruta) y una cantidad similar a la retenida con una dieta de 15% de proteína. El incremento en la retención de nitrógeno en las cerdas alimentadas con Opaco-2 en contraste con las alimentadas con Maíz común o con una dieta isonitrogenada de maíz más soya (41.5, 23.8 y 30.7% de nitrógeno retenido, respectivamente), indica la mejor calidad proteica del Maíz Opaco-2.

Lucas et al (1969), estudiaron el nivel de aminoácidos en el plasma de cerdas en gestación y lactancia alimentadas con dietas que contenían 8, 12, 16 y 20% de proteína, durante 4 ciclos reproductivos sucesivos. Ellos encontraron que los niveles de arginina, isoleucina, lisina, treonina y valina en el plasma se incrementaron linealmente, mientras que los valores de histidina, metionina y fenilalanina se incrementaron cuadráticamente de acuerdo al nivel de proteína en la dieta.

Los lechones recién nacidos, provenientes de hembras alimentadas con un nivel alto en proteína (21.2% de proteína bruta) durante la gestación desarrollaron fibras musculares de mayor diámetro que aquellos lechones cuyas madres recibieron un nivel bajo de proteína (10.4% de proteína bruta) (Livinston, 1962), (Hawton y Meade, 1971).

La calidad nutritiva del Maíz Opaco-2 en cerdas gestantes fue estudiada por Hesby et al (1970b), en tres experimentos sucesivos. Ellos compararon el maíz común, el Opaco-2 (11.2% proteína bruta, 0.49% de Lisina) y dos dietas a base de maíz común más torta de soya (11.2% y 15.0% de proteína cruda). La ganancia de peso de las cerdas gestantes fue significativamente menor para aquellas alimentadas únicamente con maíz común comparada con la ganancia de las que recibieron los tratamientos restantes (0.37, 0.44, 0.46 y 0.43 Kg./día). Sin embargo, no existieron diferencias significativas en el número total de lechones nacidos por camada (10.5, 10.2 y 10.8), en el número de lechones nacidos vivos (10.1, 9.9, 10.0 y 10.0), ni en el peso promedio de los lechones al nacimiento (1.2, 1.3, 1.2 y 1.3 Kg.). Baker et al (1970), también obtuvieron resultados similares al evaluar el Opaco-2 (9.7% de proteína bruta), maíz común (8.8% de proteína bruta), maíz común en diferentes mezclas con torta de soya (12, 16 y 20% de proteína bruta). Las cerdas alimentadas con Opaco-2 ganaron más peso que las que recibieron maíz común (46.6 Vs. 36.1 Kg.), pero se observaron ganancias inferiores cuando se compararon con las dietas a base de maíz común más torta de soya (49.0, 51.0 y 51.0 Kg., respec-

tivamente). El número de lechones nacidos (total o vivos) y el peso de los lechones por camada, no fueron afectados por los tratamientos.

Hesby et al (1970a, 1972), utilizaron dietas a base de maíz común, maíz común más 0.2% de Lisina y dietas con maíz común más torta de soya (11.2 y 15% de proteína bruta). La adición de lisina al maíz común mejoró el incremento de peso de las cerdas al compararlo con el obtenido con maíz común solo (0.33 Vs. 0.26 Kg./día), pero produjo un incremento inferior al obtenido con Opaco-2 (0.38 Kg./día).

Además cuando las cerdas en gestación recibieron maíz común, maíz Opaco-2, maíz más torta de soya (11.2, 12.0, 15.0, 16.0 y 20 de proteína bruta) y una dieta standar durante la lactancia (15 a 16 de proteína bruta), no se observaron diferencias en el número y peso de los lechones destetados (21 a 35 días de edad), pero hubo variaciones en la pérdida de peso de las hembras.

Baker et al (1970), informaron sobre ganancias de peso durante la lactancia de cerdas que fueron alimentadas con maíz común durante la gestación (4.46 Kg.) y una reducción en el peso de las que recibieron Opaco-2 (-0.29 Kg.).

Los efectos directos de la restricción proteica de las cerdas en lactancia fueron estudiados por MacPherson et al (1969). Ellos alimentaron las cerdas en gestación con un nivel de 14% de proteína y en

lactancia con 19, 16.5 y 14% de proteína por tres ciclos reproductivos. Los tratamientos no tuvieron efectos significativos ni en la producción ni en la composición de la leche de las cerdas. Sin embargo, en las lactancias sucesivas, el nivel de proteína tendió a decrecer en las cerdas alimentadas con bajo nivel proteico. Tampoco afectó la producción diaria de lactosa, pero la producción de grasa en la leche de hembras que recibieron 14% de proteína se redujo significativamente, comparada con aquellas que recibieron 19 y 16.5% de proteína en la tercera lactancia.

Manan et al (1971), utilizaron dietas a base de Maíz común más torta de soya (de 10 a 18% de proteína), para ser comparadas con una dieta a base de maíz opaco-2 solo. Ellos encontraron que la proteína dietética afectó significativamente sólo el nivel de albúmina en la leche de las cerdas, que decreció cuando el nivel de proteína de las dietas disminuyó. Los valores de albúmina y nitrógeno no proteico (NNP) de la leche fueron constantes a medida que la lactancia progresaba, cuando las cerdas recibieron 18% de proteína. Sin embargo, hubo un incremento en el NNP y un descenso en el nitrógeno de la albúmina, cuando las cerdas recibieron dietas con 10 y 14% de proteína. Además la producción de leche disminuyó paralelamente con los niveles decrecientes de proteína, hasta el punto de registrar un marcado descenso cuando las cerdas recibieron 10% de proteína y Opaco-2.

Manan, et al (1971), en la Universidad de Illinois, suministraron vitaminas y minerales a las dietas a base de Maíz Opaco-2 (10% protei-

na y 0.38 de Lisina). La pérdida de peso de las cerdas que recibieron Opaco-2 (-25.3 y -22.0, para la primera y segunda lactancia), fue similar a la obtenida con la dieta del 10% de proteína (-26.9 y -25.6 para la primera y segunda lactancia).

Acerca de los requerimientos de Triptófano para la reproducción en cerdas, Meisenger (1979), concluyó que 1.44 g. de Triptófano por día satisface las necesidades nutricionales de cerdas gestantes y lactantes. En cuanto respecta a los requerimientos de Lisina para las mismas fases de la vida reproductiva de las cerdas, Woerman (1976), encontró que son necesarios 7.8 g. de Lisina al día para satisfacer las necesidades de cerdas en reproducción.

Maner et al 1971b, probaron el valor nutritivo del Opaco-2 (9.8% de proteína bruta), Opaco-2 más torta de soya (12% de proteína bruta) y una dieta testigo a base de maíz común más torta de soya (16% proteína bruta) en cerdas lactantes (35 días). Ellos informaron que el número de lechones al nacimiento, número al destete, peso al destete (Kg.), el consumo de alimento por cerda (Kg.) y el aumento promedio de peso de las cerdas fueron como aparecen en la Tabla 8.

Como puede apreciarse, no hubo diferencias significativas en ninguno de los criterios de respuesta probados, excepto en el peso de la cerda. Anatasijevic et al (1973), utilizando similares patrones de prueba que los del experimento anterior, encontró diferencias signi-

ficativas en el comportamiento de las camadas sólo después de las tres primeras semanas de lactancia.

TABLA 8. Comportamiento de cerdas lactantes alimentadas con Maíz Opaco-2, Opaco-2 + Torta de soya y una dieta testigo a base de maíz común.

Parámetros	Tratamientos		
	Opaco-2 (9.8% prote- ína)	Opaco-2 + T.S. (12% pro- teína)	Testigo (16% prote- ína)
Número lechones nacidos	10.0	9.6	9.9
Número lechones al destete	8.0	7.4	7.4
Peso promedio lechón al destete (Kg.)	6.1	6.2	6.1
Consumo de alimento/cerda (Kg)	4.6	4.9	4.6
Aumento promedio de las cer- das (Kg.)	-2.2	10.4	12.8

Maner et al, 1971b.

Celleri (1977), en su ensayo para gestación y lactancia, tanto en ratas como en cerdas, obtuvo resultados que indicaron que el alimentar hembras durante todo su ciclo vital con Maíz Opaco-2 origina un efecto depresor en la vida productiva del animal. Esta depresión es progresiva y afecta drásticamente la progenie de estos animales al completar los mismos su ciclo reproductivo. La actuación más dramática fue observada cuando las ratas fueron alimentadas con maíz común hasta el punto de que las hembras del segundo parto, de las ratas

originales, seleccionadas para futuras reproductoras, no crecieron y murieron mostrando síntomas clásicos de aguda deficiencia proteica. La deficiencia proteica es más crítica durante la lactancia, época en la que afecta considerablemente la efectividad de la hembra. Además, las crías o lechones de hembras alimentadas con dietas deficientes en proteína (maíz Opaco-2 y Maíz común), sufren retardo crónico en su crecimiento que contrasta con las crías de hembras bien alimentadas.

Cuando se evaluó el maíz únicamente en ratas lactantes, se observó que comparativamente con ratas bien alimentadas (16% de proteína) o maíz Opaco-2 suplementado con torta de soya (13% de proteína), las hembras alimentadas únicamente con maíz Opaco-2 y maíz común tienen una mayor pérdida en su peso corporal y producen camadas de menor peso. Los anteriores resultados indicaron que es necesario suplementar el Opaco-2 con una fuente de proteína, para lograr buenos resultados con ratas durante el período de lactancia.

Celleri (1977), experimentando con cerdas lactantes demostró que animales alimentados con Opaco-2 (9.88% de proteína), durante toda la lactancia y/o la segunda mitad de la misma, sufren mayor pérdida en su peso corporal, que aquellas alimentadas con Opaco-2 más torta de soya (13% de proteína), concentrado comercial del 16% de proteína y Opaco-2 más torta de soya durante la segunda mitad de la lactancia (En los primeros 28 días de lactancia se había utilizado Maíz Opaco-2). El nivel proteico de la dieta no afectó la cantidad de alimento consumido por la cerda, ni el tamaño, peso, ni toma de alimento de parte de los lechones. Los anteriores resultados indicaron que no es reco-

mendable utilizar el Maíz Opaco-2 como única fuente de energía y proteína para cerdas lactantes. Se obtuvo una mejor ventaja económica cuando se alimentó a las cerdas del 1 al 28 día de lactación únicamente con Maíz Opaco-2 y con Maíz Opaco-2 más torta de soya (13% de proteína), en los restantes 28 días de lactancia, puesto que los resultados obtenidos fueron similares a los de la dieta que utilizó Maíz Opaco-2 combinado con Torta de soya durante todos los 56 días de lactancia.

3. MATERIALES Y METODOS

El presente experimento fue realizado en la Sección de Porcinos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá" del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ubicado a una distancia de 14 kilómetros al oeste de la ciudad de Bogotá, a 2.600 m.s.n.m., con una temperatura media de 13°C, una precipitación pluvial de 641 milímetros y una humedad relativa del 72%.

Es de aclarar, que por problemas de tipo reproductivo de algunas de las cerdas y por escasez imprevista de la semilla de Maíz Opaco-2 ICA V 557, no fue posible tener a disposición las 27 cerdas inicialmente previstas, ni llevar las que quedaron hasta los 56 días post-parto, momento éste, óptimo para realizar el destete en la mayoría de las explotaciones porcinas de tipo tecnificado o semitecnificado en nuestro país. Es esta la razón, por la cual el número de cerdas no es igual en los diferentes tratamientos.

3.1. METODOLOGIA PARA LA ETAPA DE GESTACION

3.1.1. Animales Experimentales

Para este ensayo se utilizaron 18 cerdas de las razas Duroc, Landrace, Yorkshire, Landrace por Duroc y Duroc por Yorkshire, distribuí-

das al azar en tres tratamientos: 5 del I (Concentrado), 5 del II (Maíz Opaco-2 ICA V 557) y 8 del III (Maíz Común). Cada tratamiento fue balanceado por raza, peso y número de partos de las hembras.

El peso inicial de las cerdas fluctuó entre 113 y 199 kilogramos. Cada cerda se consideró como una unidad experimental. Se realizaron los análisis de varianza respectivos para las variables a medir, correspondientes a un diseño completamente al azar.

3.1.2. Monta

Las cerdas fueron servidas por tres reproductores distintos y cada reproductor sirvió diferente número de hembras en cada uno de los tratamientos (Tabla 9), dado que hubo necesidad de retirar algunas hembras del experimento, por los problemas anotados anteriormente. Los tres reproductores correspondían, respectivamente, a las razas Duroc, Landrace y Yorkshire y éstos montaron a las hembras al segundo día de haberse presentado el primer calor. El macho fue llevado directamente a los corrales individuales de las hembras, desde los corrales de pastoreo, para realizar la monta o detectar el calor.

3.1.3. Alojamiento

Durante la gestación, los animales se alojaron en corrales individuales de 2 x 8 metros de área, la mitad de la cual estuvo cubierta y la

TABLA 9. Programación de montas por raza del macho

Tratamiento	Cerda No.	Raza Cerda	Reproductor		
			Landrace	Duroc	Yorkhire
I (Concentrado)	1	L	x	-	-
	2	D	-	-	x
	3	L x D	-	-	x
	4	D x Y	x	-	-
	5	D x Y	-	x	-
II (Maíz Opaco)	1	D	-	-	x
	2	D	-	x	-
	3	Y	-	-	x
	4	D x Y	-	x	-
	5	L x D	x	-	-
III (Maíz Común)	1	L	-	x	-
	2	D	-	-	x
	3	Y	-	-	x
	4	L x D	x	-	-
	5	L x D	x	-	-
	6	L x D	-	-	x
	7	D x Y	x	-	-
	8	D x Y	-	x	-

otra mitad descubierta. El piso era de cemento, los comederos y bebederos semiautomáticos.

El sistema de alimentación se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Del momento de la monta hasta el día 37 de gestación las cerdas recibían 1 kilogramo de su respectiva dieta, una vez al día en la mañana.
- Desde el día 38 hasta el día 74, se suministraba 1.5 kilogramos de la respectiva dieta, una vez al día en horas de la mañana. (Tabla 10)
- A partir del día 75 hasta un día anterior al parto, las cerdas recibían 2 kilogramos de su respectiva dieta, una vez al día y en horas de la mañana.

Como puede verse el promedio diario de suministro de alimento fue de 1.5 Kg. para cada dieta y por toda la etapa.

3.1.5. Tratamientos

- I. Dieta a base de concentrado, balanceada con un 12% de proteína para la fase de gestación (Tabla 11).
- II. Dieta a base de Maíz Opaco-2 ICA V 557 (Variedad para clima frío (Tabla 12).

TABLA 10. Cambios de alimento para las cerdas c/37 días de gestación

Tratamientos	0 - 37 días	38 - 74 días	75 - 110 días	Promedio
I: Concentrado (Kg.)*	1.0	1.5	2.0	1.5
II: Maíz Opaco-2 (Kg.)*	1.0	1.5	2.0	1.5
III: Maíz Común (Kg.)*	1.0	1.5	2.0	1.5

* Tal como ofrecido

TABLA II. Composición de la dieta a base de Concentrado (T: I),
para las fases de gestación y lactancia

Ingredientes	Gestación Kg.	Lactancia Kg.
Sonchó	72.4	20.0
Maíz amarillo		18.0
Mogolla de trigo	10.8	30.0
Cebada		10.0
Torta de soya	8.5	5.0
Torta de algodón		10.0
Melaza	5.0	4.0
Fosfato bicálcico	2.2	2.0
Carbonato de calcio	0.5	0.5
Sal	0.5	0.5
Premezclas	0.1	
TOTAL	100.0	100.0
Análisis calculado:	%	%
Proteína	12.11	15.69
Lisina	0.493	0.643
Metionina	0.226	0.213
Triptófano	0.123	0.223
Energía digestible	2.975.9	2.679.2
Calcio	0.737	0.837
Fósforo	0.536	0.560

III. Dieta a base de Maíz Común amarillo (Tabla 12).

3.1.6. Controles

- Peso de la cerda al momento de la monta.
- Peso de la cerda cada 19 días.
- Ganancia de peso cada 19 días.
- Peso de la cerda al momento del parto.
- Número de lechones nacidos por cerda.
- Número de lechones nacidos vivos por cerda.
- Peso promedio de lechón al nacer.
- Cambio de alimento cada 37 días, tal como se expresó en el numeral 3.1.4 y que se resume en la Tabla 10.

3.2. METODOLOGIA PARA LA ETAPA DE LACTANCIA

3.2.1. Alojamiento

Dos días antes del parto, los animales pasaron a la sala de pariciones en donde fueron alojados en catres de parición individuales de piso de cemento. Se utilizó como cama una capa de tamo de trigo, con el objeto de suministrar mayor calor y comodidad a los lechones al momento de nacer.

Los catres metálicos provistos de bebederos automáticos y comederos

TABLA 12. Composición de las dietas a base de Maíz Opaco-2 y Maíz Común para gestación y lactancia

Ingredientes	Maíz Opaco-2 Kg.	Maíz Común Kg.
Maíz Opaco-2 (ICA V 557)*	96.4	-
Maíz Común (ICA V 506)**		96.04
Fosfato bicálcico	2.4	2.4
Carbonato cálcico	0.6	0.6
Sal	0.5	0.5
Premezcla	0.1	0.1
TOTAL	100.0	100.0

Balanceo de acuerdo a análisis proximal realizado en el Laboratorio de calidad del maíz ICA, Tibaitatá, 1979.

* Análisis calculado del ICA V-557	** Análisis calculado del maíz Común ICA V 506
Proteína 8.2%	Proteína 9%
Lisina 4.08%	Lisina 2.14 %
Triptófano 1.07%	Triptófano 0.53%

semiautomáticos y disponían, a lado y lado, de un espacio para los lechones, con el objeto de disminuir el porcentaje de mortalidad por aplastamiento. La sala de pariciones era completamente cubierta con piso de cemento y desagüe que permitían una buena higiene local.

Siete días después del parto, tanto la cerda como su camada fueron trasladados nuevamente a los corrales individuales, en donde había pasado la cerda su gestación anterior y allí permaneció hasta los 21 días postparto, momento en el cual finalizó el experimento. Es de anotar que el destete de los lechones se hace normalmente a los 56 días, pero por problemas ajenos a nuestros propósitos, hubo necesidad de suspender el experimento a los 21 días. como se expresó anteriormente.

3.2.2. Alimentación

Durante los 21 días de lactancia las cerdas continuaron consumiendo sus respectivas dietas de la etapa de gestación, pero en este caso el consumo fue a voluntad. La dieta a base de concentrado (T. I), para esta etapa se balanceó con un 15% de proteína, a diferencia del 12% de proteína utilizada para la dieta de la etapa de Gestación (Tabla 11).

Los lechones iniciaron su consumo de alimento 8 días después del parto. Este alimento fue balanceado con un 20% de proteína.

3.2.3. Controles

- Peso de las cerdas a los 7 días postparto.
- Peso de las cerdas a los 21 días postparto.
- Consumo promedio diario de alimento por cerda.
- Peso del lechón a los 7 y 21 días postparto.
- Porcentaje de mortalidad a los 7 y 21 días.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Al término del período experimental (trabajo de campo) y con los resultados obtenidos, se realizó un análisis de varianza para las siguientes variables dependiente: peso de la cerda al momento de la monta, cambio de peso de la cerda cada 38 días durante la gestación cambio de alimento cada 37 días, durante la gestación; peso de la cerda al momento del parto, número de lechones nacidos por cerda, número de lechones nacidos vivos por cerda, peso del lechón al nacer, cambio de peso de la cerda a los 7 días postparto, cambio de peso de la cerda a los 21 días postparto, peso del lechón a los 7 y 21 días postparto, consumo total de alimento durante la gestación, consumo total de alimento durante la lactancia y eficiencia.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este experimento, para los diferentes parámetros medidos y en el cual se utilizó el maíz Opaco-2 "ICA V 557", para clima frío, como única fuente de proteína y energía en la alimentación de cerdas gestantes y lactantes, comparado con una dieta a base de concentrado balanceado con un 12% de proteína en la fase de Gestación y 15.5% en la de Lactancia y otra dieta a base de maíz común solamente, fueron los siguientes:

4.1. ETAPA DE GESTACION

La duración del tiempo de Gestación para todas las cerdas en los diferentes tratamientos estuvo dentro de lo normal para la especie porcina (110 - 114 días), pues fluctuó entre 113.4 y 114.6 con promedio de 114 días.

4.1.1. Cambio de peso de las cerdas (Tabla 13 y Figura 1).

El aumento de peso de las cerdas durante los 110 días de gestación observados, no presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05, 0.01$) entre tratamientos, para cada uno de los períodos en los cuales fue dividida la etapa (Apéndices: 1, 2, 3 y 4).

TABLA 13. Cambios de peso de la cerda durante la etapa de Gestación, de acuerdo a los diferentes tratamientos

Parámetros	Tratamientos		
	I Concentrado	II Maíz Opaco-2	III Maíz Común
Número de cerdas	5	5	8
Días en gestación (promedio)	114.6	113.4	113.8
Pesos (Kg.)			
Inicial (promedio)	166.1	165.4	159.9
Final (promedio)	174.1	179.2	175.6
Incremento promedio (Kg.)	8.0	13.8	15.7
Consumo promedio animal/día (Kg.)	1.5	1.5	1.5

* Hasta los 110 días de gestación

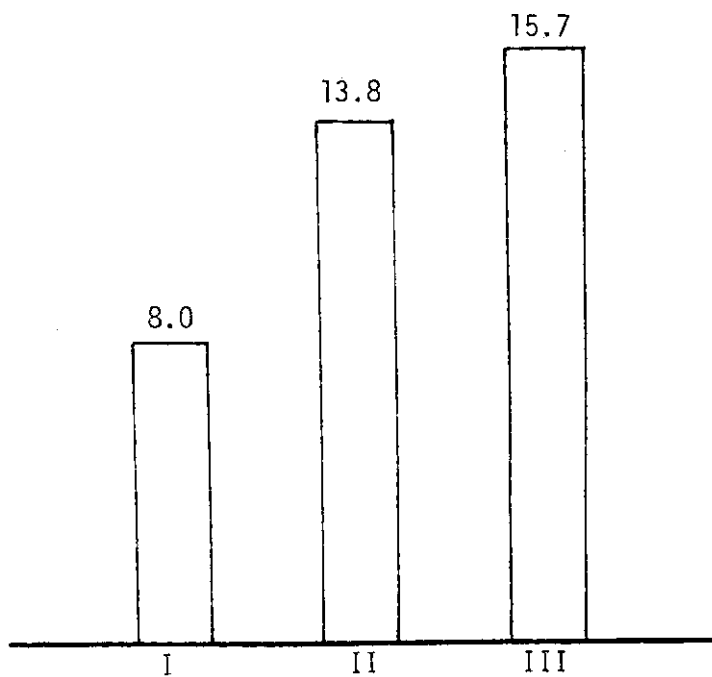


Figura 1. Incremento promedio de peso de la cerda durante los 110 días de gestación, por tratamiento.

Tratamiento

- I: Concentrado
- II: Maíz Opaco-2 "ICA V 557"
- III: Maíz Común "ICA V 506"

El aumento promedio de peso neto durante 110 días de gestación por animal y por tratamiento fue de: 8, 13.8 y 15.7 Kg. para los Tratamientos I (Concentrado), II (Maíz Opaco-2) y III (Maíz Común), respectivamente, lo cual nos da un promedio neto total de 12.5 Kg. por animal, cifra ésta que está muy por debajo de la encontrada en condiciones de una dieta balanceada con 13% de proteína y bajo un suministro diario de 2 Kg./animal, que es de 30 Kg. aproximadamente (Obando 1977). Esta inferioridad en la ganancia de peso con respecto a la normal fue del orden del 73%, 54% y 48% para los tratamientos I, II y III, respectivamente. Y pudo deberse más a un bajo consumo energético que a uno proteico, pues la mayoría de los investigadores (Clawson et al, 1963; Rippel et al, 1965; Frobish et al, 1966 y Hawton y Meade, 1971), coinciden en que una restricción proteica no afecta ni el peso ni el número de cerdos vivos al nacimiento, como también Buitrago, 1975; Hesby y Baker, 1970 y Maner, 1971b, coinciden en que el maíz Opaco-2 puede utilizarse como única fuente proteica sin alterar la producción en cerdas gestantes, siempre cuando no haya una restricción energética, la cual si afecta adversamente el tamaño y peso de la camada cuando a la vez hay restricción proteica.

Además, se encontró que para todos los Tratamientos las cerdas perdieron peso en los primeros 19 días de gestación; luego empezaron a recuperarse y sólo a partir de la segunda mitad de la misma, se inició el incremento neto de peso obtenido. Es importante anotar, que las cerdas que iniciaron el experimento con pesos superiores al pro-

medio de su grupo fueron las que presentaron mayores pérdidas o menores ganancias de peso durante toda la etapa, contribuyendo en esta forma a la disminución del promedio de ganancia de su respectivo grupo, lo cual pudo ser debido al bajo consumo de materia seca comparado con su mayor capacidad corporal, ya que, es bueno recordar que de acuerdo a los planes de alimentación hechos en la metodología para la etapa de gestación, los animales recibieron 1.0 Kg. de alimento/animal en el primer tercio de la Gestación, 1.5 Kg. en el segundo tercio y 2.0 Kg. en el último tercio de la misma, lo que nos da un promedio de 1.5 Kg./animal/día para toda la etapa; y que el consumo promedio para una cerda en gestación y en confinamiento debería ser de 2.0 Kg./animal/día. El anterior sistema se hizo teniendo en cuenta que las necesidades alimenticias de las cerdas gestantes se hacen mayores a medida que la gestación avanza, pues también el desarrollo fetal se hace mayor especialmente en el último tercio de la misma. Esto nos hace pensar entonces que el sistema de alimentación utilizado pudo no ser el más adecuado.

Como también puede apreciarse, las cerdas del Tratamiento I tuvieron una ganancia de peso (hasta los 110 días de gestación) inferior al peso de su camada al nacer (8.0 Kg. Vs. 12.9 Kg. = -4.9 Kg.), lo que nos indica que la cerda utilizó energía de su propio organismo en beneficio de su camada. En los Tratamientos II y III, la ganancia de peso de la cerda sí estuvo por encima del peso de su camada al nacer (4.7 y 3.1 Kg., respectivamente), pero de todas maneras,

como se dijo anteriormente, estas ganancias de peso por parte de las cerdas, estuvieron muy por debajo de lo normal.

Por último, si en la Variable "Cambio de peso de la cerda", durante la gestación no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, pudo ser debido al pequeño tamaño de la muestra; o quizás a una mala elección del diseño experimental adecuado para analizar los datos.

4.1.2. Comportamiento reproductivo de la cerda y su progenie

El rendimiento reproductivo de las cerdas al momento del parto se presenta en la Tabla 15.

4.1.2.1. Lechones.

Las Variables "Número promedio de lechones nacidos", "Número promedio de lechones nacidos vivos" y "Peso promedio del lechón al nacer por cerda", no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05, 0.01$) entre tratamientos. Sólomente el peso de la camada al nacimiento presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, lo cual puede tener la influencia del número de lechones nacidos vivos por cerda, del peso promedio del lechón al nacer y de la relación existente entre el número de lechones y el peso de la camada. La diferencia seña-

lada está dada con respecto al tratamiento II (Maíz Opaco-2) que es el de menor número de lechones. Entre los tratamientos I y III no hay diferencia con respecto a esta variable (Apéndice: 9, 10, 11 y Figuras 3, 4 y 5). También puede existir, como se ha venido diciendo, inferencia del pequeño tamaño de muestra. El mayor número de lechones nacidos fue el del Tratamiento III (Maíz Común) con 10.5 lechones, seguido del Tratamiento I (Concentrado) con 10 lechones y por último el del Tratamiento II (Maíz Opaco-2) con 7.4 lechones nacidos. El número de lechones nacidos puede estar influido por factores individuales de la cerda, el número de partos de la cerda y el reproductor usado.

El mayor peso promedio de la camada al nacer lo tuvo el Tratamiento I con 12.9 Kg. para un peso promedio del lechón al nacer de 1.29 Kg., en segundo lugar estuvo el Tratamiento III con 12.6 Kg. para un peso promedio del lechón al nacer de 1.20 Kg. y en último lugar estuvo la camada del Tratamiento II con 9.1 Kg. para un promedio del lechón al nacer de 1.23 Kg. En el peso promedio del lechón nacido se presenta la influencia del número de lechones nacidos vivos por cerda, pues generalmente a mayor tamaño de camada menor peso promedio del lechón nacido, pero puede presentarse mayor peso promedio por camada. De todas maneras, el peso promedio del lechón al nacer, estuvo dentro del rango normal reportado (1.0 - 1.5 Kg.).

4.1.3. Consumo.

No se realizó análisis de varianza para esta variable, debido a que como se anotó antes, los animales en esta etapa consumieron la misma cantidad diaria de alimento (Tabla 10). No obstante se puede apreciar que la restricción del 25% de alimento durante la etapa de Gestación no presentó problemas en el comportamiento reproductivo de las cerdas en ninguno de los tres Tratamientos (Concentrado, Maíz Opaco-2 y Maíz Común), ni en el peso promedio del lechón al nacer; más sí afectó la ganancia de peso de las cerdas, la cual sólo estuvo en 12.5 Kg. en promedio. En cuanto al menor número de lechones nacidos en el Tratamiento II, con maíz Opaco-2 "ICA V 557", no se puede asegurar en este momento que sea debido a algún tipo de influencia del gen Opaco-2 en la fertilidad, aunque pudo haberse presentado alguna reabsorción fetal debida a factores individuales en la cerda. Se requiere de un estudio más profundo al respecto.

4.2. ETAPA DE LACTANCIA

Debido a los problemas descritos en la metodología, los animales estuvieron sólo 21 de los 56 días que componen normalmente una fase de Lactancia en nuestro medio, bajo condiciones técnicas de manejo y por lo tanto la evaluación de resultados y sus conclusiones están dados para este tiempo.

4.2.1. Cambio de peso de las cerdas (Tabla 14, Figura 2).

En esta fase de la producción tampoco se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05, 0.01$) en cuanto a cambio de peso de las cerdas a los 7 y 21 días postparto (Apéndices 5, 6 y 7). El cambio de peso fue negativo para los tres tratamientos siendo menor la pérdida de peso para el Tratamiento II a base de Maíz Opaco-2, cuyos animales sólo perdieron en promedio 1.0 Kg. del peso vivo aproximadamente por animal; seguido del Tratamiento I a base de Concentrado con 8.0 Kg./animal y por último el Tratamiento III a base de Maíz Común con 15.6 Kg./animal de pérdida de peso. Esto nos muestra al parecer la influencia del buen balance de los aminoácidos esenciales (Lisina y Triptófano) en el Maíz Opaco-2 "ICA V 557" reflejado en el sostenimiento del peso de las cerdas. Esta pérdida contrasta con Anastosijevic y colaboradores, 1975, quien realizó un estudio más profundo para determinar los efectos del Maíz Opaco-2 en comparación con una dieta Testigo de 16% de proteína, encontrando que durante la Lactancia las cerdas alimentadas con Maíz Opaco-2 perdieron más peso que las alimentadas con la dieta Testigo (-30.0 Vs. -3.2 Kg.), pero no existieron diferencias en el número de lechones destetados. En la fase previa de Gestación las cerdas alimentadas con Maíz Opaco-2 habían ganado 16.0 Kg. más que las del Tratamiento testigo. Claro está que en el presente experimento sólo se trabajó con 21 días de Lactancia, no obstante, todo esto parece demostrar que en la fase de Gestación no es tan importante la cantidad

TABLA 14. Cambios de peso de la cerda durante la etapa de Lactancia, de acuerdo a los diferentes tratamientos

Parámetros	Tratamientos		
	I Concentrado	II Maíz Opaco-2 ICA V 557	III Maíz Común
Número de cerdas	5	4*	8
Días en lactancia	21	21	21
Pesos:			
A1 parto (Kg.)	158.2	177.5	160
A los 7 días postparto (Kg.)	158.4	178.5	154.6
A los 21 días postparto (Kg.)	150.2	176.6	144.4
Incremento promedio (Kg.)	-8	-0.9	-15.6
Consumo promedio animal/día (Kg.)	4.4	3.7	4.6

* Una de las cerdas presentó Agalactia postparto y fue retirada del experimento, en esta fase de producción.

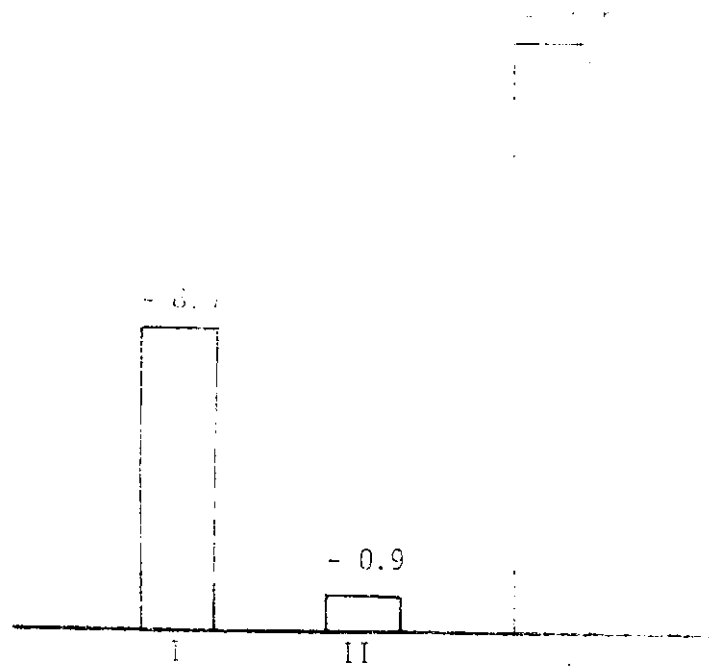


Figura 2. Cambio promedio de peso (g) durante los 21 días de lactancia por tratamiento.

Tratamientos

- I: Concentrado
- II: Maíz Obaco-2 (ICA V 557)
- III: Maíz Coahuila (ICA V 506)

y calidad de la proteína como lo han demostrado los autores mencionados anteriormente, más sí el consumo energético adecuado. En Lactancia (según Celleri, 1975; CIAT, 1975), en cambio parece ser que la cerda es más exigente en sus niveles proteícos a medida que avanza la fase, debido posiblemente a su mayor producción de leche y mayor demanda por parte de los lechones; que de no superar estas deficiencias se podría venir abajo la producción lechera, en detrimento mismo del peso de los lechones. Conroborando un poco lo anterior, algunos investigadores como Mahan y colaboradores, 1971, suministraron Maíz Opaco-2 suplementado con vitaminas y minerales, comparando sus resultados con dietas a base de Maíz normal y torta de soya que contenían niveles del 10% al 18% de proteína, encontrando que las cerdas alimentadas con una dieta de 10% de proteína a base de Maíz Opaco-2, tuvieron un balance negativo de Nitrógeno durante la Lactancia. Hubo una marcada disminución en la producción de leche cuando se suministró a las cerdas dietas de Maíz Opaco-2, o de Maíz más torta de soya que contenían 10% de proteína. En otro estudio, los mismos autores utilizando niveles de 10, 14 y 18% de proteína comparados con una dieta a base de Maíz Opaco-2, observaron que la producción de leche y su contenido de nitrógeno no se afectan por el nivel de proteína o por el Opaco-2 durante los 14 días postparto, sin embargo, ambos parámetros disminuyeron de aquí en adelante hasta los 27 días en las cerdas alimentadas con Opaco-2, con respecto a las que recibieron 10% de proteína. Experiencias prácticas con dietas balanceadas con un 15% de proteína en la fase de lactancia han demostrado que las

cerdas suelen perder un poco de peso (4.0 a 5.0 Kg.) en los primeros días de lactancia, pero después, este peso tiende a restablecerse para no presentarse, en última instancia, ni pérdida ni ganancia.

En el presente ensayo se pudo observar que las cerdas tuvieron su mayor pérdida de peso en el período comprendido entre los 7 y 21 días postparto.

4.2.2. Lechones.

Las variaciones observadas en el comportamiento de los lechones a partir de su nacimiento hasta los 21 días de lactancia, se muestran en la Tabla 15 y Figuras 3, 4, 5 y 6. Las Variables tales como: "Peso promedio del lechón a los 7, 14 y 21 días de edad" y "Peso promedio de la camada a los 7, 14 y 21 días de edad", no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05, 0.01$) entre Tratamientos (Apéndice: 12, 13 y 14).

El número promedio de lechones a los 7 días fue de 9.2, 8.6 y 8.0 para los Tratamientos I, II y III, respectivamente. A los 21 días el mayor número de lechones fue para el Tratamiento III (Raíz Común) con 8.2 lechones vivos, seguido del Tratamiento I (Concentrado) con 7.6 y por último el Tratamiento II (Raíz Opaco-2) con 6.0 lechones. Para este Tratamiento II, que fue el de menor número de lechones, se presentó un problema de Agalactia en una de las cerdas y ésto lógicamente afectó los resultados; por esta razón y por la

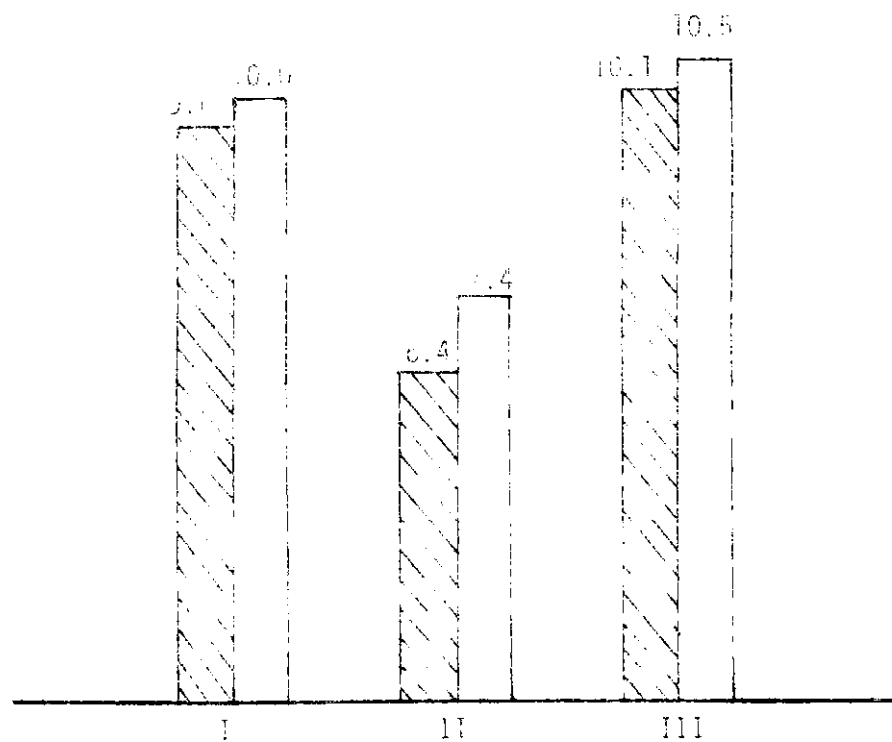




Figura 3. Número de lechones nacidos, por tratamiento

Tratamientos

- I Concentrado
- II Maíz Obaco-2 (ICA-V 557)
- III Maíz Común

Convenciones

-  Nacidos vivos
-  Nacidos (vivos + muertos)

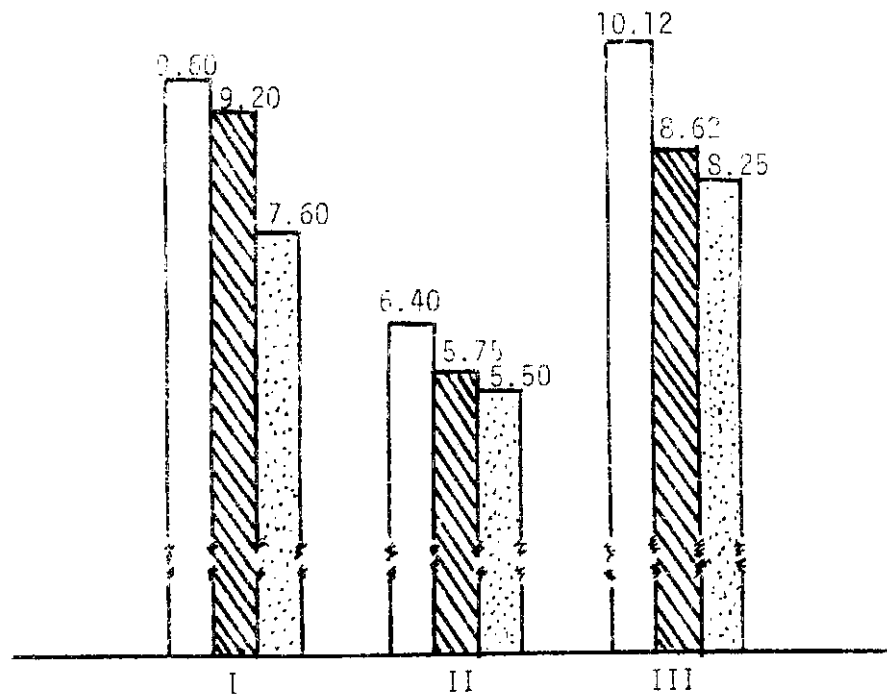





Figura 4. Número promedio de lechones a diferentes edades, por tratamiento.

Tratamientos

- I Concentrado
- II Maíz Opaco 2 (ICA-V557)
- III Maíz Común

Convenciones

-  Al nacer
-  A los 7 días postparto
-  A los 21 días postparto

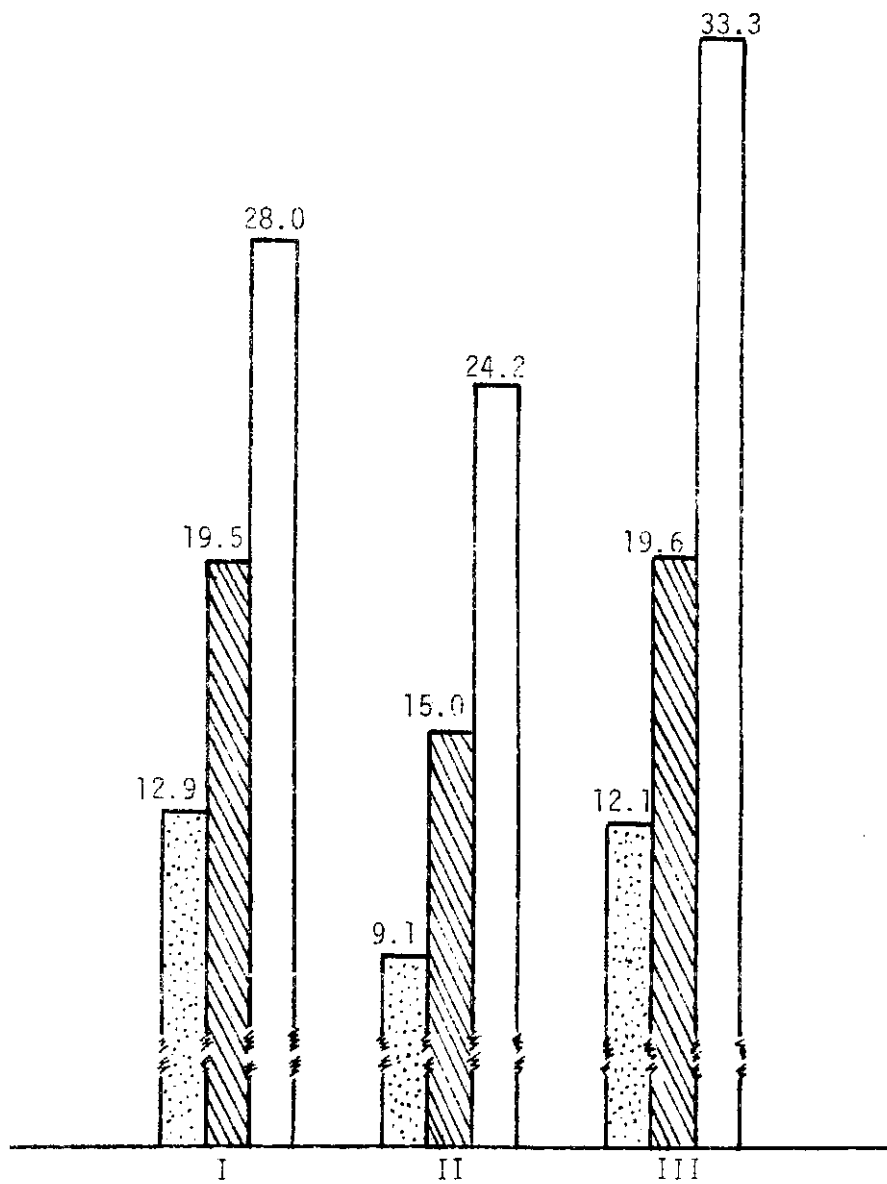





Figura 5. Peso promedio de la camada a diferentes edades, por tratamiento.

Tratamientos

- I Concentrado
- II Maíz Opaco 2 (ICA-V557)
- III Maíz Común

Convenciones

-  Al nacer
-  A los 7 días postparto
-  A los 21 días postparto

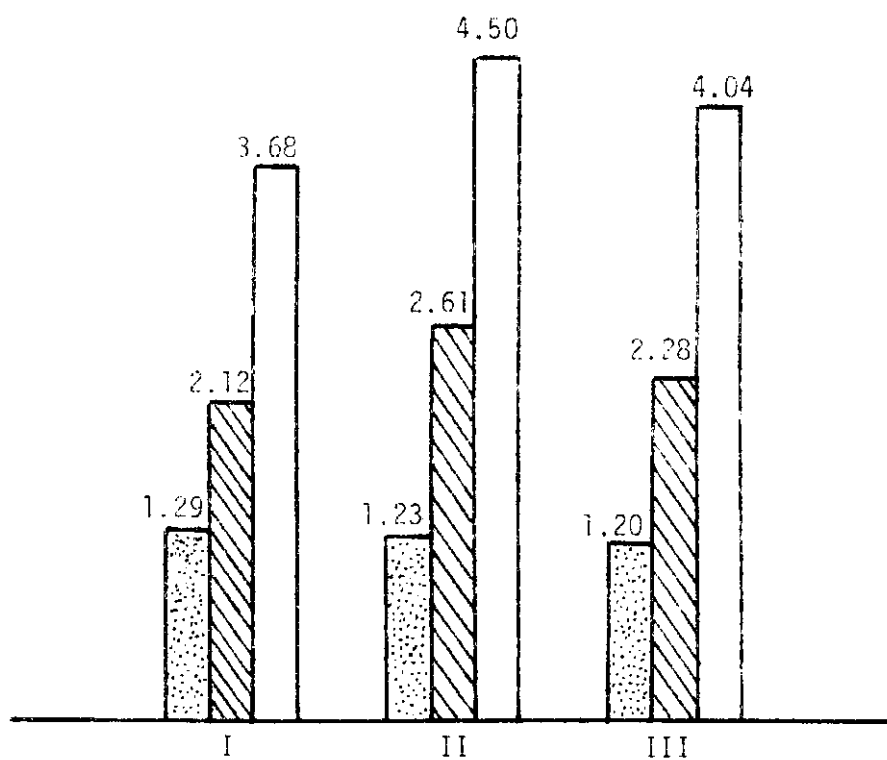





Figura 6. Peso promedio del lechón a diferentes edades, por tratamiento.

Tratamientos

- I Concentrado
- II Maíz Opaco 2 (ICA-V557)
- III Maíz Común

Convenciones

-  Al nacer
-  A los 7 días postparto
-  A los 21 días postparto

alta mortalidad presentada, debido a problemas que se consideran ajenos al efecto del Tratamiento, no se realizó análisis de Varianza para el número de lechones a los 7 y 21 días de edad.

El mayor peso promedio del lechón a los 7 días fue el del Tratamiento II (Maíz Opaco-2) con 2.61 Kg., luego estuvo el del Tratamiento III (Maíz Común) con 2.28 Kg. y por último el Tratamiento I (Concentrado) con 2.12 Kg. A los 21 días de edad, el mayor peso promedio del lechón lo tuvo el mismo Tratamiento II con 4.4 Kg., segundo el Tratamiento III con 4.0 Kg. y por último el Tratamiento I con 3.58 Kg.

Se presenta, por lo general en la práctica, una relación inversa entre el número de lechones y el peso promedio de los mismos en determinado momento. La mayoría de los autores reportan un peso promedio del lechón a los 21 días, de 5.0 Kg. cuando se alimentan cerdas lactantes con dietas que contienen 15% de proteína y bajo un consumo a voluntad; por lo tanto los datos obtenidos en este experimento están por debajo de los reportes de estos autores, debido posiblemente al bajo nivel proteico.

El peso de la camada a los 7 días fue superior en el Tratamiento III con 19.6 Kg., luego en el Tratamiento I con 19.5 Kg. y por último en el Tratamiento II con 15.0 Kg. A los 21 días, el Tratamiento III tenía 33.3 Kg. de peso de camada, el Tratamiento I 28 Kg. y el Tratamiento II 24.2 Kg. En el mayor o menor peso de la camada es determinante el tamaño de la misma. En el estudio de Anastosijevic y Cola-

boradores (1973), determinando los efectos del Maíz Opaco-2 en comparación con una dieta testigo de 16% de proteína no encontró diferencias en el peso de las camadas durante las tres primeras semanas experimentales, pero de ahí en adelante las camadas del Tratamiento Testigo tuvieron ganancias de peso superiores a las del Maíz Opaco-2. Mahan, 1971 en su estudio con Maíz Opaco-2 suplementado con vitaminas y minerales a cerdas de primero y segundo parto comparado con otras cerdas alimentadas con 16% y 18% de proteína, encontró que, cuando se mantuvo constante a 8 y 10 lechones por camada respectivamente y se controló el nivel de alimentación, las ganancias de las camadas de las cerdas alimentadas con Maíz Opaco-2 fueron inferiores a las ganancias máximas por camada obtenidas cuando se suministraron los niveles de 16 y 18% de proteína.

Se realizaron además los análisis de varianza para las variables: "Peso promedio del lechón al nacimiento", "Peso camada al nacimiento" y "Peso promedio del lechón a los 7 y 21 días de edad"; teniendo en cuenta la raza del reproductor padre de la camada (Según Tabla 9), con el objeto de observar si el macho tuvo influencia sobre estas variables, en las cuales se supone que interviene; pero los análisis no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$, 0.01) entre tratamientos para estas variables (Apéndice: 15, 16, 17 y 18), lo cual puede también ser debido al pequeño tamaño de la muestra.

4.2.2.1. Mortalidad.

La Tabla 16, analiza las principales causas de mortalidad y en ella se puede apreciar que la principal causa fue el aplastamiento con un 30% de influencia, seguido de las muertes por diarrea con 23.3% del total, luego los lechones nacidos muertos y los muertos por bajo peso con 16.7% y 16.7%, respectivamente y por último, Otras causas (Agalactia en cerdas) con 13.3% del total. Las mortalidades de los Tratamientos I, II y III están dentro de lo normal, que ha sido de un 25% como rango superior.

4.2.3. Consumo.

El consumo total de alimento por parte de la cerda durante los 21 días de Lactancia que duró el experimento, no presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05, 0.01$) entre los Tratamientos (Apéndice 8). Se pudo observar que el consumo por cerda/día era proporcional al número de lechones vivos por cerda, siendo por lo tanto mayor consumo total/animal/día para el Tratamiento III (Maíz Común) 4.6 Kg./día, seguido del Tratamiento I (Testigo) con 4.4 Kg./día y por último el grupo del Tratamiento II (Maíz Opaco-2) con 3.7 Kg./día. (Figura 7). Estos datos están por debajo del consumo normal diario reportado para una cerda en Lactancia, que es de 5 Kg./animal/día aproximadamente.

TABLA 16. Número de animales muertos y principales causas de mortalidad.

Parámetros	Tratamientos				Total
	I Concentrado	II Maíz Opaco-2 ICA V 557	III Maíz Común		
Lechones nacidos muertos	2	5*	3		10
Lechones muertos por bajo peso	3	-	7		10
Lechones muertos por diarrea	5	3	6		14
Lechones muertos por aplastamiento	7	2	9		18
Otros**	-	8	-		8
TOTAL	17	18	25		60

* Pertenecen a una misma cerda, la cual parió 10 lechones

** Una cerda presentó al parecer Agalactia al momento del parto y murieron todos sus lechones.

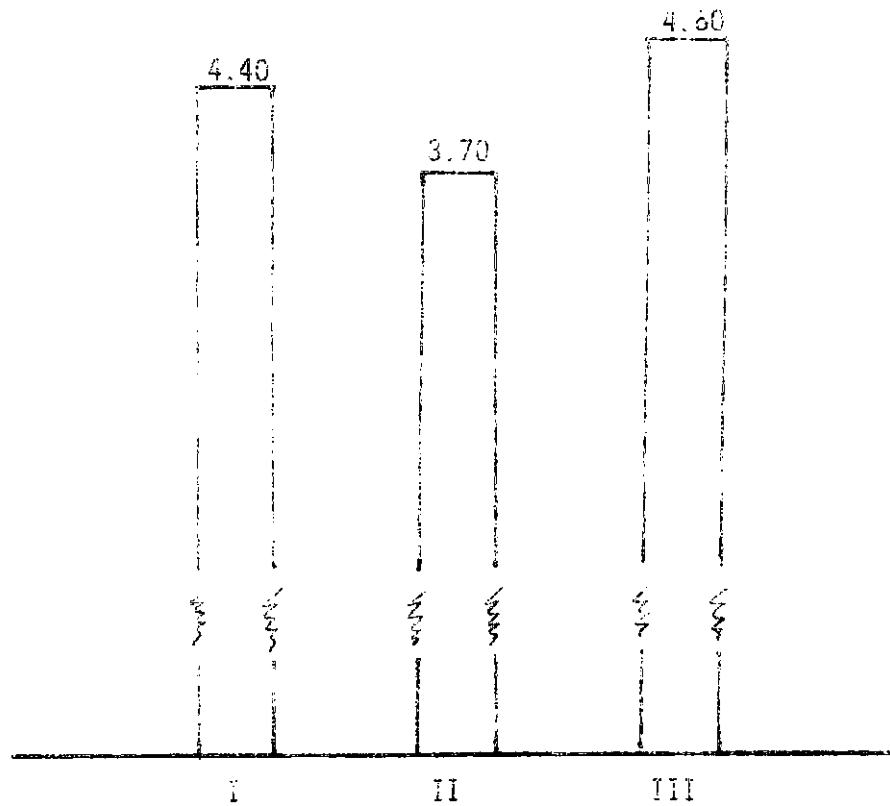


Figura 7. Consumo promedio de alimento por animal/día por tratamiento, en la etapa de lactancia.

Tratamientos

- I: Concentrado
- II: Maíz Opaco-2 (ICA V 557)
- III: Maíz Común

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en este estudio se desprenden las siguientes conclusiones:

- 5.1. Es factible utilizar el Maíz Opaco-2 "ICA V 557" en la alimentación de cerdas Gestantes y de cerdas Lactantes, hasta los 21 días postparto, sin menoscabo en su comportamiento reproductivo. No obstante, en lo referente a nutrición, este ensayo mostró que no es económico utilizar el Maíz Opaco-2 "ICA V 557", como única fuente de proteína y energía, debido a que los rendimientos en ganancia de peso, tanto de la cerda como de sus lechones hasta los 21 días de edad no estuvieron dentro de lo normal. Se recomienda por lo tanto, para una mejor información que en lo alimenticio como en lo reproductivo, se utilice el Maíz Opaco-2 "ICA V 557" en forma continua desde el momento del destete - y desde dos generaciones anteriores - de la futura madre.
- 5.2. Parece que la primera fase de la Gestación es crítica, por cuanto la reducción de un 25% del alimento total de la manera como se hizo en el experimento produjo reducciones marcadas, en los aumentos de peso de las cerdas, en comparación a cuando se restringe en la misma proporción en forma constante, durante todo el período de Gestación.

- 5.3. El uso del Maíz Opaco-2 en las dietas para cerdas gestantes y lactantes está supeditado a su disponibilidad y costo en el mercado, comparado al del Maíz Común y al de otras fuentes proteícas de gran uso en la producción porcina, como lo es la torta de soya.

- 5.4. La consistencia harinosa del Maíz Opaco-2, implica una mayor susceptibilidad al ataque de plagas y problemas de almacenamiento a largo plazo, se recomienda, por lo tanto, continuar en el Programa de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario "ICA", los programas de selección de maíces con endosperma duro y que conserven sus niveles altos de Lisina y Triptófano similares a los del Maíz Opaco-2.

- 5.5. Debido al percance que se tuvo en el presente ensayo con algunas cerdas y con la escasez del Maíz Opaco-2 (Ver Materiales y Métodos), se considera conveniente continuar el uso del ICA V-557, para clima frío, durante los 35 días restantes de la fase normal de Lactancia para observar su comportamiento, como el de las cerdas, con el ánimo de comparar los resultados con los encontrados por otros investigadores, como Celleri (1975).

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Sección de Porcinos del C.N.I.A. "Tibaitatá", del Instituto Colombiano Agropecuario, situado a 14 kilómetros de la ciudad de Bogotá, con una temperatura promedio de 13°C, 2.640 m.s.n.m., 606 mm. de precipitación pluvial y una humedad relativa del 72%. [Se emplearon 18 cerdas] de la raza Duroc, Landrace, Yorkshire, Landrace x Duroc y Duroc x Yorkshire, [de primer y segundo parto, con pesos iniciales comprendidos entre 113 y 119 Kg. Se utilizaron tres machos reproductores para cubrir las hembras. Estas se distribuyeron en un diseño completamente al azar en tres Tratamientos:

- I. Tratamiento: Concentrado (12% y 15.5% proteína).
- II. Tratamiento: Maíz Opaco-2 "ICA V 557".
- III. Tratamiento: Maíz Común "ICA V 506"]

A cada Tratamiento se le asignaron inicialmente 9 cerdas, pero por problemas de tipo reproductivo de algunas de ellas, [el Tratamiento I quedó con 5 cerdas, el Tratamiento II con 5 cerdas y el Tratamiento III con 3 cerdas.] [Cada cerda se consideró como una unidad experimental.] Los resultados se analizaron estadísticamente para establecer las respectivas diferencias entre Tratamientos. [Las cerdas permanecieron en experimentación durante toda su Gestación (110 - 114 días) y 21 días de la etapa de Lactancia.] Las dietas para Gestación y Lac-

tancia del Tratamiento a base de Concentrado, aportaron 12% y 15.5% de proteína, respectivamente. La cantidad de alimento suministrado en la fase de Gestación, para todos los tratamientos fue de 1.5 Kg./cerda/día, en promedio. Durante la etapa de Lactancia, cuando los animales tuvieron alimento Ad libitum, el consumo fue de 4.40, 3.70 y 4.60 Kg. para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.]

[Los lechones empezaron a consumir alimento a los 8 días de nacidos; este alimento estuvo balanceado con 20% de proteína. La duración del tiempo de lactancia en el presente experimento fue sólo de 21 días, pues la escasez inesperada del Maíz Opaco-2 "ICA V 557" así lo exigió. En gestación las cerdas fueron pesadas cada 19 días y la cantidad de alimento suministrado fue de 1.0 Kg./animal durante los primeros 37 días, de 1.5 Kg./animal durante los segundos 37 días y de 2.0 Kg./animal durante el último tercio de la misma. En lactancia se controló el peso corporal de la cerda y su camada. al parto, a los 7 y 21 días postparto.

[Los resultados obtenidos en gestación, no presentaron diferencias significativas entre los tres tratamientos para los siguientes parámetros:

1. Aumento de peso de la cerda: 8.0 Kg., 13.8 Kg. y 15.7 Kg. para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.

2. [Número de lechones al parto:] 10.0, 7.4 y 10.5 para los tratamientos I, II y III, respectivamente.
3. [Peso promedio del lechón al nacimiento:] 1.29, 1.23 y 1.20 Kg. para los tratamientos I, II y III, respectivamente.

[El peso promedio por camada al parto:] 12.9, 9.1 y 12.6 Kg. para los tratamientos I, II y III, respectivamente, sí presentó diferencias significativas al 5%, debido quizás al menor número promedio de lechones vivos por cerda en el Tratamiento II, con respecto a los otros dos tratamientos.]

Se concluye que, en gestación puede usarse el alimento concentrado con 12% de proteína, el maíz Opaco-2 "ICA V 557" y el maíz común, como única fuente de energía y proteína, sin menoscabo de la eficiencia reproductiva de las cerdas, aunque las ganancias de peso estuvieron por debajo de lo normal.]

Durante los 21 días de Lactancia los resultados no presentaron diferencias significativas entre los tres tratamientos, para los parámetros siguientes:]

1. [Cambios de peso de la cerda:] -8.0 -3.9 y -10.6 Kg. para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.

2. Número promedio de lechones a los 7 días postparto: 9.2, 5.5 y 8.6 para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.
3. Número promedio de lechones a los 21 días postparto: 7.6, 8.5 y 8.2 para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.
4. Peso promedio del lechón a los 7 días de edad: 2.12, 2.61 y 2.65 Kg. para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.
5. Peso promedio del lechón a los 21 días de edad: 3.65, 4.40 y 4.04 Kg. para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.
6. Peso camada a los 7 días de edad: 19.5, 13.0 y 19.6 Kg. para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.
7. Peso camada a los 21 días de edad: 28.0, 24.2 y 35.3 kg para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.
8. Consumo promedio de alimento por animal: 4.4, 3.7 y 4.6 kg para los Tratamientos I, II y III, respectivamente.

Tampoco se presentaron diferencias significativas entre tratamientos por la influencia del macho reproductor en los siguientes parámetros: Peso de la cama al nacimiento, Peso promedio del lechón al nacimiento y Peso promedio del lechón a los 7 y 21 días postparto.

Resultados con diferencias significativas aparentes, aunque no reales, como: el cambio de peso en cerdas gestantes y lactantes, pudieron ser debidos al pequeño tamaño de muestra y por lo tanto se recomienda aumentar el tamaño de la muestra o repetir en el tiempo, el experimento.

El uso del maíz Opaco-2 "ICA V 557" como única fuente de energía y proteína en la fase de lactancia, da lugar a que los lechones tengan pesos subnormales a los 21 días. —

7. SUMMARY

The present work was conducted at the swine facilities of the Colombian Institute for Agriculture's TIBAITATA Research Center, located 14 Km. from Bogotá, with mean temperature of 13°C., 2.640 meters above sea level, 606 mm. of year rainfall and 72% relative humidity.

Eighteen sows (having had one and two farrowings) of the breeds Duroc, Landrace, Yorkshire, Landrace x Duroc and Duroc x Yorkshire were employed. The sows weighed between 113 and 119 Kg. Three sires were also used to breed the sows. The latter were randomly distributed in three treatments groups as follows:

- Group I: Concentrated Feed (12% and 15.5% protein)
- Group II: Opaque-2 "ICA V 557" corn.
- Group III: Common Corn

Initially, 9 sows were allocated to each treatment but, because of reproductive problems, treatments I and II ended with 5 sows and treatment III ended with 8 sows. Each sow was considered as an experimental unit. The results were statistically analysed to establish between treatments differences. The sows remained under observation during the whole pregnancy (110-114 days) plus 21 days of lactation period. Gestation and Lactation diets of the concentrated feed treatment provided 12% and 15.5% of protein, respectively. The amount of feed provided during gestation for all treatments, in mean, was 1.5 Kg./

lowing: During lactation when all animals had feed ad libitum, the consumption was 4.40, 3.70 and 4.60 Kgs. for treatments I, II and III respectively.

The piglets began consuming feed at 8 days of age. The feed was balanced with 20% protein. Lactation period during the experiment was only 27 days due to shortage of Opaque-2 ICA V557 corn. During lactation, sows were weighed every 19 days and the amount of feed provided was 1.0 Kg./sow the first 37 days; 1.5 Kg./sow the following 27 days and 2.0 Kg./sow in the last third. Live weights of the sow and her litter were monitored at parturition and at 7 and 21 days post-partum.

Results obtained during gestation did not show significant differences between the three treatments for the following parameters:

1. Sow's weight gain i.e. 8.0 Kg., 13.8 Kg. and 15.7 Kg. for treatments I, II and III respectively.
2. Number of piglets at parturition: 10.0; 7.4 and 10.5 for treatments I, II and III respectively.
3. Piglet's average weight at birth: 1.29 Kg., 1.23 Kg. and 1.20 for treatments I, II and III respectively.

average weight per litter at parturition was 12.9, 9.1 and 12.6 Kg.

for treatments I, II and III, respectively. Treatment II was significantly different from the other two perhaps due to a smaller number in the sample population. It was concluded that, during gestation and lactation, concentrated feed with 12% protein; or the Opaque-2 ICA V-20, which is the common corn, can be used as the only source of protein without affecting the reproductive efficiency of the sows, especially if weight gains were subnormal.

Table 10 shows the results presented no significant differences among the three treatments for the following parameters:

1. Average weight gain in sow: 3.0, -0.9 and 15.6 Kg. for treatments I, II and III respectively.
2. Average number of piglets at 7 days post-partum: 9.2, 5.8 and 6.5 for treatments I, II and III respectively.
3. Average number of piglets at 21 days post-partum: 7.6, 5.5 and 6.0 for treatments I, II and III respectively.
4. Average weight of piglet at 7 days of age: 2.12, 2.61 and 2.28 kg. for treatments I, II and III respectively.
5. Average weight of piglet at 21 days of age: 3.68, 4.40 and 4.04 kg. for treatments I, II and III respectively.

ii. Weight of litter at 7 days of age: 19.5, 15.0 and 19.6 Kg. for treatments I, II and III respectively.

iii. Weight of litter at 21 days of age: 28.0, 24.2 and 33.3 Kg. for treatments I, II and III respectively.

iv. Average feed consumption per animal: 4.85, 4.55 and 5.7 Kg. for treatments I, II and III respectively.

Significant differences between treatments were neither observed for any factor. Influence of the sire in the following parameters: Weight of litter at birth; Average weight of piglet at birth and Weight of piglet at 7 and 21 days post-partum.

Results with apparent but not actual significant differences, like those for weight changes in gestating and lactating sows, could have been due to the small sample size. Therefore, it is recommended to increase the sample size or to repeat the experiment in the time.

The use of only Opaque-2 corn as the sole source of energy and protein in lactating sows causes underweight 21 days piglets.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ANASTASICEVIC, V.; MISOVIC, M.; KRSTIC, N.; DOKIC, M. Nutritional value of Opaque-2 maize in feeding gilts during pregnancy and lactation. *Tomado de: Nutrition Abstracts and Reviews (Inglaterra)* v. 43 (412). 1973.
2. ATENCO, T., POND, W. G.; BARNES, R. P. Effect of maternal energy Vs. protein restriction on growth and development of progeny in swine. *Journal of Animal Science (Estados Unidos)* v. 38 no. 4, p. 701-711. 1974.
3. BAKER, D. H.; BECKER, D. E.; JENSEN, A. J.; HARMON, B. G. Protein source and level for pregnant gilts: A comparison of corn, opaque-2 corn and corn soybean meal diet. *Journal of Animal Science (Estados Unidos)* v. 30 no. 3, p. 364-367. 1970.
4. BEESON, W. M.; PICKETT, R. A.; HERTZ, E. T.; CROMWELL, G. L.; NELSON, O. W. Nutritional value of high-lysine corn. *Proceedings Distillers Feed Research Council (Estados Unidos)* v. 21, no. 1 p. 70-77. 1966.
5. BELLAMY, C. G.; VEUM, T. L.; PFANDER, W. H. Opaque-2 and normal corn Vs. aminoacid sources for swine. *Journal of Animal Science, (Estados Unidos)* v. 31 no. 1, p. 195. 1970.

6. BRESSANI, R.; MERTZ, E. T. Studies on corn proteins. IV. Protein and aminoacid content of different corn varieties. Cereal Chemistry (Estados Unidos) v. 35, no. 2, p. 227-235. 1958.
7. BUITRAGO, J. A.; MANER, J. H.; GALLO, J. T.; POND, W. C. Effect of dietary energy in gestation on reproductive performance of gilts. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 39, no. 1, p. 47-52. 1974a.
8. _____; _____; GOMEZ, G. Estado actual de la investigación sobre nutrición de cerdos. En: Curso avanzado sobre Producción porcina. Medellín, Estación Experimental Tulio Ospina, Octubre 1975. Medellín, ICA, 1975. p. 173.
9. BUITRAGO, J. A.; VALKER, E. F. Jr.; SNYDER, W. I.; POND, W. G. Blood and tissue traits in pigs at birth and at 3 weeks from gilts fed low or high energy diets during gestation. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 38 no. 4, p. 766-711. 1974b.
10. CANFIELD, L.; CHYTIL, J. Effect of low lysine diet on Rat liver nuclear metabolism. Journal of Nutrition (Estados Unidos) v. 108 no. 8, p. 1336-1342. 1978.

11. CELLERI, G. H. Evaluación del maíz Opaco-2 en todo el ciclo de vida de ratas y durante la lactancia de ratas y cerdas. Bogotá, UNC-ICA, 1975. 204p. (Tesis Mag. Sci.)
12. CELLERI, G. H. Evaluation of Opaque-2 maize during the whole life-cycle of rats and during lactation in rats and pigs. Revista ICA (Colombia) v. 12 no. 4, p. 627-629. 1977.
13. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Cali (Colombia). Swine production systems. En: Annual Report. Cali, CIAT, 1975. p. 10-13.
14. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Mexico D. F. (Mexico). Informe 1980. p. 27-30.
15. CLARK, H. F.; GLOVER, D. Nitrogen retention of young men who consumed isonitrogenous diets containing normal Opaque-2, Opaque-2 -Sugary- 2 corns. Journal of Nutrition (Estados Unidos) v. 107 no. 3, p. 404-411. 1977.
16. CLAWSON, A. J.; RICHARDS, H. L.; MATRONE, G.; MARRICK, E. R. Influence of level of total nutrient and protein intake on reproductive performance in swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 22 no. 3. p. 662-669. 1963.

17. CORZO, M. A.; GALLO, J. T. Utilización del maíz Opaco-2 para cerdos en pastoreo. Revista ICA (Colombia) v. 5 no. 4, p. 403-406. 1970.
18. CROMWELL, G. L.; HAYS, V. W. Comparison of Opaque-2 and normal corn for finishing swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 32, no. 2, p. 375-376. 1971.
19. _____; PICKET, R. A.; BEESON, W. M. Nutritional value of Opaque-2 corn for swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 26, no. 6, p. 1325-1331. 1967.
20. DALBY, A.; DAVIES, I. Ribonuclease activity in the developing seed of normal and Opaque-2 maize. Science (Estados Unidos) v. 155, no. 3769, p. 1573-1575. 1967.
21. DREWS, J. E.; MOODY, N. W.; HAYS, V. W.; SPEER, V. C.; EVAN, R. C. Nutritional value of Opaque-2 corn for young chicks and pigs. Journal of Nutrition (Estados Unidos) v. 97, no. 4. p. 537-541. 1969.
22. FROBISH, L. T.; SPEER, V. C.; HAYS, V. H. Effect of protein and energy intake on reproductive performance in swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 25, no. 3, p. 729-733. 1966.

23. GALLO, J. T.; CORZO, M.; MANER, J. H. Value of Opaque-2 corn for the finishing pig. *Journal of Animal Science* (Estados Unidos) v. 27, no. 4 (127). 1968.
24. _____; MANER, J. H.; CORZO, M. Nutritive value of Opaque-2 corn for growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* (Estados Unidos) v. 29, no. 1 (128). 1969.
25. _____; _____; JIMENEZ, I. Aminoacid additions to Colombian Opaque-2 common corns. *Journal of Animal Science* (Estados Unidos) v. 31, no. 1 (173). 1970.
26. GIPP, W. F.; CLINE, T. R.; RODLER, J. C. Nutritional studies with Opaque-2 and floury-2 corns. *Journal of Animal Science* (Estados Unidos) v. 26 no. 6 (51). 1967.
27. GLOVER, D. V.; CRANE, P. L.; MISRA, P. S.; MERTZ, E. T. Genetics of endosperm mutants as related to protein quality. En: High quality protein maize. Pensilvania, Hutchinson and Rossinc, 1975. p. 228-240.
28. GUPTA, D. N.; LODHA, M. L.; ETHA, S. L. Changes in protein starch, and free protein-lysine in normal and Opaque-2 (Zea mays) endosperm during development. *Indian Journal of Experimental Biology*. v. 15, no. 2, p. 91-93. 1977.

29. HAWTON, J. D.; MEADE, R. J. Influence of quantity and quality of protein fed the gravid, female on reproductive performance and development of offspring in swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 32, no. 1, p. 88-95. 1971.
30. HESBY, J. H.; CONRAD, J. H.; PLUMLEE, M. P.; HARRINGTON, R. B. Nitrogen balance and serum protein response of gestation swine fed Opaque-2 corn, normal corn and corn soybean diets. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 31, no. 3, p. 481-485. 1970b.
31. _____.; _____.; _____.; MARTIN, T. G. Opaque-2 corn normal corn and corn - soybean meal gestation diets for swine reproduction. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 31, no. 3, p. 474-480. 1970a.
32. _____.; _____.; _____.; MARTIN, T. G. Effects of normal corn, normal corn plus lysine and Opaque-2 corn diets on serum protein and reproductive performance of gravid swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 34, no. 5, p. 974-978. 1972.
33. INGLETT, G. E. Kernel structure, composition and quality. En: Corn: culture, processing product. Westport, Conn., Avi. Pub., 1970. p. 123-137.

34. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Programa Nacional de Maíz y Sorgo. Informe Anual de progreso 1967, 1969, 1970, 1971. (Mimeografiado).
35. JENSEN, A. H.; BAKER, D. H.; BECKER, D. E.; HARMON, B. G.
Comparison of Opaque-2 corn, milo and wheat in diet for finishing swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 29, no. 1, p. 16-19. 1960.
36. KEIN, R. G.; BEESON, W. M.; CLINE, T. R.; MERTZ, E. T. Opaque-2 studies with swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 27, no. 4 (133). 1968.
37. KLEIN, R. G.; BEESON, W. M.; CLINE, T. R.; MERTZ, E. T. Vitamin E and selenium with Opaque-2 corn for growing swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 31, no. 1 (196). 1970.
38. _____; _____; _____; MERTZ, E. T. Opaque-2 and floury-2 corn studies with growing swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 32, no. 2, p. 256-261. 1971.
39. KRONKA, R. N.; MELOTTI, L.; CAIELLI, E. L.; RODRIGUEZ, A. J.; MIRANDA, L. T.; BIONDI, P. Opaque-2 maize for growing and fattening pigs. Nutrition Abstracts and Review (Inglaterra) v. 40, (702), 1970.

40. LEMKETT, W. Effect of feeding on embryonic development.
Zuchtangeskund (Alemania) v. 29, no. 2, p. 397. 1957.
41. LIVINGSTON, D. M. S. The effect of protein nutrition of the pregnant sow on the muscle fibre diameter of the young pig.
Animal Production (Inglaterra) v. 4, no. 2, p. 296. 1962.
42. LUCAS, E. W.; HOLDEN, P. J.; SPEER, V. C.; HAYS, V. C. Effect of protein level during pregnancy and lactation on plasma aminoacid profile of swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 29, no. 3, p. 429-432. 1969.
43. MACPHERSON, R. M.; ESLY, F. W. H.; SMART, R. I. The influence of dietary protein intake during lactation on the reproductive performance of sows. Animal Production (Inglaterra) v. 11, no. 4, p. 443-451. 1969.
44. MAHAN, D. C.; BECKER, D. E.; JENSEN, A. H. Effect of protein level and Opaque-2 corn on nitrogen metabolism in the sow and litter performance during the first and second lactation periods. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 32, no. 3, p. 470-475.
45. _____; MANGAN, L. Gestation and lactation protein levels on sow and litter performance. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 39, no. 1 (189). 1974.

46. MANER, J. H.; GALLO, J. T.; OBANDO, H.; GRANT, J. Comparative responses of pigs fed common corn, Opaque-2 and corn - soybean meal diets of different levels of protein. Detroit, American Society of Agronomy. 1969. 60p.
47. _____.; PORTELA, R.; POND, W. G.; GALLO, J. T. Protein source for supplementation of low protein Opaque-2 corn diets for growing-finishing. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 33, no. 1 (234). 1971a.
48. MANER, J. H.; POND, W. G.; PORTELLA, R.; MESA, J. Maíz Opaco-2 en dietas con niveles sub-óptimos de proteínas para cerdas en lactancia. En: Reunión Latinoamericana de Producción Animal, 3a., Bogotá, Colombia.. Abril 26-30. 1971. Compendios. Bogotá, ALPA, 1971. p. 103.
49. MARTINEZ, L.; SHIMADA, A. S. Valor alimenticio de una variedad Mexicana de maíz Opaco-2 para el cerdo en crecimiento. Técnica Pecuaria en Mexico. no. 18, p. 45-49. 1971.
50. MARROQUIN, C. R.; CROMWELL, G. L.; HAYS, V.W. Comparison of two varieties of Opaque-2 corn and normal corn for growing pigs. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 31, no. 5 (55). 1970.

51. MARROQUIN, C. R.; CROMWELL, G. L.; HAYS, V. W. Nutritive value of several varieties of Opaque-2 corn and normal corn for growing swine. *Journal of Animal Science (Estados Unidos)* v. 36, no. 2, p. 253-257. 1973.
52. MEISINGER, D. J.; SPEER, V. C. Tryptophan requirement for reproduction in swine. *Journal of Animal Science (Estados Unidos)* v. 48, no. 3, p. 3984. 1979.
53. MERRIL, R.; LIBAL, G. M.; WAHLSTROM, R. C. Aminoacid supplementation of Opaque-2 corn for growing pigs. *Journal of Animal Science (Estados Unidos)* v. 37, no. 2 (286). 1973.
54. MERTZ, E. T. High lysine corn. *Agricultural Science Review (Estados Unidos)* v. 6, no. 3, p. 1-6. 1968.
55. _____; BATES, L. S.; NELSON, O. E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science (Estados Unidos)* v. 145, no. 3629, p. 179-289. 1964.
56. _____; VERON, O. A.; NELSON, O. E. Response of rats fed on Opaque-2 maize. *Federation Proceedings (Estados Unidos)* v. 24 no. 2, Parte 1 (2760). 1965.

57. MISOVIC, M.; ANATASIJEVIC, V.; SEVKOVIC, N.; RAJIC, I.; DOKIC, A.; PETROVIC, M. Studies of the nutritional value of corn with an improved protein composition (Opaque-2) on the gain and feed conversion of early weaned pigs. *Journal Scientific Agricultural Research (Estados Unidos)* v. 22, no. 1, p. 71-81. 1969.
58. MISRA, P. S.; MERTZ, E. T.; GLOVER, D. V. Characteristics of proteins in single and double endosperm mutants of maize. En: High quality protein maize. Pensilvania, Hutchinson & Ross, 1975. p. 291-305.
59. MORENO, M.; JOSE, D.; RAMIREZ, C.; TORREGROZA, C. M. ICA V 557, Variedad mejorada de maíz de alto valor nutritivo, adaptada a regiones de clima frío de Colombia. En: Reunión de maiceros de la Zona Andina, 9. Maracay, Agosto, 1979. Bogotá, ICA, Programa de Maíz y Sorgo, 1980. 3p.
60. MOSER, B. D.; PEO, E. R. Jr.; CUNNINGHAM, P. J. Effect of high lysine corn on growth and muscle RNA-DNA in baby pigs. *Journal of Animal Science (Estados Unidos)* v. 35, no. 2 (220). 1972.

61. MOSER, B. D.; PEO, E. R. Jr.; STAHLY, I.; CUNNINGHAM, P. J.
Aminoacid supplementation and pelleting of high-lysine corn for growing finishing swine. *Journal of Animal Science (Estados Unidos)* v. 37, no. 2 (288). 1973.
62. MURPHY, J. J.; DALBY, A. Changes in the protein fractions of developing normal and Opaque-2 maize endosperm. *Cereal Chemistry (Estados Unidos)* v. 48, no. 3, p. 336-349. 1971.
63. NATIONAL RESEARCH COUNCIL COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION. Nutrient requirements of swine. 7 ed. Washington, National Academy of Sciences, 1973. p. 33. (Nutrient Requirements of Domestic Animals no. 2).
64. NELSON, O. E.; MERTZ, E. T.; BATES, L. S. Second mutant gene affectin the aminoacid pattern of maize endosperm proteins. *Science (Estados Unidos)* v. 150, p. 1469-1470. 1965.
65. NORDSTROM, J. W.; BUTLER, J. G.; STOCKLAND, W. L. and SOWERS, J. E. Aminoacid supplementation of Opaque-2 corn for growing swine. *Journal of Animal Science (Estados Unidos)* v. 31, no. 5, p. 1026. 1970.
66. OBANDO, H. Uso de la torta de algodón en dietas para cerdas de cría en forma continuada. Bogotá, UNC-ICA, 1977. P.65 (Tesis: Mag. Sci.).

67. OBANDO, H.; MONCADA, A. Evaluación del valor nutritivo del maíz Opaco-2 de clima frío en cerdos de crecimiento y acabado. Bogotá, ICA, Programa de Porcinos, 1981. 23p. (Sin publicar).
68. OESTEMER, G. A.; MEADE, R. J.; STOCKLAND, W. L.; HANSON, L. E. Methionine supplementation of Opaque-2 corns for growing swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 31, no. 6, p. 1133-1135. 1971.
69. OSBORNE, T. B.; MENDEL, L. B. Aminoacid in nutrition and growth. Journal of Biological Chemistry (Estados Unidos) v. 17, p. 325-349. 1914.
70. PACHECO, M.; VILLACA, H. Opaque-2 mize for feeding growing pigs. Nutrition Abstracts and Review (Inglaterra) v. 42, no. 2, p. 350. 1972.
71. PEKKARIMEN, J. World food consumption patterns. En: Recheigl, M. Jr., ed. Man, food and nutrition. Cleveland, Ohio, C. R. C. Press, 1973. p. 15-33.
72. PICK, R. I.; MEADE, R. J. Nutritive value of high-lysine corn growing swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos). v. 27, No. 6 (94). 1968.

73. PICKED, R. A. Opaque-2 corn in swine nutrition procedures. High lysine corn conference. Washington, Corn Industry Research Foundation, 1966. p. 19-22.
74. POND, W. G. Influence of maternal protein and energy nutrition during gestation on progeny performance in swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 36, no. 1, p. 175-182. 1973.
75. _____.; DUNN, J. A.; WELLINGTON, G. H.; STOFFER, J. R.; VANVLECK, L. D. Weight gain and carcass measurements of pigs from gilts fed adequate Vs. protein-free diets during gestation. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 27, no. 6, p. 1583-1586. 1968b.
76. _____.; STRACHAN, D. N.; SINHA, Y. N.; WALKER, E. F. Jr.; DUNN, J. A.; BARNES, R. H. Effect of protein deprivation of swine during all or part of gestation on birth weight, postnatal growth rate and nucleic acid content of brain and muscle of progeny. Journal of Nutrition (Estados Unidos) v. 99, no. 1, p. 61-67. 1969.
77. _____.; WAGNER, W. C.; DUNN, J. A.; WALKER, E. F. Jr. Reproduction and early postnatal growth of progeny in swine fed a protein-free diet during gestation. Journal of Nutrition (Estados Unidos) v. 94, no. 3, p. 309-316. 1968a.

78. POVEDA, C. A.; OBANDO, H.; MONCADA, A. Ensayo demostrativo sobre el valor nutricional del maíz Opaco-2 en la alimentación de cerdos. Bogotá, ICA, Programa de Porcinos. 1979. 9p. (mimeografiado).
79. PRADILLA, S.; LINARES, F.; FAJARDO, L. Eficiencia proteica del maíz Opaco-2. Proyecto de Fomento y Promoción del Maíz Opaco-2 Seminario Nacional del Maíz Opaco-2. Bogotá, Octubre 23, 1970.
80. RIPPEL, R. H.; RASMUSSEN, O. G.; JENSEN, A. H.; NORTON, H. W.; BECKER, D. E. Effect of level and source of protein on reproductive performance of swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos). v. 24, no. 1, p. 203-208. 1965.
81. RIVERA, L. P. H.; PERO, E. R.; FLOWERDAY, D.; CRENSHAW, T. D.; MOSER, B. D.; CUNNINGHAM, P. S. Effect of maturity and drying temperature on nutritional quality and aminoacid. Availability of normal and Opaque-2 corn for rats and swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 46, no. 4, p. 1024. 1978.
82. RJADEIKOV, V. G.; MIROSNICENKO, G. V. Fattening pigs on feeds with Opaque maize rich in lysine. Nutrition Abstracts and Review (Inglaterra) v. 41, p. 1376. 1971.

83. ROSA, J. G.; FORSYTH, D. L.; GLOVER, D. Y.; CLINE, T. R. Normal Opaque-2 waxy Opaque-2 sugary-2 and sugary-2 Opaque-2 corn (Zea mays L.) endosperm types for rats and pigs. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 44 no. 6,, p. 1011. 1977.
84. SIHOMBING, D. T. H.; CRONWELL, G. L.; HAYS, V. W. Nutritive value and digestibility of Opaque-2 and normal corn for growing pigs. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 29, no.5, p. 92ñ-926. 1969.
85. _____.; _____. Lysine supplementation of high lysine corn and normal corn peanut meal diets for growing swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 34, no. 3, p. 587-591. 1972.
86. VEUM, T. L.; PFANDER, W. H.; BELLAMY, C. G. Opaque-2 and normal corn supplement with soybean meal and/orx aminoacids for growing rats. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 37, no. 1, p. 63-66. 1973.
87. WAHLSTROM, R. C. High-lysine corn in swine diets. Feed-stuffs (Estados Unidos) v. 45, no. 11, p. 23-24. 1973.

88. WAHLSTROM, R. C.; MERRIL, R. V.; REINER, L. J.; LIBAL, G. W.
Mutant corn in young pig diets and aminoacids supplementation
of Opaque-2 corn. Journal of Animal Science (Estados Unidos)
v. 45, no. 4, p. 747-753.

89. WILSON, C. M.; ALEXANDER, D. E. Ribonuclease activity in normal
and Opaque-2 mutant endosperm of maize. Science (Estados
Unidos) v. 155, no. 3769, p. 1575-1576. 1967.

90. WOLF, M. F.; KHOO, U.; SECKINGER, H. L. Subcellular structure
of endosperm protein in high lysine and normal corn. Science
(Estados Unidos) v. 157, no. 3788, p. 556-557. 1967.

91. WOWEMAN, R. L.; SPEER, V. C. Lysine requirement for reproduction
in swine. Journal of Animal Science (Estados Unidos) v. 42,
no. 1, p. 114. 1976.

APENDICE

APENDICE 1. ANAVA CAMBIO DE PESO DE 0 - 76 DIAS GESTACION

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	90.1	45.05	0.26 N.S.	0.05 = 3.68 0.01 = 6.36
Error	15	2.597.47	173.16		
TOTAL	17	2.678.57			

N. S. = No significativo

APENDICE 2. ANAVA CAMBIO DE PESO DE 76 DIAS - 110 DIAS GESTACION

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	27.143	13.571	0.244 (N.S.)	0.05 = 3.68 0.01 = 6.36
Error	15	831.969	55.46		
TOTAL	17	859.112			

N. S. = No Significativo

APENDICE 3. ANAVA CAMBIO DE PESO DE 0 - 110 DIAS GESTACION

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamientos	2	185.97	92.99	0.262	0.05 = 3.68
Error	15	5.320.27	534.68	N. S.	0.01 = 6.36
TOTAL	17	5.506.24			

N. S. = No Significativo

APENDICE 4. ANAVA PESO POSTPARTO Y PESO 110 DIAS GESTACION

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamientos	2	55.06	27.53	3.63	0.05 = 3.68
Error	15	113.72	7.58	N. S.	0.01 = 6.36
TOTAL	17	168.78			

No hay diferencias significativas entre los tratamientos, a niveles de significancia del 5% y 1%, pero sí al 10%.

APENDICE 5. ANAVA PESO POSTPARTO Y PESO 7 DIAS POSTPARTO

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamientos	2	99.8	49.9	0.97	0.05 = 3.74
Error	14	716.67	51.19	(N.S.)	0.01 = 6.51
TOTAL	16	816.47			

No hay diferencias significativas entre los tratamientos por peso en esta fase del experimento.

APENDICE 6. ANAVA PESO 7 DIAS POSTPARTO y 21 DIAS POSTPARTO

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamientos	2	188.98	94.49	1.56 (N.S.)	0.05 = 3.74 0.01 = 6.51
Error	14	849.49	60.68		
TOTAL	16	1.038.47			

N.S. = No significativo

APENDICE 7. ANAVA PESO 21 DIAS POSTPARTO Y PESO POSTPARTO

Fuente Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamientos	2	606.06	303.03	1.965 (N.S.)	0.05 = 3.74 0.01 = 6.51
Error	14	2.159.06	154.22		
TOTAL	16	2.765.12			

N. S. = No significativo

APENDICE 3. ANAVA PARA CONSUMO TOTAL LACTANCIA (21 DIAS)

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	1.850.58	925.29	2.12 (N.S.)	0.05 = 3.74 0.01 = 6.51
Error	14	6.113.06	436.65		
TOTAL	16	7.963.94	497.75		

N. S. No significativo

APENDICE 9. ANAVA PARA NUMERO DE LECHONES AL NACIMIENTO

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	31.3	15.65	2.46 (N.S.)	0.05 = 3.68 0.01 = 6.36
Error	15	95.2	6.35		
TOTAL	17	126.5	7.44		

N. S. = No significativo

APENDICE 10. ANAVA PESO PROMEDIO DE LECHONES AL NACIMIENTO

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	0.045	0.023	0.72 (N.S)	0.05 = 3.68 0.01 = 6.36
Error	15	0.485	0.032		
TOTAL	17	0.530	0.031		

N. S. = No significativo

APENDICE 11. ANAVA PESO CAMADA AL NACIMIENTO

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	41.15	23.58	3.75*	0.05 = 3.68 0.01 = 6.36
Error	15	94.18	6.28		
TOTAL	17	141.32	8.31		

* Se presenta una diferencia significativa al nivel del 5% entre los tratamientos, por peso de camada al nacimiento.

APENDICE 12. ANAVA PARA PESO PROMEDIO DE LECHONES A LOS 7 DIAS

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	0.66	0.33	3.0 (N.S.)	0.05 = 3.74 0.01 = 6.51
Error	14	1.48	0.11		
TOTAL	16	2.14	0.14		

N. S. = No Significativo.

APENDICE 13. ANAVA PARA PESO PROMEDIO DE LECHONES A LOS 21 DIAS

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	1.15	0.575	2.255 (N.S.)	0.05 = 3.74 0.01 = 6.51
Error	14	3.57	0.255		
TOTAL	16	4.72	0.295		

N. S. + No significativo

APENDICE 14. ANAVA PARA PESO PROMEDIO CAMADA A LOS 21 DIAS

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	239.67	119.84	1.86 (N.S.)	0.05 = 3.74 0.01 = 6.51
Error	14	903.86	64.56		
Total	16	1143.53	71.47		

N. S. = No significativo

APENDICE 15. ANAVA PESO PROMEDIO LECHON AL NACIMIENTO SEGUN RAZA DEL MACHO

Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Machos	2	0.026	0.013	0.32883	N. S.
Nutrición	2	0.000869	0.0004345	0.0163	N. S.
Error	13	0.513931	0.0395331		
TOTAL	17	0.5408			

N. S. = No significativo.

APENDICE 16. ANAVA PESO CAMADA AL NACIMIENTO SEGUN RAZA DEL MACHO

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Tratamiento	2	48.015	24.01	3.70 (N.S.)	0.05 = 3.8
Macho	2	5.84	2.92	0.45 (N.S.)	
Error	13	84.44	6.50		
TOTAL	17	138.29			

APENDICE 17. ANAVA PARA PESO PROMEDIO DE LECHONES A LOS 7 DIAS, SEGUN RAZA DEL

MACHO

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Nutrición	2	0.65913	0.3295	2.74 (N. S.)	
Macho	2	0.03407	0.0170	0.14 (N. S.)	
Error	12	1.44309	0'1202		
TOTAL	16	2.1363			

N. S. = No significativo

APENDICE 18. ANAVA PARA PESO PROMEDIO DE LECHONES A LOS 21 DIAS, SEGUN RAZA
DEL MACHO

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc.	Ft.
Nutrición	2	1.0431	0.5215	1.7902 (N.S.)	
Macho	2	0.1836	0.0918	0.3151 (N.S.)	
Error	12	3.4961	0.2913		
TOTAL	16	4.7228			

N. S. No significativo