

ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DE MAÍZ COMO INGREDIENTE PARA USO EN RACIONES DE POLLOS PARRILLEROS (Santa Cruz – Bolivia)¹

A. Jordán B². y Peducassé, C. A.³

I. RESUMEN

Con el objeto de conocer el manejo de la granulometría del grano de maíz en la alimentación de pollos parrilleros, se colectó (ENE-MZO, 2003) sesenta y tres muestras, resultantes cada una de homogeneizados de tres a cinco submuestras, procedentes de 21 granjas ubicadas estas en un radio aproximado de 50 Km. (E-O) de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, incluyendo Montero y Portachuelo al Norte. Las muestras obtenidas, previamente identificadas, fueron sometidas a un secado parcial (90°C) de las cuales se obtuvo en triplicado el Diámetro Geométrico Medio (DGM) y su Desviación Padrón (DPDGM). Los resultados granulométricos obtenidos fueron sometidos al Test de “Student” para pruebas no apareadas, para muestras entre fases y de un ANAVA para un diseño de bloques para fases de crianzas entre granjas. El criterio de evaluación granulométrica del maíz para pollos parrilleros es el rango de 800 a 1000 μ con un DPDGM de “<2”. Al considerar el índice DGM por tamaño de granjas, los promedios observados fueron de 911.2 para los estratos pequeños, 1139.1 para los medianos y 1175.8 μ para los estratos grandes, existiendo diferencias entre ellos a la prueba de ANAVA ($P < 0.05$). Los valores promedios por fases de crianzas fueron de 1115.8 para Inicio, 1032.3 para crecimiento y 1078.1 para engorde, no se observó diferencias ($P < 0.05$) al ANAVA. Un 47,6, 38,1 y 52,4% de las muestras por fases de crianza contenían DGM superiores a 1000 μ . Tanto la comparación por estratos como por fases de crianzas, la distribución observada fue en orden del 50%, mientras que para los valores mayores a 1000 μ fue en orden creciente y en relación directa con el tamaño de la granja así como con el crecimiento del ave. La media general para DPDGM fue de $2,15 \pm 0,33$. El 59% de las muestras contenían un DPDGM superior al valor crítico de “2”. Tanto en el análisis por tamaño de granjas y fases de crianzas se observó un incremento del DPDGM y la presencia de los valores superiores al “2” a medida que el tamaño de la granja aumenta. El DPDGM en función de fases de crianzas sin considerar estratos, la fase de inicio fue la mayor con un 2.36 ± 0.29 , donde un 86% de las muestras analizadas contenían valores superiores a “2”. En función a las granjas muestreadas 10 de ellas (47,6%) contenían el DPDGM igual a 2 o <2. La distribución porcentual del DPGM en función de tamaño de granjas con un DPDGM <2 fue de 50, 40 y 10% para granjas medianas, grandes y pequeñas mientras que para el DPDGM >2 el resultado es correspondientemente opuesto fue de 54, 26 y 20%, respectivamente.

¹ Tesis de grado para optar por el título de Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. FCV, UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

² Responsable del trabajo, Calle 7 #15, Barrio Flamingo, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

³ Asesor. Profesor de las cátedras de Nutrición Animal y Alimentos y alimentación, FCV, UAGRM, Casilla 702, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

II. INTRODUCCIÓN

Durante miles de años las gallinas habían estado alimentándose por si solas buscando en el campo los granos, alimentos verdes, gusanos, insectos, minerales, etc. Puesto que su alimentación no era equilibrada, el avicultor de aquella época no exigía más que los huevos que precisaba para el autoconsumo y la carne era solo para festividades especiales (Pontes y Castello, 1995).

La avicultura ha logrado en aproximadamente 25 años consolidarse como el rubro de mayor desarrollo técnico y científico dentro de la pecuaria mundial, esto se debe en parte a que el ciclo reproductivo de las aves es corto, lo que permite realizar investigaciones y mejoras en menor tiempo que en otras especies animales, y es por lo tanto un importante proveedor de proteína de alto valor biológico para el consumo humano (ADA, 1997).

El desarrollo de líneas genéticas cada vez más especializadas en pollos de engorde, ha forzado la revisión de muchos datos. Sin embargo, el aumento de la exigencia del consumidor en la búsqueda de un producto de mejor calidad y la reducción de los márgenes de lucro han forzado una rápida sofisticación de esa actividad. Es en el área de la nutrición donde las necesidades de adaptación a esa nueva realidad se han impuesto de manera mas intensa. La nutrición influye en gran manera en el hecho de que el producto obtenido tenga las características deseadas por el consumidor, tanto por su uniformidad, como por sus características organolépticas deseables o por el aspecto del producto final. (Penz, 1999 y FEDNA, 1999)

La industria avícola ha estado evolucionando a ritmo acelerado, en el mundo donde Bolivia no es la excepción, en cuanto a la nutrición, la tecnología, el procesamiento de los ingredientes y la comercialización del producto cárnico procedente de las aves. Es por esto, que es indudablemente necesaria la

incorporación de nuevos métodos y tecnologías, que coadyuven a llevar a ritmo las nuevas tendencias de la producción avícola en el mundo, ya que este cada día es más competitivo. Es importante conocer que es lo que se oferta a los animales y como poder maximizar o potenciar el valor de las raciones para así ser de alguna manera más eficiente, con un menor coste y un mayor retorno.

Zanotto y Bellaver, (1996). en su comunicado técnico mencionan que el tamaño de partícula de los ingredientes destinados a la fabricación de raciones, pueden influenciar la digestibilidad de los nutrientes y como consecuencia la maximización de la respuesta por el animal.

Es por este concepto que se ha visto la importancia de realizar un monitoreo de la granulometría de ingredientes que se está utilizando en las plantas de balanceados en granjas de pollos de engorde en Santa Cruz de la Sierra. La realización de este estudio apoyaría al avicultor a tomar en consideración el manejo de la granulometría en la preparación de sus dietas o raciones buscando una alternativa más para reducir costos obteniendo así una mejor relación costo/beneficio de su empresa, aspecto vital en la situación actual del mercadeo y comercialización de esta especie zootécnica.

Tomando en cuenta lo mencionado, el presente trabajo planteó como **objetivo general** el conocer de la molienda del grano almidonáceo maíz como ingrediente mayoritario en influenciante en la respuesta aviar en Santa Cruz de la Sierra. Como **objetivos específicos** se propuso: **1.-** Evaluar la granulometría del grano maíz considerando el tamaño de las granjas y las fases de crianza. **2.-** Aportar con la información a los productores para mejorar el manejo de este parámetro.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA.

Por largos años en el que el hombre ha domesticado y criado aves en confinamiento bajo condiciones intensivas, ha tratado y logrado obtener de las aves un buen rendimiento, esto ha significado mejorar las condiciones y calidad de alimentación. A través de los años la producción de carne aviar se ha aumentado dramáticamente llegando a niveles que otros animales de sangre caliente difícilmente pueden alcanzar.

La población mundial crece vertiginosamente y con ella la avicultura industrial se ha tornado sinónimo de alta productividad, rápido crecimiento (25 veces de la producción inicial, en 30 años). En el periodo 1994/1997 según información de la FAO, la producción mundial de carne se incrementó desde ese periodo 12,6%, pero en particular el de carne de ave creció notablemente con una variación del 21,7%, comparada con la del cerdo con 12,9% y la carne bovina con un 3,4%. A pesar del fuerte crecimiento de la producción mundial de carne de ave, la de cerdo sigue siendo la más importante, con alrededor del 40% del total de carnes, siguiéndole la de ave con el 28,0 %, y la carne bovina con el 25,5 % del total. (APINCO, 1994).

Tal como se muestra en el siguiente cuadro, la producción mundial de pollos totaliza 37194 millones de toneladas donde E.E.U.U. se ubica como el mayor productor con el 33,25 %, en segundo lugar está China con el 15,59 %, y el tercer lugar lo ocupa Brasil con 11,67 %.

Cuadro 1.- Producción Mundial de pollo por países, periodo 1996/1997 (en miles de toneladas)

PAIS	1996	%	1997	%
E.E.U.U.	11884	33,66	12366	33,25
CHINA	5200	14,73	5800	15,59
BRASIL	4052	11,48	4340	11,67
MEXICO	1478	4,19	1550	4,17
FRANCIA	1178	3,34	1215	3,27
JAPÓN	1330	3,20	1135	3,05
INGLATERRA	1064	3,01	1094	2,94
ESPAÑA	860	2,44	870	2,34
ARGENTINA	724	2,05	751	2,02
RUSIA	305	0,86	290	0,78
RESTO	7428	21,04	7883	20,93
TOTAL	35303	100,00	37194	100,00

Fuente: Avicolatina y Avicultura en cifras SAGPyA

La avicultura en Bolivia durante la década de los años 80 al 97, ha tenido un incremento sostenido año a año a excepción de 1984 en que disminuyó en un 9,83% respecto a la gestión anterior.

Bolivia como país latinoamericano según estadísticas del año 2000 posee una población de pollos de engorde aproximado de 69,82 millones de animales. Cuadro (2). La distribución departamental o regional en orden descendente muestran a Cochabamba y Santa Cruz como los principales productores de pollos.

Cuadro 2.- Producción de carne de pollo por Departamento y Año (en Millones de Unidades).

DEPARTAMENTO	1995	1996	1997	1998	1999	2000
COCHABAMBA	32,9	34,4	36,29	42,19	46,03	41,76
SANTA CRUZ	14,2	17,3	19,65	24,68	26,53	23,79
LA PAZ	1,3	1,4	1,45	1,48	1,51	1,49
TARIJA	0,96	1,02	1,06	1,10	1,14	1,15
SUCRE - POTOSI	0,92	1,00	1,04	1,05	1,07	1,05
BENI – PANDO	0,35	0,60	0,61	0,62	0,63	0,61
TOTALES	50,63	55,7	60,1	71,12	76,91	69,82
CRECIMIENTO ,%	9,90	10,05	7,86	18,34	8,14	-9,22

Fuente.- “Números de Nuestra Tierra y Memorias ADA”. Elaboración: ADA

La avicultura boliviana se concentra en las áreas de Santa Cruz y Cochabamba, en cotas de altura compatibles con la producción de estos rubros. En Santa Cruz predomina la producción de pollo (cerca de 80%), mientras en Cochabamba, predomina la producción de huevos (65%). Existen otras zonas productoras en el país que sin embargo, por razones principalmente de volúmenes de producción son poco significativas, estas son: La Paz, Tarija, Sucre, Potosí, Beni y Pando principalmente (ADA, 2000).

3.2. EL POLLO Y SUS CARACTERÍSTICAS ZOOTÉCNICAS.

Los progresos alcanzados en el terreno de la producción deben atribuirse, por una parte, a la mejora de las características genéticas de las aves, y por otra parte, a la elaboración de raciones de elevada digestibilidad y ricas en microfactores (kolb, 1972).

En la siguiente tabla pueden verse unos datos altamente reveladores al respecto, siendo las mejoras atribuibles principalmente a la presión genética a que se ha sometido los broilers:

Cuadro 3.- Evolución de los resultados de la crianza de los broilers en los últimos 25 años

Año	Días de cría	Peso vivo, g	Índice de conversión
1970	56	1700	2,25
1975	53	1800	2,20
1980	51	1900	2,15
1985	48	2000	2,12
1990	45	2100	2,08
1995	42	2200	2,00

Fuente: Pontes y Castello, (1995)

Existen en el mercado diferentes líneas comerciales que brindan resultados económicos de acuerdo al manejo de las aves y el potencial genético relacionado con la ganancia de peso que son capaces de transmitir a sus progenies. Algunas experiencias de campo han revelado diferencias significativas entre aves de engorde provenientes de diferentes líneas genéticas, en la ganancia de peso y conversión alimenticia sometidas a las mismas condiciones de manejo, nutrición y programas sanitarios (Fernández, 1991).

Smith, (1992) indica que el negocio, producción de carne de pollo, será ciertamente mejorado de los estándares de hoy. El consumo de carne de pollo **per cápita** en el mundo será más alto y las deficiencias asociadas con la producción de este tipo de carne serán mayores de lo que hoy se estima aceptable. El incremento de la eficiencia será el resultado de esfuerzo combinado de todas las fases de la producción de carne de pollo. Esto incluirá dietas mejoradas, nuevas vacunas, mejoras en la automatización de los equipos, etc. y lógicamente será

incrementado en el potencial genético para todas las características económicas que afectan la producción de carne de pollo

3.3. FACTORES QUE GOBIERNAN LA RESPUESTA ZOOTÉCNICA DE LAS AVES .

Teniendo en cuenta la importancia de la alimentación en el caso de las aves representa alrededor del 70 % de los costes de producción, no por ello se puede minimizar las que tienen otros factores de la producción. En resumen se trata de:

- **La genética del ave**, totalmente esencial para el tipo de producción que pretendemos obtener - carne o huevos-, para lo cual requerimos trabajar con las estirpes o los cruces genéticos especializados que existen en el mercado.
- **Las condiciones del hábitat**, es decir del gallinero, en el sentido más amplio, es decir, a todo lo que abarca el confort ambiental del ave, a sus necesidades de espacio, equipo, etc.
- **El manejo**, también en el sentido más, abarcando así tanto al trato a que se somete a las aves, como al higiene del gallinero y a los planes profilácticos de prevención de enfermedades.

Estos tres factores, junto con la alimentación, vendrían a representar lo mismo que las 4 patas de una mesa, todas ellas igualmente necesarias para el sostenimiento de la misma. (Pontes y Castello, 1995)

3.3.1. CONSUMO VOLUNTARIO.

El consumo voluntario es probablemente el factor más importante desde el punto de vista de la productividad pecuaria, la regulación del consumo puede ser a corto y largo plazo, el primero se asocia con el control del inicio y el término de comidas individuales, mientras el segundo se refiere a correcciones en el consumo que efectúa el organismo con relación al gasto energético global (Shimada, 1983).

3.4. ANATOMIA Y FISIOLÓGÍA FUNCIONAL DEL TRACTO DIGESTIVO DEL POLLO.

3.4.1. Anatomía digestiva.

El tracto digestivo es un tubo hueco y fibromuscular, que va desde la boca (pico) hasta la cloaca, recubierto por un epitelio que, en algunas partes, esta especializado para la secreción, digestión y absorción. La pared del tracto esta compuesta, básicamente, por 4 camadas, o tunicas concéntricas, de dentro para fuera, a saber: mucosa, submucosa, muscular externa y serosa o adventicia. Los órganos que forman este conducto alimentario son: boca, esófago, buche, proventrículo, molleja, intestino delgado, intestino grueso y cloaca. Entre las estructuras anexas están las glándulas salivales, hígado y páncreas. APINCO (1994).

3.4.2. Fisiología digestiva

Las principales estructuras que componen la **boca y faringe** son: pico, lengua, coana e infundíbulo. El tamaño del pico parece ser un factor importante en la regulación de la ingestión. Moran, (1982) mostró que las aves tienen dificultades para consumir partículas que son mayor o menor a la dimensión anatómica del

pico, y esta sería un factor importante, que influenciaría la preferencia por el tamaño de la partícula. **El esófago** es un segmento relativamente largo, que posee un divertículo, el buche, que separa las porciones superior e inferior del esófago. Posee un epitelio estratificado, escamoso, el cual permite la distensión sin perjuicio de la mucosa. Presenta glándulas mucosas que tienen la función de lubricación. **El proventrículo** es una estructura localizada entre el esófago inferior y la molleja, recubierta por una mucosa glandular con función secretora (glándulas gástricas secretoras). A pesar que el proventrículo actúa primordialmente en la producción y liberación de secreciones gástricas, la proteólisis gástrica del alimento ocurre, en su mayor parte, en el estómago muscular. **La molleja** posee características específicas: Macizo desenvolvimiento muscular, derivado, primordialmente, de una camada de muscular lisa circular. La camada interna de la molleja presenta una submucosa firme, una camada glandular y un revestimiento resistente y abrasivo, constituido por un complejo proteína-polisacárido. Este revestimiento es periódicamente sustituido, en la mayoría de las especies, siendo más grueso en las especies que ingieren alimentos duros que aquellas que ingieren alimentos blandos. **El intestino delgado** mide aproximadamente 1,5 m de largo en un pollo adulto, este es semejante al de los mamíferos en su proporción proximal, la cual en una forma de “U” envuelve al páncreas y se denomina duodeno. Los segmentos siguientes no tienen división nítida, así que la porción del duodeno se denomina yeyuno, y el segmento anterior a la unión del ciego se llama ileon. En esta región del tracto gastrointestinal existe la desembocadura de los ductos pancreáticos y biliar, entrando el duodeno debajo de la unión duodeno-molleja. **El intestino grueso** de las aves es relativamente corto y sin demarcaciones definidas, en la unión del intestino delgado y grueso están los ciegos, que en las aves son un par, al contrario de los mamíferos. Sin embargo, en algunas especies pueden ser impares, rudimentarios o ausentes. El colon es un tubo corto y estrecho, que se extiende desde la unión íleo-cecólica hasta la cloaca. La cloaca es un compartimiento común de los sistemas digestivos, urinario y reproductivo, siendo dividido en tres partes; el **coprodeum**, siendo este

el mayor compartimiento, actuando como reservorio de las heces; en cuanto que el tracto urinario y reproductivo terminan en el **urodeum**. Finalmente, el **proctodeum** se abre externamente a través del ano (APINCO, 1994).

3.5. CONDUCTA Y MECANISMOS REGULADORES DEL CONSUMO.

Las aves generalmente ajustan la ingesta de alimento para alcanzar un mínimo de consumo de energía, otro aspecto que influye es la densidad del volumen de la dieta y la temperatura ambiental, debido a que el consumo disminuye a medida que la temperatura aumenta más allá de la zona de termoneutralidad (Lopez, 1997).

3.5.a. Granulometría. Los pollos seleccionan las partículas de mayor tamaño para ingerir, esta preferencia está relacionada con la presencia de mecanorreceptores localizados en el pico de las aves, siendo estos más importantes que los sensores químicos (Penz, 1997).

3.5.b. Centro coordinador – hipotálamo. La regulación de la ingestión de alimentos está bajo el control del hipotálamo. Las neuronas hipotalámicas tienen numerosas conexiones con otras áreas del sistema nervioso central para integrar las informaciones sensoriales. Existe un centro del apetito localizado en el área lateral mientras que el centro de saciedad esta localizado en el área ventromedial. La ingestión de alimentos está condicionada a un balance de las acciones de ambos centros los cuales están regulados por un mecanismo de retroalimentación negativa (Gonzales, 1992).

3.5.c. Mecanismos neurohumorales. Existen factores neurohumorales que también pueden actuar en el control hipotalámico de la ingestión de

alimentos y agua. Se considera que la serotonina, adrenalina, noradrenalina, colecistina y péptidos pancreáticos son responsables de la saciedad, disminuyendo la ingestión de alimento (Pariente, 1995).

3.5.d. Temperatura y humedad ambiental. La alteración del consumo de alimento en función a la temperatura ambiental es uno de los mecanismos que posibilita al animal a regular su temperatura corporal dentro de un límite compatible con su actividad metabólica. El animal disminuye su consumo de alimento cuando la temperatura es alta y aumenta cuando es baja. Ese comportamiento alimenticio está asociado a los mecanismos de producción y pérdida de calor (González, 1992).

El grado de humedad del aire en el galpón es importante para la salud de los pollos y en consecuencia para su rendimiento. La humedad relativa debe estar comprendida entre 55 y 75 %. (Conso, 1992).

3.5.e. Densidad animal. Por densidad animal se entiende el número medio de cabezas que en condiciones normales, pueden criarse en una unidad de superficie útil, en general un metro cuadrado. En relación al tipo de suelo y ventilación (natural o forzada). Cuando la densidad es mayor a lo recomendado existe competencia por el alimento e ingieren menos los individuos tímidos, se difunden más rápido los estados morbosos latentes, retardo del crecimiento debido a excesivo contenido de anhídrido carbónico y/o amoníaco (Gonzales, 1992).

3.6. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS POLLOS PARRILLEROS.

Los requerimientos se expresan en energía / proteína (aminoácidos) con una relación de interdependencia entre ambas dado que el ave controla, en condiciones normales de sanidad y manejo, su ingesta de alimento de acuerdo a

su concentración de energía metabolizable en el pienso, por ello debe existir relación entre la energía y el resto de los nutrientes. En relación con la proteína lo que importa es la eficiencia biológica de los aminoácidos que la componen y la capacidad del pollo para utilizarlos (Torrijos, 1976).

Las aves generalmente ajustan la ingesta de alimento para alcanzar un mínimo de energía, pero dicho ajuste no es muy preciso sobre todo en el caso de los pollos de engorde que han perdido en gran parte esta característica debido a la selección genética (López, 1997).

3.7. IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN EN POLLOS PARRILLEROS.

La alimentación representa uno de los factores mas importantes en la producción avícola, no solo por su relevancia económica, sino también por la versatilidad que se tiene en la implementación, así como la elevada influencia que ejercen sobre los parámetros productivos. El potencial genético de las estirpes comerciales de pollos de engorde solamente podrá ser alcanzado en la medida que los animales tengan el aporte de nutrientes para ellos y las condiciones adecuadas de salud, alojamiento y manejo de la parvada (López, 1.997).

La alimentación de pollos de engorde, es especial debido a los cambios genéticos que se realizan constantemente por los productores de las diferentes líneas comerciales. Esta situación es el producto de una significativa mejora en el crecimiento y en la capacidad de utilización de los alimentos, los pollos presentan un apetito voraz y a punto en que el consumo de alimento está gobernado no solo por la saciedad física, sino también por la especificidad de ciertos nutrientes (Campabadal y Navarro, 1.997).

3.8. INGREDIENTES DE USO COMÚN EN AVES.

En nuestro medio la principal fuente de energía proviene de granos almidonáceos, entre ellos el sorgo y el maíz, mientras que la soya y el girasol se consideran las principales fuentes proteináceas. En la elaboración de raciones para alimentación de aves se formulan con los ingredientes maíz y soya como base.

Energéticos.-

- **Maíz.** En muchas zonas el maíz es fuente predominante de energía en alimentos avícolas, principalmente por su abundancia, economía y alta digestibilidad. Sin embargo, el maíz es cereal de gran variedad y en muchos países se vende por el “grado”, que indica su contenido de humedad, peso, composición del grano y la presencia de material extraño. El maíz también posee un contenido proteínico variable, de 8 a más de 11 por ciento. Actualmente el maíz es resultado del cruzamiento híbrido en un esfuerzo para producir plantas aceptables en ciertos climas, precipitación pluvial y composición de la tierra. El maíz es una buena fuente ácido linoleico, un ácido graso esencial.
- **Sorgo.-** Hay varios tipos de granos de sorgo, pero el kafir y el milo son los más empleados en raciones avícolas. Son difíciles de almacenar debido a que tienden a retener humedad, por lo que se secan con facilidad. Éstos se cultivan en muchas zonas y comprenden parte importante en el alimento avícola. Aunque tienen algo de mal sabor en su forma base, puede utilizarse en forma efectiva para reemplazar dos tercio de la porción del cereal de grano en la mayor parte de las raciones. Si el alimento está peletizado, el porcentaje puede ser mayor. El kafir y el milo, son bastante comparable con el maíz amarillo en el valor nutritivo; exceptuando que no poseen actividad de vitamina A, ni xantófilas pigmentantes. (North y Bell, 1993).

Proteinaceos.-

- **Harina de soya (44 % PB).** La soya es la semilla más rica en proteína entre todas las semillas comunes utilizadas como alimento, contiene 43 a 51 % de proteína, rica en grasa con un 18 % y pobre en fibra, 5 a 7 % (Morrison, 1973).
- **Harina de soya integral.** Se utiliza como fuente de energía y proteína en las dietas de aves. La soya integral tiene un alto contenido de proteína cruda (37 a 39%), además de un alto contenido de aceite (18 a 20%), posee un estimado de 3500 Kcal EM/Kg (Buenrostro, 1985)

3.9. ADITIVOS EN LA ALIMENTACIÓN DE AVES DE CORRAL.

Los aditivos alimenticios no son indispensables en el sentido que no son nutrimentos, y por lo tanto no forman parte esencial del organismo ni participan en procesos metabólicos, sustituyendo a los nutrimentos conocidos, pero son necesarios para conservar la calidad original de los ingredientes, evitando su deterioro, factor importante para el animal que los consume, mejorando los aumentos diario de peso en la conversión alimenticia o previniendo contra los embates de enfermedades clínicas y/o sub-clínicas, reduciendo consecuentemente morbilidad y mortalidad. En la avicultura intensiva que requiere de alimento balanceado se incluyen una gama de productos aditivos que, pueden clasificarse de la siguiente manera: Promotores de crecimiento y producción, Antioxidantes, Antifúngicos, Pigmentantes, Saborizantes y Aromatizantes, Colorantes, Inertes y ligantes. Por lo tanto debe quedar claro que el uso de aditivo en el alimento obedece estrictamente a razones económicas de retorno sobre la inversión (Gonzales, 1.990).

3.10. EL MEZCLADO DE LOS ALIMENTOS.

Ante la definición de los ingredientes a incluirse en una dieta o una ración, estos deben ser mezclados para lograr así un alimento de distribución nutritiva uniforme. Goodband *et al*, (2001). Mencionan que la eficiencia del mezclado se refiere a cuan bien un lote de alimento es mezclado. Existen varios tipos de mezcladoras, las cuales requieren distintos tiempos para mezclar el alimento completamente. Los mezcladores verticales tardarán aproximadamente 15 min. mientras que los horizontales lo harán en 5 a 10 min. utilizando menor energía. Ingredientes que influyen la uniformidad y variación en el tiempo de mezclado incluyen: el tamaño de la partícula y densidad, contenido de humedad del grano, desgaste de los equipos, RPM del mezclador, llenado del mezclador, y sobrecarga de grasas y aceites. A mayor tamaño de partícula el tiempo de mezclado puede ser incrementado, así como puede aumentar la segregación de los ingredientes.

3.11. PROCESAMIENTO DE LOS ALIMENTOS.

3.11.1. Forma del pienso y presentación

Entendemos por procesamiento de los alimentos a una serie de procedimientos realizados con el fin de potenciar el aprovechamiento por el animal, estos pueden ser físicos o químicos. Está demostrado que algunos de los procesamientos no son necesariamente económicos; por ello aunque logren potenciar su uso en la alimentación animal debe siempre evaluarse la relación costo / beneficio resultante a su procesamiento. Estos son los procesos más conocidos y utilizados.

- **Molienda.** El fin de la molienda es el de fraccionar físicamente los granos, para tener una mayor superficie de exposición a la acción de las enzimas.
- **Humectación.** La humectación de la ración tiene como fin, presentar un mayor consumo por el animal, sin desperdiciar los granos finamente molidos, con el aumento de la proporción del líquido aumenta los resultados zootécnicos en zonas con clima caliente. Son requeridas proporciones de 3:1 a 4:1 para la distribución automática del alimento. Se la realiza de 12 a 24 horas y es una práctica común en alimentación de pollos. Es necesario recalcar el costo de la implementación de este método, tiende a encarecer el alimento (Piggato, 1999).
- **Cocimiento.** El cocido del ingrediente es seco (tostado) o húmedo (hervido), enfriado, mejora la digestión de los almidones, y inhibe algunos factores antinutricionales.
- **Pelletizado o granulado.** Es un proceso que disminuye el polvo en la segregación de los alimentos, dando una mejor digestibilidad. También como en la granulometría fina, el uso de pellets muy pequeños produce ulceraciones en animales jóvenes (Roppa, (2001)
- **Extrusión.** Este proceso involucra la aplicación de calor, presión y (o) a un ingrediente o a la dieta o ración. Generalmente los extrusores son empleados para el procesamiento de la soya. La extrusión incrementa el grado de “volumen” de un ingrediente o dieta (Goodband. *et al*, 1997)
- **Laminado y micronizado.** Produce la dextrinización de los almidones, se logra por medio del granulado, el micronizado y laminado.

La mayoría de estos procesamientos no justifican necesariamente la respuesta animal cuando se considera los costos adicionales del proceso, por ello se hace necesario evaluar la relación costo-beneficio de la implementación de cualquiera de ellos en la crianza animal. (Goodband. *et al*, 1997).

Es de interés del presente trabajo, enfatizar en uno de los procesamiento de alimentos la molienda, ya que este es el más utilizado en nuestro medio para la alimentación de pollos. Esto por la facilidad y el coste del procesamiento.

Alimentos de calidad para el pollo puede fabricarse en la granja con diferentes tipos de equipos, sin embargo el operador del molino debe entender las limitaciones del equipo que procesa el alimento. Los métodos comunes de molienda de granos en la granja incluyen en la actualidad dos tipos de molino (molino de martillo y de rodillo).

3.11.2. Tipos de molinos

3.11.2.a. Molino de martillo. Reduce el tamaño de partícula a través de: 1) del impacto de choque de los martillos; 2) Corte por el borde de los martillos y 3) acción de fricción o roce. Las ventajas de los molinos de martillos incluyen su capacidad de molienda de cualquier tipo de granos, a su vez que tiene un costo bajo de mantenimiento. Si un molino de martillo se usa para procesar grano, hay varios factores que pueden cambiarse para aumentar o disminuir el tamaño de la partícula. El tamaño de las perforaciones de la zaranda del molino determina grandemente el tamaño de partícula que se produzca. En términos generales los ingredientes que hayan atravesado una zaranda de 0,3 a 1 mm. Tendrán un tamaño de partícula medio de 600 a 800 micras. Sin embargo es difícil relacionar la zaranda a las micras específicas debido a las variaciones del equipo como velocidad de giro, desgaste, humedad del grano, etc.

Reduciendo las revoluciones generalmente se produce un porcentaje más bajo de “finos”, aunque el tiempo requerido para la molienda aumenta. El contenido de humedad determina tamaño de la partícula. El grano con humedad menor impactará mejor creando partículas más finas cuando es

comparado con partículas con 10 a 12 % de humedad. Aumentando la proporción de flujo de grano a través del molino del martillo tendrá a aumentar el tamaño de la partícula, pero a su vez puede producir más variación de tamaños. (MSUcares. 2001; Goodband, 2001)

3.11.2.b. Molino de rodillo. Los molinos de rodillo tienen la ventaja de crear partículas más uniformes que los molinos de martillo. El tamaño de la partícula puede controlarse por el ajuste de los rodillos, el corrugado, el rodillo espiral versus no-espiral y la velocidad diferencial de los rodillos. Para conseguir un tamaño de partícula de 800 micras, es necesario tener rodillos con 10 a 12 ranuras por pulgada. La mayoría de los fabricantes también recomendará un “drive” del diferencial de 10-25 % con rollos girados para que el borde afilado de cada rollo encuentre el grano. El rango de velocidad del rollo es de 350 a 600 rpm dependiendo de la velocidad de la superficie. Esta baja velocidad creará menos polvos y desgaste. Los molinos de rodillo pueden procesar grano con mitad de energía que un molino de martillo. (MSUcares 2001).

3.12. EL TAMAÑO DE PARTÍCULA.

Lindenmaier y Kare, (1959) ya afirmaban que los sentidos del gusto y del olfato están menos desarrollados en las aves que en los mamíferos. Hill, (1971) agrega que las aves tienen en la boca solamente 12 papilas rudimentarias, en contraposición con los mamíferos, que tienen varios millares. Gottschaldt y Lausmann, (1974) comentaron que la falta de esos sentidos es compensada por mecano-receptores localizados en el pico de las aves. Savoir, (1979) sugirió que el tamaño y la consistencia de las partículas del alimento afectan a las respuestas sensoriales que provocan la alteración en el comportamiento de consumo. Nir *et al.*, (1994) observaron que los pollos de engorde prefieren alimento con partículas mas grandes (F.E.D.N.A. 1999).

La granulometría que debe ser empleada en los ingredientes que componen las raciones de pollos de engorde ha sido muy discutida entre los técnicos que tratan de la alimentación de estos animales. De una manera general, los nutricionistas tienen preferencia de emplear ingredientes finos y uniformemente molidos, con la expectativa de que partículas menores sean más fácilmente envueltas por los jugos digestivos, favoreciendo la acción de enzimas sobre los ingredientes y la digestión de los nutrientes. Además partículas menores y uniformes facilitan la homogenización de las mezclas, en contra partida NIR, **et al.**, (1995) sugieren que la degradación de las partículas en el intestino delgado proximal es más lenta cuando son mayores. Esta característica hace que el peristaltismo aumente pudiendo llevar a una mayor utilización de los nutrientes. Esta observación favorece la preferencia de los técnicos que administran la producción de raciones, optando siempre por el uso de ingredientes molidos más groseros pues esto permite un mayor rendimiento de los molinos, un menor costo energético y un menor desgaste de equipamientos. Así, estos dos extremos deben ser evaluados y, eventualmente compensados, de tal forma que los pollos de engorde no pierdan por alimentarse con partículas inadecuadamente molidos. (Penz, 1997)

Nir. **et al.**, (1994), afirman que partículas grandes tienen una velocidad de pasaje por el tracto digestivo menor que partículas pequeñas. Entre tanto también se atribuye una disminución en la digestibilidad de los nutrientes cuando son empleadas partículas finas, por que estas causan atrofia en la molleja y una discreta hipertrofia en el intestino, eventualmente causada por fermentación bacteriana. Entre tanto, de cualquier manera, las alteraciones en el tracto gastrointestinal pueden, de alguna manera, afectar el apetito de los pollos de engorde. (Penz, 1997)

En todo procesamiento físico o químico de un ingrediente para potenciar su uso debe ser en función del tipo de animal que se va a alimentar, observando el

comportamiento del pollo de engorde al alimentarse, las facciones anatómicas y fisiológicas de la boca.

Cuadro 4. Efecto del tamaño de las partículas de los cereales en el consumo del alimento (por 2 horas) por pollos de engorde, con 7 días de edad, mantenidos en ayunas en 16 horas.

PARÁMETROS		TEXTURA		
		Fina	Media	Grosera
DIÁMETRO GEOMÉTRICO MEDIO	mm	0,625	1,168	2,052
CONSUMO DE RACIÓN	g	5,50	9,02	10,40

Fuente: Nir *et al.*, 1994

Un estudio reciente de Magro y Penz, (1998), con dietas que incluían maíz con granulometrías recientes, demostró que las mejores respuestas productivas fueron alcanzadas con la ración que tenía el mayor DGM,.

Si la molienda de los ingredientes corresponde más de medianos a groseros, producen fermentaciones digestivas no deseadas; por otro lado, en el tracto gastrointestinal mientras que los ingredientes sean molidos más finamente aunque aumenta su digestibilidad son capaces de producir ulceraciones e incremento de polvo en las instalaciones. La decisión del uso de uno u otro tamaño de partícula dependerá de gran manera al animal que se va a alimentar, en este caso el cerdo. El tamaño de partícula es logrado a través de zarandas de diferentes diámetros.

En pollos de engorde, las razones para estudiar el efecto del tamaño de partícula de los granos en la performance de los animales probablemente no son totalmente las mismas de aquellas que justifican los estudios de tamaño de partículas para suinos. Un aspecto bastante considerado es que con partículas de tamaño adecuado los pollos de engorde mejoran el desempeño debido a un aumento del

consumo de alimento y/o por la mejor utilización de este. Reece, Lott y Deaton (1986) comentan que es importante considerar no solo el tamaño de las partículas de las dietas de pollos de engorde así como también la uniformidad de la textura de las partículas. Los pollos tienen condiciones de seleccionar las partículas, prefiriendo las mayores, y esto puede ser motivo de desbalanceamiento de nutrientes por ingestión diferenciada. Dixon y Hamilton, (1981) estudiando la importancia del tamaño de la importancia del maíz en la acción del ácido propiónico como inhibidor fúngico, verificaron que cuanto menor el tamaño de las partículas mayor es la acción del antifúngico. Los autores atribuyen este efecto al hecho de que las partículas menores son mas fácilmente envueltas por el ácido orgánico y con mas facilidad él penetra en el sustrato.

Portela, Caston y Leeson (1988), en un experimento en que la preferencia por tamaño de partícula de los pollos de engorde fue estudiada, verificaron que en cualquier edad los animales prefieren partículas con diámetro geométrico medio mayor que 1180 μ . De 8 a 16 días de edad las partículas más prontamente escogidas por los pollos tuvieron DGM mayor que 1180 μ y menor que 2360 μ . El experimento también mostró que las partículas menores siempre fueron consumidas por últimas, y la elección en cualquier momento no estuvo asociada con la composición química de la dieta. Entre tanto, LOTT *et al.* (1992), contradiciendo las observaciones de Portela, Castón y Leeson (1988), determinaron que partículas con DGM de 1196 μ , en dietas a base de maíz y harina de soya, son más grandes y pueden perjudicar la performance de los pollos jóvenes.

Es importante que también se tenga en cuenta la Desviación Padrón Geométrica (DPG) que representa la variabilidad del tamaño de partículas entre sí. Cuanto mejor el DPG mejor será el desempeño de los pollos de engorde. Los autores mostraron que cuando el DPG se aproximó a “2”, independientemente del DGM, el desarrollo de los pollos de engorde resultó perjudicado (Nir *et al.*, 1994).

EMBRAPA oferta un programa computarizado denominado SOFTGRAN en el cual considera como rango apropiado para evaluación de la granulometría en aves de 700 a 1000 micras (μ).

3.13. BENEFICIOS TÉCNICO-ECONÓMICOS DEL USO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA.

Mejorando la eficiencia de la utilización del alimento a través de un adecuado tamaño de partícula, se tendrá un efecto tremendo en los costos de producción. (Goodband, 2001). Sin duda alguna, la industria avícola evoluciona a un ritmo acelerado, en cuanto a nutrición, genética, tecnología de manejo y sanidad. Es de importancia para la obtención de máxima producción, no dejar ningún resquicio que pueda aprovechar la baja de la productividad. La nutrición en la crianza de pollos equivale a la base de todo el módulo productivo, representando hasta un 80 % de los costos de producción. Los ingredientes utilizados para el racionamiento de alimento para pollos son en base a granos, llámese maíz, sorgo, soya, etc. Para aprovechar al máximo el potencial de estos granos, es que utilizamos técnicas de procesamiento de alimentos. En nuestro medio el procesamiento de los ingredientes es principalmente a través de la molienda, esto por la facilidad y el costo asequible al estatus económico de la producción en nuestro medio. (Sin menospreciar las distintas formas de procesado conocido).

Para la mayor eficiencia en conversión de los ingredientes que se administran a los pollos, estos han sido divididos en fases, debido a los cambios fisiológicos que sufre el pollo, estos son: Pre-inicio, inicio, crecimiento, acabado. Con este sistema cada fase recibe un alimento especializado para su mejor aprovechamiento, se menciona esto por que la reducción del tamaño de la partícula es esencialmente crítica en la fase de iniciación y de crecimiento, ya que en esta fase la tasa de

paso es mas alta y se debe aprovechar este hecho para aumentar de manera considerable la conversión.

En pollos de engorde, Nir **et al.**, (1994) trabajaron con dietas a bases de maíz, trigo o sorgo, donde los granos fueron molidos en molinos de martillo y las partículas fueron separadas en finas (DGM de 570 a 670 μ), medias (DGM de 1130 a 1230 μ) y groseras (DGM de 2010 a 2100 μ). Los pollos fueron alimentados de 1 a 21 días de edad con las dietas. En el periodo de 1 a 7 días, los autores no observaron diferencia de desempeño en los animales. Entre tanto en el periodo de 7 a 21 días hubo diferencias. Pollos alimentados con partículas finas, independiente del cereal utilizado, tuvieron menor consumo de ración, menor ganancia de peso y peor eficiencia alimenticia.

Cuadro 5. Efecto del tamaño de las partículas de los cereales en la performance de pollos de engorde.

PARÁMETROS		TEXTURA		
		Fina	Media	Grosera
DIÁMETRO GEOMÉTRICO MEDIO	Mm	0,57 – 0,67	1,13 – 1,23	2,01 – 2,10
PESO (7 DÍAS)	G	127	131	126
CONSUMO DE RACIÓN (7 DÍAS)	G	106	106	111
EFFECTO ALIMENTAR (7 DÍAS)	g/g	0,679	0,670	0,659
GANANCIA DE PESO (7 A 21 DÍAS)	G	357	427	401
CONSUMO DE RACIÓN (7 A 21 DIAS)	G	591	662	645
EFFECTO ALIMENTAR (7 A 21 DIAS)	g/g	0,604	0,642	0,622

Fuente: Nir **et al.**, 1994

Nir *et al.* (1994), evaluando los efectos de la granulometría en granos sobre las características de diferentes granos, ya observaron con 7 días de edad que el peso y el contenido de la molleja de los pollos alimentados con granos finamente molidos, estaban menores y el pH mayor que el de los pollos alimentados con partículas mayores. Las mismas diferencias fueron observadas con 21 días de

edad. Con relación al duodeno, las partículas medias y groseras disminuyeron el peso mas no afectaron el contenido. Esta misma tendencia fue observada en el piso y en el contenido del yeyuno / ileon y el peso del ceco. El pH del contenido intestinal fue mayor, cuando partículas medias y groseras fueron empleadas. No fueron encontradas diferencias en los pesos de hígado y páncreas.

Cuadro 6.- Efecto del tamaño de las partículas en los diferentes órganos de pollos de engorde.

PARÁMETROS		TEXTURA		
		Fina	Media	Grosera
DIÁMETRO GEOMÉTRICO MEDIO	mm	0,57 – 0,67	1,13 – 1,23	2,01 – 2,10
PESO MOLLEJA (7 DIAS)	g	3,95	4,50	4,87
CONTENIDO MOLLEJA (7 DIAS)	g	1,38	1,96	3,02
pH MOLLEJA (21 DIAS)		3,47	3,03	2,74
PESO MOLLEJA (21 DIAS)	g	2,22	2,80	3,13
CONTENIDO MOLLEJA (21 DIAS)	g	0,44	2,20	2,03
pH MOLLEJA (21 DIAS)		3,57	2,77	2,91
PESO DUODENO (21 DIAS)	g	1,25	0,89	1,07
PESO YEYUNO / ILEON (21 DIAS)	g	3,75	3,15	3,44
CONT. YEYUNO / ILEON (21 DIAS)	g	3,95	2,90	2,94
PESO CECO (21 DIAS)	g	1,82	1,51	1,60
pH INTESTINO (21 DIAS)		5,97	6,23	6,35

Nir *et al.*, 1994

En base a todos los resultados fisiológicos y de crecimiento, los autores Nir *et al.*, (1994) sugirieron que los pollos jóvenes prefieren dietas con granos cuyo tamaño de partícula (DGM) se encuentre alrededor de 700 y 900 μ . Estos valores confirman aquel propuesto por Nir, Shefet y Aaroni (1994), que sugirieron 769 μ mejor DGM como una dieta a partir de maíz, para pollos de engorde entre 1 y 21 días y contradicen el valor de DGM propuesto por Lott *et al.*, (1992), que determinaron que partículas con DGM de 1196 μ , en dietas a base de maíz y

harina de soya son muy grandes y pueden perjudicar el desempeño de pollos de engorde jóvenes. Entre tanto los autores Nir, Shefet y Aarón (1994), también llamaron la atención que el DGM no debe ser la única medida para evaluar el tamaño de partícula de la dieta.

Cuadro 7.- TAMAÑO DE PARTICULAS DE LA DIETA

PARAMETROS		TAMAÑO DE PARTICULAS DE LA DIETA				
		GROSERA	MEDIA	FINA	ORIG. +	ORIG. +
					18%	36%
					finos	Finos
DENSIDAD	Kg/m3	0,684	0,612	0,665	0,647	0,634
DGM	μ	1260	769	871	793	0,706
DPG		2,08	1,63	2,05	2,0	1,99
SEC	Cm2/g	47	67	67	73	82
PESO BROILER	g	615	665	607	622	617
CONSUMO DE RACION	g	740	725	716	713	719
EF. ALIMENTARIA	g/g	0,66	0,73	0,65	0,67	0,66

Fuente: Nir, Shefet y Aarón, 1994.

IV. MATERIAL Y METODOS

4.1. LOCALIZACION DEL AREA

El presente trabajo se realizó en el área de influencia a Santa Cruz Central, en el entendido que el asentamiento de la mayoría de los módulos de crianza avícola se han establecido en un radio no mayor a los 100 Km. De la ciudad de Santa Cruz aprovechando tanto la oferta de productos y subproductos agroindustriales y la dotación de vías camineras de fácil acceso a los centros de consumo del país.

4.2. MATERIAL

- Conjunto de tamices cuya numeración (ASTME-11) abertura (micrones): 8 (2,36), 12 (1700), 14 (1400), 18 (1000), 25 (710), 50 (500), 60 (250), 100 (150)
- Equipo vibrador de tamices.
- Balanza con precisión de un gramo.
- Estufa para 105 °C.
- Equipo de limpieza de tamices (pinceles, brochas y compresor de aire)
- Bandeja de distintas capacidades.
- Equipo de computación.
- Material de muestreo: bolsa, frascos herméticos, marcador.

4.3. MÉTODOS

Se tomaron muestras al azar de maíz, sorgo molido, soya solvente y soya integral de 21 granjas avícolas tomándose en cuenta si manejan diferentes moliendas en función de la fase de crianza.

La metodología para muestreo y determinación del tamaño de partícula se basó en el comunicado técnico, (método de determinación de granulometría de ingredientes para uso en raciones de suínos y aves) por Zanotto y Bellaver, (1996), cuyo protocolo es como sigue:

1. Después del molido, se toma una muestra de aproximadamente 1 Kg.
2. Embolsar la muestra, debidamente identificada.
3. En el laboratorio:
 - 3.1. Homogenizar la muestra en un recipiente mayor
 - 3.2. Tomar una muestra de aproximadamente 0,5 Kg.
 - 3.3. Secar la muestra a temperatura de 105 °C, por 24 h principalmente para evitar que las partículas se adhieran a la malla de los tamices.
 - 3.4. Retirar la muestra de la estufa y dejar que se equilibre con el ambiente.
 - 3.5. Pesar los tamices.
 - 3.6. Pesar en un recipiente aproximadamente 200 g de muestra y transferir la muestra a los tamices.
 - 3.7. Sujetar firmemente el conjunto de tamices en el equipo vibrador
 - 3.9. Ajustar el nivel de vibración en posición 8 y realizar el tamizado por 10 min.
 - 3.9. Retirar la cantidad de muestra detenida en cada tamiz y pesar, anotar el peso de las muestras. Limpiar los tamices con aire comprimido entre cada muestra.

La información obtenida fue introducida al programa SOFTGRAN (EMBRAPA, 1998) para el análisis de Diámetro Geométrico Medio (DGM) y Desviación Padrón del Diámetro Geométrico medio (DPDGM).

4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Por cuanto este trabajo consiste en un muestreo para evaluar la situación del manejo de la granulometría en la molienda de los granos almidonáceos en granjas avícolas la información fue sometida a medidas de tendencia central y dispersión, así como de proporciones porcentuales en función del rango de criterio de referencia. Los resultados obtenidos se sometieron al ANAVA para un diseño factorial 3×3 , considerando tres estratos de producción (Grande, Mediano y Chico) y tres fases de crianza (Inicio, Crecimiento y Engorde).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio fue realizado en 21 granjas avícolas en un radio aproximado de 50 Km de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, cuyo asentamiento de empresas de los distintos rubros pecuarios es debido a su condición estratégica en el sector agrícola y la agroindustria. El objetivo principal del estudio correspondió a conocer de la situación del manejo de la molienda del maíz, principal ingrediente energético en las dietas o raciones para aves de corral y cerdos. Las 21 granjas fueron estratificadas en tres grandes grupos, a saber: pequeña (< 20000 aves), mediana (20000 a 60000 aves) y grande (> 60000 broilers) en su capacidad instalada. Los resultados obtenidos, objetos de la discusión, son resumidos como sigue:

Actualmente la crianza del parrillero, desde el punto de vista nutricional propende a manejar lotes por sexo separado y segundo cuatro fases de crianza traducidos en raciones como pre-inicial (1 a 7 días), inicial (8 a 15 días), crecimiento (16 a 35 días) y acabado (36 días a venta) Solo cuatro granjas (19%), al momento del muestreo, estaban manejando las citadas 4 fases, las 17 restantes (81%) manejaban tres fases; En adición a ello, La molienda para pre-inicio era la misma que para la fase inicial. Por lo expuesto es que de aquí en adelante se manejara ambos, resultados y discusión en función de tres fases de crianza.

5.1. DIÁMETRO GEOMÉTRICO MEDIO (DGM)

Zanotto y col. (1996) utilizando pollitos parrilleros de 16 a 23 días de edad observó no existir diferencias en los valores de EMAn desde granulometrías de 510, 667, 811 y 1060 micras, empero verificó que el consumo de energía eléctrica y el rendimiento de la molienda del maíz aumentó con el diámetro de las zarandas, concluyendo que en el procesamiento de molienda del maíz para pollos parrilleros

es deseable un DGM próximo a 1000 micras. Zanotto y col. (1998) en un estudio en broilers de 1 a 42 días de edad observó que el DGM de las partículas del maíz no influenció en las respuestas peso corporal, consumo ni la conversión alimentaria cuando comparó grupos con DGM de 506, 743 y 1050 micras, empero enfatiza que con Tamaño de Partícula (TP) tendiendo a 1050 micras proporcional economía de la energía eléctrica y aumenta el rendimiento de la molienda del maíz manteniendo el mismo desempeño de los broilers, independientemente de la forma física de la ración.

Picard y col (2000) resumen que los pollitos de un día de edad aprenden a asociar los efectos nutricionales con las características sensoriales del tamaño de partícula de los alimentos gracias a una observación visual precisa de detalles y capacidades táctiles específica en su pico. La selección del alimento por su tamaño de partícula hace que esta sea más rápida y precisa. Sin embargo, esta selección puede variar con la ulterior experiencia del ave con relación a su alimento. El sistema de producción puede por lo tanto cambiar la percepción de la estructura del TP de sus alimentos con su respectiva consecuencia en su productividad. Finalmente, estos autores resaltan que la nutrición y la detección sensorial interactúan en las tres fases críticas del comportamiento del consumo voluntario cuales son la identificación, la aprehensión y la ingesta del alimento.

EMBRAPA a través de su programa computarizado denominado SOFTGRAN, cuyo resultado de análisis como emisión de información aplicable para cerdos y aves de corral se ilustra en el anexo 1, sugiere como rango de DGM de 800 a 1000 micras como TP en los granos almidonaceos para aves de corral, más propiamente broilers. El autor de este estudio toma esta referencia técnico-científica como base de criterio de análisis en la búsqueda de conocer la situación del manejo del TP en el maíz, pudiendo aportar así con información básica para futuros estudios y(o) recomendaciones no solo en el manejo de las dietas o

raciones sino también en el control de calidad de las plantas de balanceados pertenecientes a las granjas avícolas.

El TP de la molienda es resultante de la zaranda que se emplee, de modo que expresarse por uso de numero de zarandas en vez de grados de molienda es una forma práctica de hacerlo. Al comparar granjas por tamaño de producción aviar en los tres estratos, pequeña, mediana y grande, la menor práctica y de igual respuesta en los tres tipos de granjas fue el empleo de tres zarandas (14%), la práctica mas aceptada es la de dos zarandas correspondiendo la distribución porcentual, en orden descendiente como 72, 57 y 43 para las granjas mediana, pequeña y grande, respectivamente. La distribución en función de una zaranda fue a favor de las granjas clasificadas como grande (43%), seguida por las de tipo pequeñas (29%) mientras que en las granjas medianas fue de 14%. (Ver Fig. 1)

Respecto del DGM (micras), el promedio general para las 21 granjas fue de $1075,4 \pm 262,1$ con una distribución porcentual acorde al criterio de EMBRAPA de 6,3; 49,2 y 44,4% para los rangos <800 , 800 a 1000 y $>1000 \mu$, respectivamente. Si se considera las sugerencias de Zanotto y col (1996, 1998) de emplear un promedio cercano al de 1000μ la distribución porcentual para DGM estaría en el orden del 29% del total de muestras analizadas (Fig. 2).

Al considerar este índice, DGM por tamaño de granjas, los promedios observados fueron de 911,2; 1139,1 y 1175,8 μ para los estratos pequeña, mediana y grande, existiendo diferencias entre ellos a la prueba de ANAVA ($P < 0,05$). Al comparar este índice en función de fases de crianza y sin estratificación por tamaño de granja los promedios fueron de 1115,8; 1032,3 y 1078,1 para las fases Inicial, Crecimiento y Engorde, respectivamente. No se observó diferencias ($P < 0,05$) al ANAVA. El Cuadro 1. ilustra esta información incluyendo la distribución porcentual en función de rangos de criterio propuestos por el "**Softgran**", donde es posible resumir que tanto para la comparación por estratos como por fases de crianza

para el rango recomendado de DGM por Softgran, de 800 a 1000 μ la distribución observada fue en el orden del 50% mientras que para los valores superiores a 1000 μ fue en orden creciente y en relación directa con el tamaño de la granja así como con el crecimiento del ave. Se observó significancia ($P < 0,05$), a la prueba de ANAVA, a la interacción tamaños de granjas por fases de crianza.

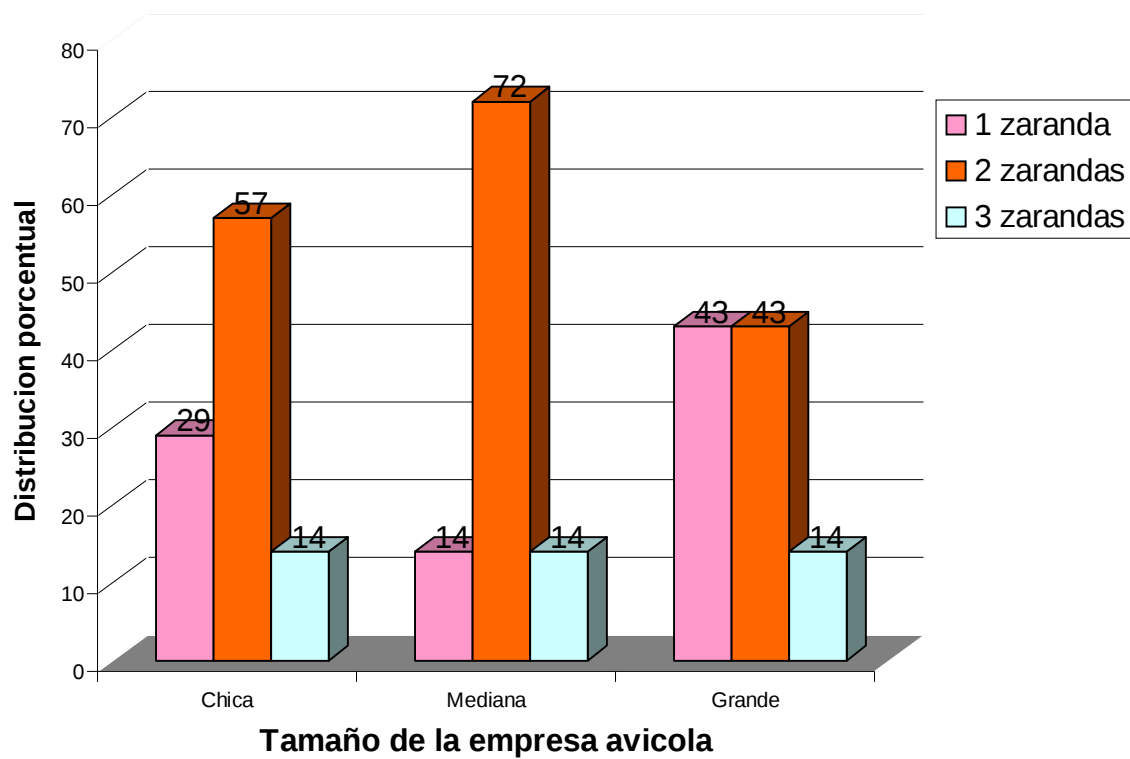
5.2. DESVIACIÓN PADRÓN DEL DIÁMETRO GEOMÉTRICO MEDIO (DPDGM)

El análisis de la molienda, como DGM, no es completo si no se adiciona el análisis de su desviación padrón. Este valor, que mide el grado de desviación de la media, permite al nutricionista o técnico en la elaboración de alimentos emitir una opinión referente al grado de uniformidad de la molienda. Al respecto, Nir. *et al* (1994), sugieren el valor de ≤ 2 como criterio de referencia para uniformidad del DGM. Según Goodband y col. (2001), valores superiores al valor-criterio de referencia implica la necesidad de revisar aspectos como estado de las zarandas (uniformidad de las perforaciones, rajaduras, forámenes), estado de los martillos o peines del molino, velocidad de giro (rpm) del molino y otros relacionados con el personal responsable de la molienda de los granos.

Del total de muestras analizadas (63) la media general para DPDGM fue de $2,15 \pm 0,33$ donde un 59 % de la muestras contenían un DPDGM superior al valor crítico de " ≤ 2 ". En el Cuadro 2 se resume la información citada incluyendo el análisis por tamaño de granjas y fases de crianza. Al respecto, se observó incremento en ambos aspectos, del DPDGM y la presencia de valores superiores al "2" a medida que el tamaño de la granja aumenta. Cuando se analiza este índice en función de fases de crianza sin considerar estratos la fase inicial contenía el mayor DPDGM ($2,36 \pm 0,29$) donde un 86% de las muestras analizadas (21) contenían valores > 2 ". No se observó diferencias entre medias ($P > 0,05$) ni entre estratos ni por

fases de crianza. Asimismo no se observó significancia ($P > 0,05$) a la interacción entre ambas variables de análisis. Si se analiza en función de granjas muestreadas, (Fig. 3), se observa que 10 (47,6%) de las 21 plantas de balanceado muestreadas contenían el DPDGM igual a 2 o <2 . Cuando se expresa esta información en distribución porcentual por tamaño de granja (Fig. 4 y 5) es posible observar las siguientes respuestas. La distribución porcentual en forma decreciente, para granjas con un DPDGM <2 fue de 50, 40 y 10% para las granjas mediana, grande y pequeña mientras que para el DPDGM >2 la figura fue correspondientemente opuesta; es decir, en orden decreciente fue de 54, 26 y 20% de las granjas estratificadas como pequeña, grande y mediana. De acuerdo a este trabajo, aparentemente las granjas clasificadas como de tamaño mediano demuestran mayor preocupación por la calidad de la molienda.

Fig. 1. Zarandas en funcion de fases de crianza.



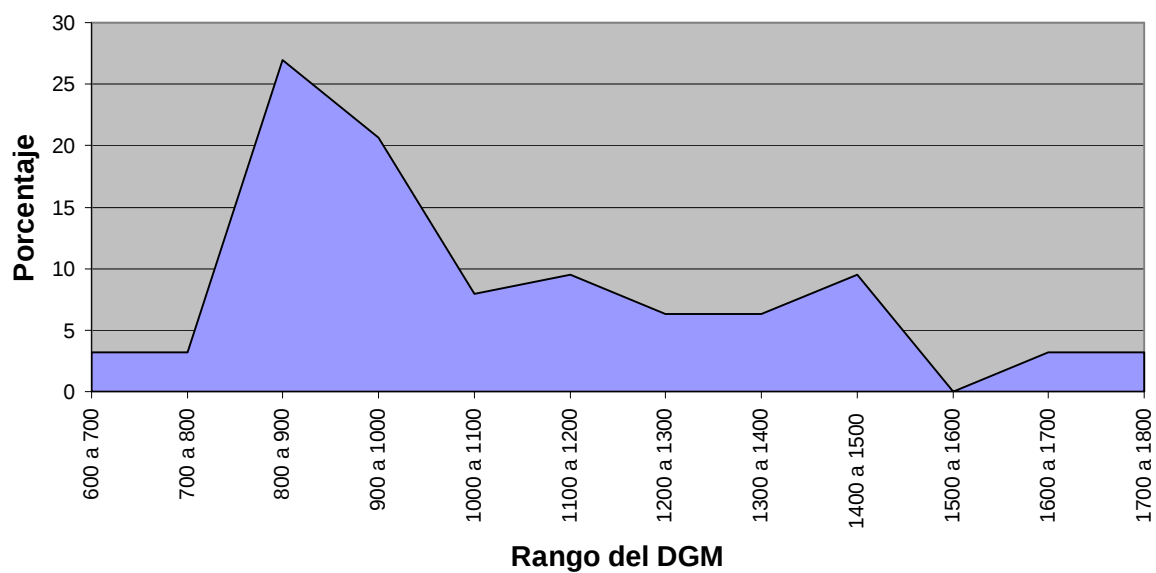
Cuadro 8. Diámetro Geométrico Medio de muestra de maíz molido en plantas de balanceados en granjas avícolas, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

			DGM, micras			Distribución Porcentual		
VARIABLES	(N)		Media ±D.S.	Min.	Máy.	<800	800 a 1000	>1000
	GENERAL	63	1075,4 262,1	603	1710	6,3	49,2	44,4
PRODUCTORES, ESTRATO	CHICO	21	911,2 ^b 160,7	603	1181	19,0	57,2	23,8
	MEDIANO	21	1139,1 ^a 275,3	830	1710		47,6	52,4
	GRANDE	21	1175,8 ^a 261,4	830	1710		38,1	61,9
FASES DE CRIANZA	INICIO	21	1115,8 285,1	736	1710	4,8	47,6	47,6
	CRECIMIENTO	21	1032,3 203,8	627	1324	9,5	52,4	38,1
	ENGORDE	21	1078,1 294,0	603	1630	4,8	42,8	52,4

(N): Número de muestras analizadas

^{a,b,c}, Columnas con exponentes literales diferentes, corresponde a medias diferentes entre si (P <0,05)

**Fig. 2. Distribucion porcentual por rango de DGM
(micras) de molienda**



Cuadro 9.- Desviación Padrón del Diámetro Geométrico Medio de muestras de maíz en plantas de balanceados en granjas avícolas, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

				DPDGM, micras		Distribución porcentual	
VARIABLES		(N)	Media	Min.	Máx.	<2	>2
	GENERAL	63	2,15	1,67	2,81	41	59
PRODUCTORES, ESTRATO	CHICO (CH)	21	2,03	1,74	2,62	43	57
	MEDIANO (M)	21	2,20	1,77	2,81	43	57
	GRANDE (G)	21	2,22	1,67	2,81	38	62
FASES DE CRIANZA	INICIO (I)	21	2,36	1,8	2,73	14	86
	CRECIMIENTO (CRT)	21	2,04	1,67	2,81	67	33
	ENGORDE (EG)	21	2,06	1,77	2,67	43	57

(N): Número de muestras analizadas.

Fig. 3. Comportamiento de plantas de balanceado en funcion de DPDGM (><2)

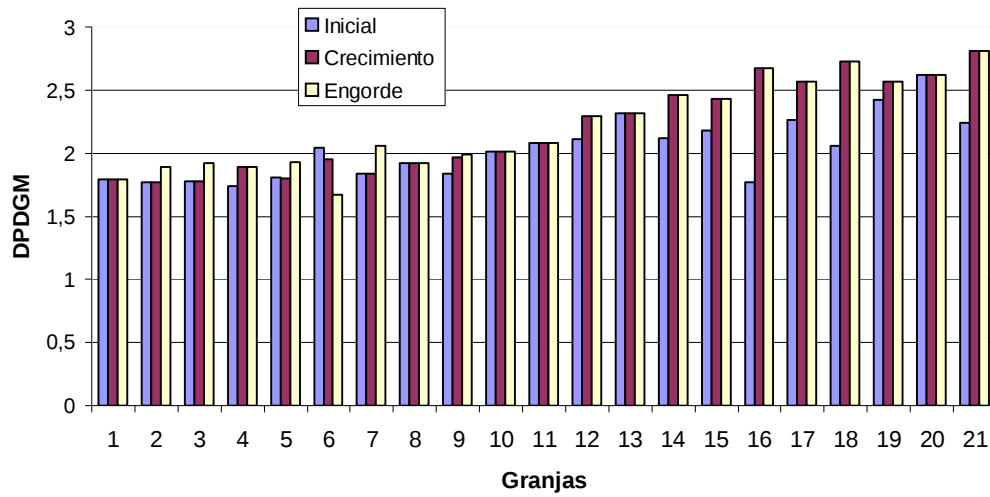


Fig. 4. Distribucion porcentual de Plantas con DPDGM <2

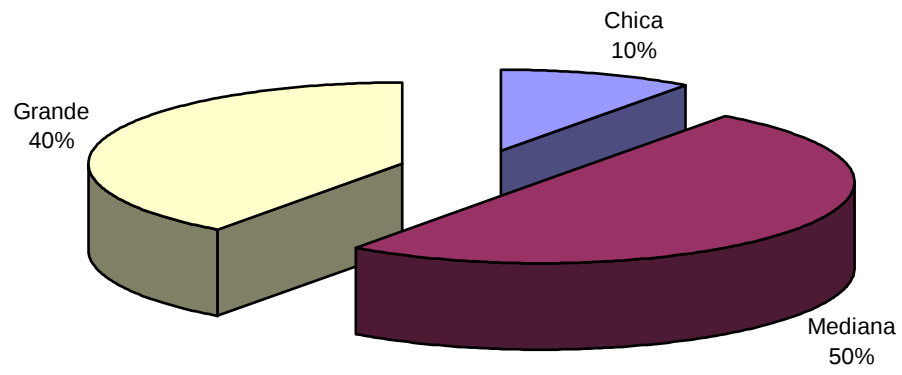
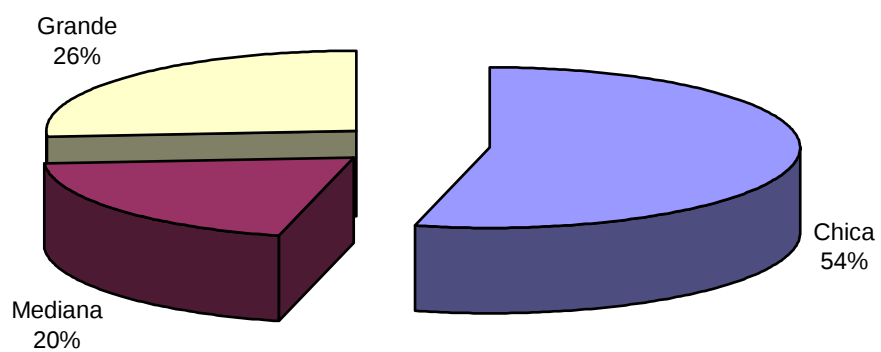


Fig. 5. Distribucion porcentual de Plantas don DPDGM >2



VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al análisis y discusión de los resultados acerca de la situación de la molienda de los granos en la alimentación de pollos parrilleros es posible concluir lo siguiente:

La molienda del grano de maíz en para la alimentación de parrilleros se encuentra en el rango recomendado de 800 a 1000 μ aunque se observa una ligera tendencia a DGM mayores a las recomendaciones citadas.

Respecto de la uniformidad de la molienda se observa que este índice se encuentra por encima de lo recomendado ya que solo un 41% de las muestras contenían un DPDGM <2

De acuerdo a este trabajo las granjas clasificadas como de tamaño mediano demuestran mayor preocupación por la calidad de la molienda.

IX. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

A.D.A., 1.996 – 97. Asociación Departamental de Avicultores. Departamento Técnico Santa Cruz-Bolivia. Pp. 6-16.

A.D.A., 2000. Asociación Departamental de Avicultores. Departamento Técnico Santa Cruz – Bolivia.

APINCO 1994. Fisiologia da Digestão e Absorção das Aves. Ed. Marco Roberto Pinheiro. Campinas , SP-Brasil. Pp. 1-24.

BUENROSTRO, J. P. 1985. Balanceo de raciones y sustitución de ingredientes. Soya Noticias. México, D. F. pp. 1-4.

CAMARA AGROPECUARIA DEL ORIENTE, 1999. Números de nuestra tierra. Santa Cruz – Bolivia. Pp. 225 – 229

CAMPABADAL, C. Y NAVARRO, G. H. 1.997. Sistemas de alimentación para pollos de engorde. In.– Soya noticias. Nº 251. Asociación Americana de Soya. México. Pp. 11-19.

CONSO, P. 1992. La Gallina Ponedora. Editorial CEAC. Barcelona – España. pp. 8 - 12.

DIXON, R. C. y HAMILTON, P. B. Effect of particle size of corn meal and mold inhibitor and mold inhibition. In.– Poultry Science, 60: 2412 – 2415.

F.E.D.N.A. 1999. Cursos avanzados en nutrición animal. Volumen III. pp. 422 – 453.

GONZALES, E. 1.990. Anabólicos y Aditivos en la producción pecuaria. 1ra Edición. p. 25.

GONZALES, E. 1992. Mecanismos reguladores del consumo de alimento en aves. In.- Curso de fisiología de la digestión y absorción de aves. Fundación APINCO de ciencia y tecnología avícola. FACTA. Brasil. pp. 1-22.

GOODBAND, D.R, TOKACH, D.M., DITZ, S.S. and NELSEN, I.J, 1997 General nutrition principles for swine. Kansas State University, Experimental Station & Cooperative Extension Services. MF 2298, October, 1997. 35 pp.

GOODBAND, D.R., M.D. Tokach and J.L. Nelsen, 2001 The effect of diet particle size on animal performance. Department of grain science and industry, KSU, Agric, Exp. Stat and coop. ext. service. pp.1- 6.

KOLB. E. 1972. Microfactores en Nutrición Animal. Traducido Por Esain, E. J. Zaragoza. Editorial Acribia. pp. 91-110.

LOPEZ, C. L. 1.997. Exigencias Nutricionales para pollos de engorde en Zonas Tropical Caliente y Zona Templada Alta. In.- Memorias, Tercer Seminario Internacional en Ciencias Avícolas. AMEVEA. Santa Cruz, Bolivia. Pp. 52-63.

LOTT, B.D., DAY, E. J., DEATON, J.D. 1992. The effect of temperature, dietary energy level and corn particle size on broilers performance. Poultry Science. 71: 618 – 624.

- MORRISON, F. B.** 1973. Fundamentos de la nutrición animal, productos alimenticios, alimentos y alimentación del ganado. Traducción de la 21ª edición Inglesa por De La Loma. J . L. México, D. F. UTEHA. p. 591.
- MSUcares**, 2001. Producción de carne de cerdo. Sugerencias para mejorar la eficiencia alimentaria en módulos porcinos. <http://msucares.Com/livestock/swine/particle>.
- MSUcares**, 2001 pork production. Is particle size important for swine diets? Missisipi State University Extension Service, Mississippi, Agricultural and Forestry Experiment, 6 pp. <http://msucares.com/livestock/swine/particle>.
- NIR, I., SHEFET, G. y AARONI, Y.** (1994). Poult Sci. 73:45-49.
- NORTH, M. O., BELL D. D.** 1993. Manual de producción avícola. Tercera edición. Editorial El Manual Moderno. México, D.F. – Santa Fé de Bogotá. Pp. 514-516.
- PARIENTE, E.** 1995. fisiología Digestiva de las Aves. *In.-* Fisiología Veterinaria. Editorial Interamericana. Madrid – España. pp. 619-632.
- PENZ, A .M.** 1997. Uso de raciones con diferentes grados de granulometría para pollos de engorde y control de calidad de los diferentes sistemas de procesado de la soya. *In.-* AMEVEA. Santa Cruz – Bolivia. Pp. 25-30, 138-150.
- PIGATTO, M, D.** 1999. Situação actual e tendencias da suinocultura mundial. *In.-* 3º Seminario Nutron de Suinocultura. Agosto 1999.

- PONTES, M.P., CASTELLO, J. LL.** 1995. Alimentación de las aves. Ed. Grinver – Arts Grafiques, S.A. Barcelona – España. p. 19.
- PORTELA, B. D., CASTON, L. S. y LEESON, S.** 1998. Apparent feed particle size preference by broilers. Can. J. Animal. Sci . 68:923 – 930.
- REECE, F.N., LOTT, B.D. y DEATON, J.W.** (1986). Poult Sci. 65:1257-1261.
- ROPPE, L.** 2001 Nutrición. Pork news. Internet. <http://porkworld.com.br>.
- SHIMADA, S. A.** 1983. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. México, D. F. pp. 55-57.
- SMITH, J.** 1992. Nuevos desarrollos y tendencias en la genética del pollo de engorde. XV Seminario Avícola Internacional. Bogotá Colombia. p. 182
- TORRIJOS, A.** 1976. Cría de pollos de carne; 2da. Edición, Editorial Aedos, Barcelona, España. Pp. 65-80.
- ZANOTTO, D.L. e BELLAVER, C.,** 1996. Método de determinación de granulometría de ingredientes para uso en raciones en cerdo y aves. Comunicado técnico, ISSN 0100-8862. EMBRAPA, 5 pp.

VIII. ANEXO

MAPA DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA



AREA Y LOCALIZACION

