

INGRID DIAS TRINCO

# **SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR SORGO COM E SEM ADIÇÃO DE ENZIMAS EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Alves de Souza

CURITIBA

2002



## PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação da Candidata ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área Produção Animal **INGRID DIAS TRINCO** após a realização desse evento, exarou o seguinte Parecer:

- 1) A Tese, intitulada "**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR SORGO COM E SEM ADIÇÃO DE ENZIMAS EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**" foi considerada, por todos os Examinadores, como um louvável trabalho, encerrando resultados que representam importante progresso na área de sua pertinência.
- 2) A Candidata se houve muito bem durante a Defesa de Dissertação, respondendo a todas as questões que foram colocadas.

Assim, a Comissão Examinadora, ante os méritos demonstrados pela Candidata, atribuiu o conceito "A" concluindo que faz jus ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área de Produção Animal.

Curitiba, 14 de março de 2003.

  
Prof. Dr. GILBERTO ALVES DE SOUZA  
Presidente/Orientador

  
Prof. Dr. SEBASTIÃO GONÇALVES FRANCO  
Membro

  
Dr. SEBASTIÃO APARECIDO BORGES  
Membro

Ao meu filho Felipe Roberto que ilumina minha vida todos os dias com seu jeito especial de ser, e que é a minha única fonte de luz, coragem e força para que eu enfrente qualquer desafio, **dedico ...**

À todos aqueles que respeitam o ser humano e trabalham com amor, honestidade, paciência, dedicação e esperança em busca do melhor, **ofereço ..**

## **AGRADECIMENTOS**

Em especial aos meus pais, Roberto e Carmelinda Trinco que mais uma vez abriram mão de seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus.

Ao professor Dr. Gilberto Alves de Souza pela orientação, agradável convivência e confiança depositada.

Ao professor Dr. Sebastião Franco, agradeço pela amizade, carinho e incentivo a enfrentar mais um desafio.

Ao Dr. Sebastião Aparecido Borges que sempre me recebeu com muita atenção e paciência nos momentos que precisei, colaborando para o aprimoramento deste trabalho.

Ao professor Dr. Luiz Mário Fedalto, pelas contribuições nas avaliações estatísticas.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade concedida para a realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À NUTRIS, Nutrição Tecnologia & Sistema Ltda pelo apoio financeiro de parte do projeto.

Aos funcionários do Curso de Pós Graduação, Francisco e Natália sempre atenciosos.

Aos funcionários do Centro de Experimentação do Cangüiri-UFPR, pela colaboração na condução do experimento.

À Carla Yoko Tanikawa, pela dedicação, meu “braço direito” durante os dias mais pesados do experimento.

Aos colegas Lilia, Liliane, Danielle, Roberto, Ayumi, Antônio Carlos pelo apoio.

Aos colegas do curso de mestrado pela agradável convivência.

E acima de tudo agradeço à Deus por ter colocado muitas pessoas boas em meu caminho que colaboraram intensamente para a realização deste trabalho.

É melhor tentar e falhar,  
Que preocupar-se e ver a vida passar.  
É melhor tentar ainda em vão,  
Que sentar-se fazendo nada até o final.  
Eu prefiro na chuva caminhar,  
Que em dias tristes em casa me esconder.  
Prefiro ser feliz, embora louco  
Que em conformidade viver.  
( Martim Luther King )

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	vi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E LISTA DE SIGLAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 PRINCIPAIS NUTRIENTES DO GRÃO DE SORGO EM COMPARADOS AOS DO GRÃO DE MILHO.....	3
2.2 FATORES QUE LIMITAM A UTILIZAÇÃO DO GRÃO DE SORGO EM DIETAS AVÍCOLAS.....	6
2.3 DISPONIBILIDADE DO AMIDO DO GRÃO DE SORGO.....	8
2.4 POLISSACARÍDEOS NÃO AMÍDICOS (PNA).....	9
2.5 ENZIMAS DIGESTIVAS EM DIETAS AVÍCOLAS.....	10
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
3.1 LOCAL E PERÍODO.....	16
3.2 ANIMAIS, INSTALAÇÕES, EQUIPAMENTOS E MANEJO.....	16
3.3 RAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	17
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
3.5 PARÂMETROS AVALIADOS.....	21
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	23
4.1 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O GANHO DE PESO EM FRANGOS DE CORTE.....	23
4.2 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O CONSUMO DE RAÇÃO EM FRANGOS DE CORTE.....	26
4.3 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE A CONVERSÃO ALIMENTAR EM FRANGOS DE CORTE.....	30
4.4 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O RENDIMENTO DE CARÇA EM FRANGOS DE CORTE.....	33
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	37
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – COLORAÇÃO DE BICO E PÉS DE AVES QUE RECEBERAM RAÇÃO A BASE DE SORGO COMPARADAS AS QUE RECEBERAM RAÇÃO A BASE DE MILHO.....	36
FIGURA 2 – COLORAÇÃO DE CARÇA DE AVES QUE RECEBERAM RAÇÃO A BASE DE SORGO COMPARADAS AS QUE RECEBERAM RAÇÃO A BASE DE MILHO.....	36

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES ENERGÉTICOS DO MILHO E SORGO DE BAIXO TANINO NA MATÉRIA NATURAL.....	5
TABELA 2 - ENZIMAS UTILIZADAS EM DIETAS AVÍCOLAS.....	12
TABELA 3- COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS PARA AS FASES INICIAL E CRESCIMENTO.....	19
TABELA 4 - ORGANIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS.....	20
TABELA 5 - EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O GANHO DE PESO(KG), SEMANAL, EM FRANGOS DE CORTE.....	23
TABELA 6 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O GANHO DE PESO(KG),NAS DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO, EM FRANGOS DE CORTE.....	24
TABELA 7 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O CONSUMO DE RAÇÃO(KG),SEMANAL, EM FRANGOS DE CORTE.....	27
TABELA 8 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O CONSUMO DE RAÇÃO(KG),NAS DIFÉRENTES FASES DE CRIAÇÃO, EM FRANGOS DE CORTE.....	28
TABELA 9 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE A CONVERSÃO ALIMENTAR,SEMANAL, EM FRANGOS DE CORTE.....	30
TABELA 10 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE A CONVERSÃO ALIMENTAR,NAS DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO, EM FRANGOS DE CORTE.....	31
TABELA 11 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O RENDIMENTO DE CARCAÇAS E CORTES COMERCIAIS DE FRANGOS DE CORTE.....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E LISTA DE SIGLAS

: - Em proporção

Ac.- Ácido

EM - Energia Metabolizável

Kcal - Quilocalorias

Met - Metionina

Min.- Minerais

% - Por cento

UI -Unidades Internacionais

Vit. - Vitamina

## RESUMO

O presente experimento foi realizado com a finalidade de avaliar os efeitos da utilização de sorgo em substituição ao milho, suplementados ou não com enzimas exógenas, sobre o desempenho zootécnico em frangos de corte. Foram utilizados 800 pintos de um dia, machos, da linhagem Cobb. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dez tratamentos e quatro repetições de 20 aves cada.

Os resultados demonstraram que o sorgo não exerceu nenhum efeito negativo sobre o desempenho zootécnico nos dois períodos de criação e rendimento de carcaça e dos cortes comerciais das aves aos 42 dias de idade. A análise de variância demonstrou que não houve efeito ( $P>0,05$ ) da suplementação enzimática das dietas sobre o desempenho das aves.

**Palavras-chave:** sorgo, enzimas, desempenho, frangos de corte.

## ABSTRACT

The present experiment was made with the finality of evaluate the effects of the sorghum used to substitute corn, supplemented or not supplemented with exogenous enzymes on the performance in broilers. 800 one-day-old Cobb male chicks were use. The experimental scketch was totaly casual, with ten treating and four repetitions of 20 birds each. The results demonstrated that sorghum did not have any negative effect on zootechnic performance in the two creation periods and carcass yield and of the commercial courts of the birds on the 42 th day of age. Enzyme supplementation did not show any effect ( $P>0,05$ ) on broiler performance.

**Key words:** sorghum, enzymes, performance, broilers.

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os grãos de cereais, o milho é o mais empregado na alimentação de aves e suínos como ingrediente energético devido ao seu alto teor em amido, por não possuir fatores antinutricionais, além de sua propriedade pigmentante na coloração da gema dos ovos e da carcaça das aves.

No entanto, em decorrência da crescente demanda interna, o milho muitas vezes tem sido importado e geralmente com custo elevado. Isso tem levado pesquisadores a pensarem em alternativas de substituição do milho por outros grãos, buscando-se matérias primas e ingredientes de valores nutritivos conhecidos, visando a redução no custo de produção, sem causar alterações na qualidade nutritiva da dieta e conseqüentemente comprometimento no desempenho dos animais.

Dentre os produtos alternativos, o sorgo pode ser reconhecido como o principal, levando-se em conta o seu valor nutritivo bastante semelhante ao do grão de milho.

Para os produtores rurais, o sorgo representa uma lavoura rústica e para a indústria de alimentação animal é um componente do mix de insumos energéticos que entra na composição de rações para aves, suínos, ruminantes, e até mesmo no segmento de pet food.

A substituição do milho pelo sorgo, visa não somente a redução de custos da dieta, mas também a viabilização deste cereal que apresenta grande potencial especialmente onde há dificuldade para estabelecer a cultura do milho, pois o cultivo do sorgo é vantajoso em regiões de solo arenoso e clima seco, onde apresenta bom rendimento por unidade de área.

O valor nutritivo dos grãos está correlacionado positivamente com o conteúdo de carboidratos de reserva, proteínas e lipídios e negativamente com os constituintes da parede celular. No sorgo, o endosperma onde se encontra o amido

é formado por uma região densa, resistente a penetração de água e enzimas e é circundado por uma camada de células grossas que se denomina aleurona, que por sua vez é envolta pelo pericarpo, também constituído por várias camadas de células dispostas de forma a proteger o grão(BORGES, 1997). As paredes celulares do pericarpo, aleurona e endosperma contêm celulose, polissacarídeos não amídicos, compostos fenólicos, pectinas e proteínas, os quais não são hidrolisados pelas aves. (BEDFORD, 1991).

Com o objetivo de complementar as enzimas que não são produzidas pelos animais em quantidades suficientes ou não são sintetizadas por eles, como é o caso das celulasas, enzimas exógenas têm sido incorporadas aos alimentos com o objetivo de melhorar a digestibilidade e o aproveitamento dos nutrientes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da substituição do milho pelo sorgo, bem como verificar os benefícios da suplementação enzimática em dietas com e sem adição de sorgo em frangos de corte.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PRINCIPAIS NUTRIENTES DO GRÃO DE SORGO COMPARADOS AOS DO GRÃO DE MILHO

Embora a fonte energética das rações de monogástricos normalmente seja o milho, segundo WHITAKER et al., (1997), a crescente utilização do milho na alimentação animal tem gerado concorrência em seu uso na alimentação humana. Este cereal tem freqüentemente sua produção e comercialização influenciadas pela política econômica do governo, estando sujeito às variações em função da sua disponibilidade e, ou, economicamente.

Pesquisas tem sido desenvolvidas no sentido de viabilizar técnica e economicamente substitutos do milho na formulação de rações animais. A busca por alternativas que possam substituir parcial ou totalmente o milho tem sido a preocupação de muitos pesquisadores.

O sorgo constitui uma das opções que as indústrias de rações e, ou produtores, dispõem para utilizar na alimentação animal por ser considerado, juntamente com o milho, as principais fontes de energia para a nutrição animal (RAMSEY et al., 1990).

O sorgo ocupa entre os cereais, o quinto lugar em área plantada no mundo. Na América do Norte, América do Sul, Europa e Austrália a produção deste grão tem sido empregada principalmente na nutrição animal (MAGALHÃES et al., 1997). Em regiões como a Ásia, África, China, Rússia e América Central os grãos de sorgo são utilizados largamente na alimentação humana.

No Brasil, durante a safra 2001/2002 foram plantados 800 mil hectares de sorgo granífero distribuídos em diferentes regiões, resultando numa colheita de 1,8 milhões de toneladas, equivalendo a apenas 4,7% da produção de milho (APPS,

2002). No entanto, o potencial de crescimento é muito grande.

O sorgo é uma planta de origem africana. Pode ser considerado de fácil cultivo, economicamente viável pois requer menos fertilizantes e água comparados a outros gêneros de cereais (ENCYCLOPEDIA OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, 1977 e CULLISON, 1975).

Das inúmeras variedades de sorgo existentes, quatro são as mais utilizadas no país: o granífero, o mais comum, cujos grãos são utilizados na alimentação animal e fabricação de ração; o forrageiro; o sacarino e o sorgo vassoura. São ricos em extrativos não nitrogenados (ENN) constituídos principalmente por amido, relativamente pobres em fibras e ricos em energia. Seu teor de proteína é pouco maior que o do milho, porém não é de boa qualidade. Além do caroteno, o grão de sorgo também é deficiente em pigmentos como as xantofilas, importantes para promover a coloração da gema dos ovos e carcaça das aves de corte, ao contrário do milho amarelo, o qual é uma excelente fonte de carotenos e xantofilas (luteína e zeaxantina) as quais possuem maior poder de pigmentação (ANDRIGUETTO et al., 1990). De um modo geral, o sorgo e o milho podem ser considerados a grosso modo, como equivalentes em termos de minerais e vitaminas, exceção feita a vitamina A, cujo nível do milho é superior aquele do sorgo (BLESSIN et al., 1968; QUISENBERRY et al., 1970).

Segundo ANDRIGUETTO et al., (1990), a utilização do sorgo em dietas para frangos de corte e poedeiras, deve ser suplementada com pigmentantes. Os carotenóides são sintetizados apenas pelos vegetais, portanto devem ser suplementados através da alimentação (PEREIRA, 2001).

Embora alguns mercados exijam coloração de gemas e carcaças, devido a preferência do consumidor, como comenta LANCINI (1994), o pigmento amarelo não apresenta nenhum valor nutricional.

Os principais nutrientes do milho e do sorgo e seus valores de energia metabolizável estão contidos na tabela 1.

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES ENERGÉTICOS DO MILHO E SORGO DE BAIXO TANINO NA MATÉRIA NATURAL

NUTRIENTES	MILHO	SORGO
EM (Kcal/Kg)	3371	3192
Matéria seca(%)	87,1	86,72
Proteína bruta(%)	8,57	8,80
Extrato etéreo(%)	3,46	2,82
Ác. Linolêico(%)	1,91	1,15
Cálcio(%)	0,03	0,04
Fósforo total(%)	0,24	0,27
Fósforo disponível(%)	0,08	0,09
Sódio(%)	0,03	0,02
Potássio(%)	0,3	0,32
Matéria mineral(%)	1,28	1,52
Lisina(%)	0,25	0,22
Metionina(%)	0,17	0,16
Met+Cistina(%)	0,37	0,33
Treonina(%)	0,33	0,33
Triptofano(%)	0,06	0,09
Fibra bruta(%)	1,95	2,23

ROSTAGNO et al.,2000.

Além de possuir teores reduzidos de pigmentos o sorgo apresenta níveis e disponibilidade de alguns aminoácidos abaixo daqueles mostrados pelo milho e nível inferior de ácido linolêico. Já os teores de energia metabolizável dos sorgos sem ou com baixos teores de tanino para aves estão muito próximos dos valores do milho.

Para tanto, é conveniente a suplementação com óleo e aminoácidos sintéticos, considerando as deficiências do sorgo em energia e aminoácidos.(SORGO, 1999).

YÁNEZ et al., (1973), ANDRIGUETTO et al., (1990), BRUDEVOLD et al., (1994), WARD et al., (1995), WILLIANS e WILLIS , (1996) baseados em análises químicas, destacaram a lisina, treonina e a metionina como os aminoácidos mais carentes no sorgo.

## 2.2 FATORES QUE LIMITAM A UTILIZAÇÃO DO GRÃO DE SORGO NAS DIETAS AVÍCOLAS

Os benefícios do sorgo na alimentação animal são conhecidos, porém pela escassez da oferta não vinha representando um item importante na lista de suprimentos da indústria de ração. Hoje, o Brasil já se destaca como um dos dez maiores produtores mundiais de sorgo, fazendo com que este ingrediente esteja disponível para a alimentação animal (FARIA et al., 2002).

Além da escassez da oferta do grão no mercado, fatores antinutricionais encontrados em algumas variedades de sorgo influenciam a sua utilização em dietas para animais monogástricos. São compostos fenólicos que se classificam em ácidos fenólicos, que são encontrados em todos os tipos de sorgo, flavonóides que não são detectados em todos eles e taninos. Pode-se afirmar que o principal fator que influencia a qualidade de sorgo é seu conteúdo em taninos, já que os ácidos fenólicos e flavonóides não causam problemas na sua digestibilidade e palatabilidade (JANSMAN, 1993).

O tanino tem capacidade de precipitar gelatina e outras proteínas em solução aquosa. São encontrados na "testa" da semente, que é o tecido pigmentado localizado logo abaixo do pericarpo (ELKIN et al., 1990 e JANSMAN, 1993). Os taninos conferem ao grão de sorgo sabor amargo e adstringente, ligam-se às proteínas inibindo alguns sistemas enzimáticos, reduzindo a digestão do amido (NUNES et al., 2001). Podem ainda formar complexos com íons metálicos divalentes, carboidratos e outras moléculas.

Segundo ELKIN et al., (1991), os taninos que aparecem no grão de sorgo são chamados condensados, formados por unidades de flavan-3-diol ligados por pontes ácido fraco carbono-carbono, resistente à hidrólises, sendo que os taninos hidrolizáveis não são encontrados. Já MAGALHÃES et al., (1997), citaram que existem taninos hidrolizáveis no grão de sorgo, mas em pequenas quantidades, e

que a presença de tanino depende da constituição genética do material. O tanino condensado é encontrado em algumas variedades de sorgo resistente à pássaros

O uso de variedades de sorgo com alto teor em tanino provocou efeito depressivos no crescimento de aves (CHANG et al., 1964) e em ratos (JAMBUNATHAN et al., 1973).

O sorgo de baixo tanino apresentou valores de 89,9% de digestibilidade de proteínas e 84,8 a 93,0% em relação a digestibilidade de aminoácidos. Já o sorgo de alto tanino apresentou em relação a esses fatores 45,5% e 66,7% e 43,1 a 73,7%, respectivamente (MITARU et al., 1985).

DOUGLAS et al., (1991), mostraram que frangos que receberam dieta com sorgo de alto tanino tiveram menor ganho de peso e pior conversão alimentar do que aqueles alimentados com sorgo de baixo tanino. Houve diminuição no crescimento dos pintos com o aumento do nível de sorgo de alto tanino e pior conversão alimentar (ROSTAGNO et al., 1973).

Em suínos jovens e adultos, os efeitos deletérios do uso de sorgo com alto teor de tanino na alimentação foram evidenciados pela diminuição na taxa de crescimento (LIZARDO et al., 1995).

Segundo MOHMOOD et al., (1997), a atividade das enzimas no bolo alimentar foi baixa em aves alimentadas com dietas contendo sorgo com alto teor de tanino.

BORGES (2002) cita que o efeito do sorgo na digestibilidade "in vitro" da matéria seca tem sido provado em vários estudos, nos quais foi detectada correlação negativa entre a presença do tanino no grão de sorgo e a digestibilidade.

Devido aos efeitos negativos do tanino é praticamente uma exigência do mercado o incremento do plantio de grãos de sorgo com baixos teores (MEZZENA et al., 2000).

### 2.3 DISPONIBILIDADE DO AMIDO DO GRÃO DE SORGO

Os cereais possuem em sua composição proteínas e amido, diferindo apenas em sua digestibilidade. Sabe-se que o amido é a principal forma de armazenagem da glicose nos vegetais superiores. Representa de 70 a 80% da maioria dos grãos e constitui a principal fonte de energia da dieta dos animais monogástricos. O amido é constituído por moléculas de amilose e amilopectina que estão presentes em quantidades variáveis.

A amilose é formada por unidades de D-glucose unidas linearmente por ligações  $\alpha$ -1,4, onde possui uma unidade redutora e outra não redutora. A amilopectina é ramificada, possui cadeias mais curtas de glucose ligadas por  $\alpha$ -1,4 e seus pontos de ramificação são ligadas por  $\alpha$ -1,6 (CONN e STUMPF, 1980).

O conteúdo médio de amido no sorgo é de 70% sendo 70 a 80% amilopectina e os restantes 20 a 30% amilose. Estes teores são influenciados por fatores genéticos e ambientais ( BORGES, 2002).

FERNANDES (2002) cita que as moléculas de amilopectina e amilose se mantêm unidas por pontes de hidrogênio, apresentam tamanho, forma e propriedades características de cada espécie, sendo no sorgo e milho de formato esférico a poligonal e com diâmetro de 2 a 30 $\mu$ m.

A digestibilidade do amido pode ser influenciada pela composição, forma física, pelas interações proteína-amido, pela integridade celular das unidades que contém o amido, por fatores antinutricionais e pela forma física do alimento ou material alimentar (THORNE et al., 1983 e DREHER et al., 1984).

Segundo HIBBERD et al., (1982 a), a solubilidade e degradabilidade das proteínas, ou ainda o encapsulamento físico dos grânulos de amido por proteínas pode ser determinante para a disponibilidade do amido.

A composição e formato dos grânulos de amido do milho e sorgo são semelhantes, mas diferem quanto ao tipo e distribuição da proteína em volta do

amido do endosperma. No sorgo, o endosperma é maior e caracteriza-se por uma região extremamente densa, dura e resistente a penetração de água e enzimas digestivas, especialmente devido ao seu conteúdo em proteína (SECKINGER; WOLF, 1973).

No endosperma córneo do grão de sorgo, os grânulos de amido são pequenos e a matriz protéica contínua, e tem em sua composição glutelinas onde se fixam os grânulos e proteínas ricas em prolaminas as quais formam ligações que concorrem para a redução da digestibilidade das proteínas e dos grânulos de amido envolvidos (FERNANDES et al., 2002).

Parede celular contendo  $\beta$ -glucana e arabinoxylanas formam uma barreira física para as enzimas endógenas, reduzindo a utilização do amido e proteínas encapsulados no endosperma celular. (HESSELMAN; AMAN, 1986)

## 2.4 POLISSACARÍDEOS NÃO AMÍDICOS (PNA)

As paredes das células vegetais são constituídas por uma complexa formação de carboidratos solúveis e insolúveis. Segundo FINCHER e STONE (1986), a estrutura da parede celular de todos os cereais possuem polissacarídeos não amiláceos (PNA), consistindo predominantemente de  $\beta$ -glucana e arabinoxylana com pequenas quantidades de celulose e polissacarídeos contendo galactose, manose e glicose. O teor de pentosanas e  $\beta$ -glucanos varia de cereal para cereal.

A fração solúvel de  $\beta$ -glucana e arabinoxylana nos grãos de cereais são consideradas de maior importância para determinar a utilização de nutrientes assim como o amido em aves. No grão de sorgo predominam arabinoxilanos e  $\beta$ -glucanos. Os polissacarídeos não amiláceos, por apresentarem significativa fração fibrosa não são hidrolisados pelas enzimas digestivas de aves e suínos (FURLAN et al., 1997).

Segundo CHOCT (2000), os polissacarídeos não amiláceos, tem atividade antinutricional, a qual leva a uma pobre utilização de nutrientes nos animais monogástricos.

SHUTTE et al., (1993), relataram duas hipóteses que explicariam a ação deletéria dos polissacarídeos não amiláceos. Tais compostos seriam responsáveis pelo aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, diminuindo a taxa de difusão dos substratos e das enzimas digestivas, impedindo sua interação ou a natureza viscosa desses polissacarídeos poderia formar complexos com as enzimas digestivas, reduzindo sua atividade.

Pentosanas e  $\beta$ -glucanos de alto peso molecular, apresentam-se como misturas viscosas após solubilização, levando a um aumento da viscosidade intestinal após sua ingestão (WALSH et al., 1993).

A alimentação com cevada mostrou uma redução do tempo de passagem do bolo alimentar em aves (SALIH et al., 1991).

O nível de um número de enzimas pancreáticas, incluindo a amilase, diminui quando a viscosidade à nível de intestino aumenta; isto não significa necessariamente uma deficiência de enzimas, mas um potencial para reduzir a digestibilidade dos grãos de cereais (ANNISON, 1993 e CLASSEN, 1996).

## 2.5 ENZIMAS DIGESTIVAS EM DIETAS AVÍCOLAS

Enzimas endógenas produzidas pelas próprias aves, são específicas para ligações  $\alpha$ -carboidratos tais como o amido, e não são ativas contra ligações  $\beta$ -carboidratos e galactose contidas nos oligossacarídeos encontrados em várias sementes (ADAMS e PUGH, 1993). As principais enzimas para degradação de

polissacarídeos não amiláceos são as xilanases, celulasas e as glucanases, as quais não são sintetizadas pelos monogástricos.

As aves produzem a amilase para digerir o amido e as proteases para digerir as proteínas, porém não produzem as enzimas necessárias para degradar a fibra, a qual dificulta a digestão, impedindo que as enzimas digestivas endógenas atinjam o substrato alvo dos alimentos (ZANELLA, 2001).

Enzimas exógenas são aplicadas na alimentação de aves com o objetivo de melhorar a digestão de carboidratos fibrosos. Segundo GUENTER (2002), as principais metas da suplementação enzimática são aumentar a digestibilidade da ração, por remover ou destruir fatores antinutricionais dos grãos e potencializar a ação das enzimas endógenas.

A utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos e aves tem sido estudada não só com o objetivo de aumentar o aproveitamento dos alimentos, promovendo a hidrólise de fatores antinutricionais, de polissacarídeos não amiláceos (CHESSON, 1987, FURLAN et al., 1997), mas também reduzir a viscosidade da digesta (GHAHAM, 1996). Elas atuam reduzindo a viscosidade da digesta, degradando os complexos e fibras solúveis responsáveis por causar o aumento da viscosidade. Pela decomposição da fibra presente nas paredes celulares, facilitam o acesso das enzimas endógenas aos nutrientes encapsulados dentro dessas paredes ricas em fibra (ADAMS e PUGH, 1993; PUGH, 1993; PETTERSON et al., 1990 a; JEROCH et al., 1990; ZANELLA, 2001).

Segundo ZANELLA (2001), para dietas a base de cereais de alta viscosidade como cevada, centeio, trigo e triticales, geralmente os complexos enzimáticos são compostos por carboidrases ( glucanases, amilases, xilanases, arabinoxilanases, celulasas e hemicelulasas). A diminuição da viscosidade ocorre devido a degradação das arabinoxilanas solúveis das paredes celulares do grão, otimizando assim a digestibilidade de todos os nutrientes.

Enzimas exógenas quando misturadas aos flúidos digestivos e sob temperatura do organismo é que se tornam ativas (ROTTER, 1990). No estômago e porção inicial do intestino delgado é que atingem sua ação máxima. Atuam da mesma forma que as enzimas endógenas, apresentando sítio ativo com capacidade de atuar sobre um substrato específico. Na tabela 2 pode-se observar diferentes enzimas utilizadas em dietas avícolas e seus substratos específicos.

TABELA 2- ENZIMAS UTILIZADAS EM DIETAS AVÍCOLAS

ENZIMAS	SUBSTRATO	EFEITO
Amilases	Amido	Suplementação de enzimas endógenas. Maior degradabilidade dos nutrientes.
Celulases	Celulose	Aumento na digestibilidade da matéria seca.
Fitases	Ácido Fítico	Aumento na utilização do fósforo vegetal. Remoção do fósforo fítico.
Galactosidases	A-Galactosídeos	Remoção dos $\alpha$ -galactosídeos.
Glucanases	Beta-glucanas	Redução da viscosidade da digesta intestinal.
Pectinases	Pectinas	Redução da viscosidade da digesta intestinal.
Proteases	Proteínas	Suplementação de enzimas endógenas. Maior degradabilidade dos nutrientes.
Xilanases	Arabino-Xilanas	Redução da viscosidade da digesta intestinal.

ADAPTADO DE CLEOPHAS et al., (1995).

BROZ et al., (1986), mostraram uma melhora significativa no ganho de peso em frangos de corte que receberam dieta à base de cevada suplementadas com  $\beta$ -glucanase em todos os níveis utilizados (50, 100 e 200ppm), porém, não encontraram diferença significativa para a conversão alimentar.

Segundo, JEROCH et al., (1988), dietas baseadas em cevada com  $\beta$ -glucanase, 0, 125, 250 e 500 UI/Kg de alimento, obtiveram peso final de 1677, 1819, 1824, 1881g e consumo de 3927, 4052, 4204 e 4319 Kg/frango respectivamente, sendo estas diferenças significativas em relação ao controle.

CLASSEN et al., (1988), em frangos de 0 à 21 dias, recebendo dieta à base de cevada suplementada com  $\beta$ -glucanase e pentosanase, obtiveram melhor ganho de peso e conversão alimentar quando comparados ao controle.

A suplementação de  $\alpha$ -amilase aumentou significativamente o peso corporal, consumo e conversão alimentar de frangos até três semanas de idade (RITZ et al., 1995).

Segundo PETERSON et al., (1989), o peso corporal melhorou em 27% aos 15 dias e 15% aos 27 dias, aumentando o consumo alimentar em 15% e 8% e melhorou a conversão alimentar em 10% e 5% respectivamente com a utilização de enzimas.

CAVE et al., (1990), observaram a interferência da  $\beta$ -glucana na utilização de outros nutrientes da dieta, indicados pelas mudanças na disponibilidade de aminoácidos verdadeiros e lipídios, verificando um aumento do crescimento dos pintos quando incorporado a  $\beta$ -glucanase à dieta contendo aveia. Os autores concluíram que a  $\beta$ -glucana presente na aveia pode ser responsável pela pobre utilização dos alimentos pelos pintos.

JEROCH et al., (1990), concluíram que a suplementação de  $\beta$ -glucanase na dieta de frangos de 1 a 49 dias, aumentou o peso corporal final e o consumo de alimentos.

PETERSON et al., (1990b), mostraram que a suplementação enzimática além de reduzir o índice de umidade das fezes, melhorou a taxa de crescimento e consumo alimentar. A suplementação com enzimas exógenas em dietas com teores reduzidos de proteínas, melhorou a taxa de crescimento a um nível igual ou superior às das dietas altamente protéicas, devido ao alto consumo alimentar e uma melhor conversão alimentar (PETERSON et al., 1990a). Os autores indicaram a possibilidade de reduzir o conteúdo protéico em dietas para frangos de corte quando suplementadas com enzimas.

ROTTER et al., (1990), utilizaram diferentes níveis de cevada com suplementação de celulase e  $\beta$ -glucanase em dietas para frangos e observaram maiores valores de energia metabolizável aparente e digestibilidade aparente de proteína.

FRIESEN et al., (1991), trabalhando com níveis crescentes de centeio suplementados com enzima com atividade de celulase, observaram efeito significativo sobre o valor nutritivo e subsequente melhora no crescimento dos pintos devido a suplementação com as enzimas exógenas.

ANNISON (1992), verificou que todas as preparações de enzimas aumentaram os valores de energia metabolizável aparente da dieta de 14,26 para 15,24-15,79 MJ/Kg de matéria seca, associado ao aumento da digestibilidade do amido e das pentoses em frangos de corte de 28 dias de idade.

FURLAN et al., (1997), através de um ensaio de digestibilidade, mostrou que a adição de um complexo multienzimático contendo pentosanase, celulase e hemicelulase melhorou os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, fibra detergente neutro, hemicelulose e energia em rações contendo tritcale. Tal melhora não foi observada para os coeficientes de celulose e proteína bruta, tanto na ausência ou presença de enzimas. Esses autores sugeriram a possibilidade de haver outros fatores, além dos pentosanos influenciando negativamente o aproveitamento deste cereal, e que a ausência de resposta à suplementação enzimática sobre a celulose sugere que a atividade da celulase utilizada no experimento não foi capaz de surtir a resposta esperada.

KUMAR et al., (1997), concluíram que a adição de 0,1% de celulase em dietas para frangos de corte em níveis de 50% e 100% de substituição do milho pelo sorgo melhorou o ganho de peso em 2,6% e 5,0% respectivamente. Sem a adição de enzimas em 50% de substituição do milho, não houve diferença significativa no ganho de peso, já em 100% de substituição houve um decréscimo. Só a adição de amilase 0,1% nos dois níveis de substituição não houve melhora no ganho de peso, assim como a combinação das duas enzimas. Não houve diferença no consumo alimentar nos diferentes níveis de substituição do milho pelo sorgo com e sem adição de enzimas.

SCHANG et al., (1997), utilizaram complexo enzimático contendo proteases, amilases e celulase em dietas à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender 100 e 90% das necessidades energéticas e aminoacídicas de frangos de corte, somente aos 42 dias de idade houve diferença significativa quanto ao ganho de peso . Não houve melhora na conversão alimentar.

A adição de pectinases resultou no aumento do peso final e redução da conversão alimentar em frangos de corte alimentados com dieta à base de sorgo. Xilanase melhorou a performance assim como a combinação das duas enzimas citadas. A adição apenas da pectinase em alta concentração não foi efetiva no desempenho das aves (COWAN et al., 1999).

EBERT et al., (2000), concluíram que os efeitos da utilização do complexo multienzimático contendo protease, celulase e amilase são pequenos e só podem ser observados em ambiente de estresse térmico, embora os autores tenham notado pequena melhora na conversão alimentar na primeira semana de idade das aves submetidas ao tratamento com enzimas. Os mesmos autores mostraram que não houve efeito da inclusão das enzimas nos 42 dias de experimento, testando diferentes níveis energéticos.

FISCHER et al., (2002), analisaram o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho, farelo de soja e sorgo, com e sem adição do complexo enzimático contendo protease, amilases e celulasas e verificaram que a inclusão das enzimas não proporcionou ganhos ao desempenho das aves.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL E PERÍODO

O experimento foi realizado no Centro de Estações Experimentais (CEEx) do Cangüiri, área de avicultura, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR) situado no município de Pinhais-Pr, durante o período de 18 de julho a 29 de agosto de 2002, perfazendo um total de 42 dias.

#### 3.2 ANIMAIS, INSTALAÇÕES , EQUIPAMENTOS E MANEJO

Foram utilizados 800 pintos, machos, da linhagem Cobb, com um dia de idade.

Os pintos provenientes de matrizes com 37 semanas de idade foram vacinados contra doença de Marek e Boubá Aviária no próprio incubatório e após transportados para a Fazenda Experimental do Cangüiri.

As aves, após a pesagem, foram alojadas em um galpão convencional de alvenaria dividido em boxes de 2m<sup>2</sup> cada.

Antes da chegada dos pintinhos, o piso foi forrado com cepilho de madeira, devidamente desinfetado, a uma altura aproximada de 0,10m.

Cada box foi equipado com um comedouro tipo bandeja e um bebedouro tipo copo nos primeiros três dias de vida das aves. Após este período foram substituídos por um comedouro tubular e um bebedouro pendular. O manejo foi aquele normalmente aplicado às criações de frangos de corte, com lavagem diária de

bebedouros e reposição de ração, sendo na fase inicial toda a ração peneirada para a retirada de dejetos e cepilhos acumulados nos comedouros tipo bandeja.

Nos primeiros quinze dias, como fonte de calor, foram utilizadas campânulas elétricas, com lâmpadas incandescentes de 250 watts, de altura regulável, sendo uma para cada box. Associadas a estas foram distribuídas no corredor duas campânulas à gás para auxiliar a elevação da temperatura ambiental aos níveis de conforto das aves em dias de temperaturas baixas.

Após o período inicial, as campânulas elétricas foram suspensas e o experimento prosseguiu à temperatura ambiente, sendo a temperatura e a ventilação controlada pelo manejo de cortinas com sistema móvel de catracas, presentes nas laterais do galpão.

Aos treze dias de idade todas as aves foram vacinadas contra doença de Gumboro via água de bebida.

### 3.3 RAÇÕES EXPERIMENTAIS

Até os 21 dias de idade as aves receberam ração inicial, passando à ração de crescimento até os 42 dias de idade. Água e ração foram fornecidas *ad libitum* durante todo o experimento.

As rações utilizadas (tabela 3) constituíram-se basicamente por uma mistura de farelo de soja, milho e sorgo moídos, suplementadas com vitaminas e minerais, calculadas através dos níveis mínimos exigidos e valores nutricionais de acordo com ROSTAGNO et al., (2000), O complexo multienzimático (Allzyme Vegpro®) em forma

---

® Allzyme Vegpro – Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda.

líquida, contendo amilase, celulase e protease, foi utilizado na quantidade de 500ml/ton de ração, de acordo com a indicação do fabricante.

TABELA 3: COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS PARA AS FASES INICIAL E CRESCIMENTO.

INGREDIENTES	Fase inicial (1-21 dias) - % substituição do milho					Fase crescimento (22-42 dias) - % substituição do milho				
	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
MILHO MOÍDO	56,36	42,27	28	13,35	0	59,83	44,88	29,6	14,2	0
SORGO MOÍDO	0	14	28,18	42,27	55	0	14,96	29,92	44,88	58,5
FARELO DE SOJA	36,39	36,33	36,28	36,31	36,36	31,56	31,48	31,47	31,48	31,52
ÓLEO DE SOJA	2,59	2,93	3,27	3,77	4,26	4,23	4,56	4,99	5,47	5,96
FOSFATO BICÁLCICO	1,87	1,86	1,85	1,85	1,84	1,62	1,62	1,61	1,6	1,6
CALCÁREO CALCÍTICO	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94
INERTE*	0,6	0,4	0,19	0,21	0,28	0,5	0,24	0,13	0,08	0,11
SAL COMUM	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
SUP. VIT/MIN**	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
METIONINA	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24
LISINA	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
NÍVEIS CALCULADOS										
PROTEÍNA BRUTA(%)	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
EM (Kcal/kg)	2950	2950	2950	2950	2950	3100	3100	3100	3100	3100
CÁLCIO(%)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
FÓSFORO DISPONÍVEL(%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
METIONINA + CISTINA(%)	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
LISINA(%)	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15

\*Inerte utilizado: Casca de arroz

\*\*Níveis de garantia por quilograma do produto( NUTRIS- Nutrição, Tecnologia & Sistema Ltda.): vit. A - 1.620.000 UI, vit. D3 - 324.000 UI, vit. E - 3.600 mg, vit. K - 450.288 mg, vit. B1 - 360.032 mg, vit. B2 - 1.080 mg, vit. B6 - 540.005 mg, vit. B12 - 2.160 mg, ácido fólico - 179.999 mg, ácido nicotínico - 6.300 mg, pantotenato de cálcio - 2.880,083 mg, biotina - 10.800 mg, colina - 69.960 mg, ferro - 10.000 mg, cobre - 1.600 mg, manganês - 14.000 mg, cobalto - 40.040 mg, zinco - 11.000mg, iodo - 200.384 mg, selênio - 60.001 mg, antioxidante - 20.180 mg, avilamicina - 1.500 mg, olaquinox 10.000 mg, nicarbazina - 7.999,590 mg, narasin - 8.000 mg, metionina sint. - 285.120 mg, veículo q. s.p 1.000 g.

### 3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (com e sem enzimas x níveis de sorgo), com dez tratamentos e quatro repetições com 20 aves cada (tabela 4).

TABELA 4 –ORGANIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

T1	0% sorgo, milho, farelo de soja, com enzima
T2	0% sorgo, milho, farelo de soja, sem enzima
T3	25% sorgo, milho, farelo de soja, com enzima
T4	25% sorgo, milho, farelo de soja, sem enzima
T5	50% sorgo, milho, farelo de soja, com enzima
T6	50% sorgo, milho, farelo de soja, sem enzima
T7	75% sorgo, milho, farelo de soja, com enzima
T8	75% sorgo, milho, farelo de soja, sem enzima
T9	100% sorgo, milho, farelo de soja, com enzima
T10	100% sorgo, milho, farelo de soja, sem enzima

O experimento foi analisado através dos quadrados mínimos, sendo utilizado o programa computacional SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, (EUCLIDES, 1982), utilizando-se para tal o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = u + S_i + E_j + (SE)_{ij} + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

$Y_{ijk}$  = representa o valor de K, onde observando na variável y, do nível de substituição do milho pelo sorgo i, do nível de enzima digestiva J;

U = é a média teórica da variável  $Y_{ijk}$ ;

$S_i$  = efeito do i – ésimo nível de substituição do sorgo pelo milho, i = (1 a 5)

$E_j$  = efeito da j – ésimo nível de enzima digestiva, j = (1 a 5)

$Se_{ij}$  = efeito da interação nível de substituição do milho pelo sorgo i e o da enzima digestiva j.

$e_{ijk}$  = erro aleatório  $e_{ijk} \sim NID (0, \sigma^2)$ .

As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

### 3.5 PARÂMETROS AVALIADOS

Os parâmetros foram todos avaliados semanalmente e por fases (1 a 7, 8 a 21, 22 a 42, 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade).

#### 3.5.1 Ganho de Peso (GP)

Obtido através da diferença entre o peso médio final e o peso médio inicial das aves em cada parcela experimental.

#### 3.5.2 Consumo de Ração (CR)

Obtido pela diferença entre a ração fornecida e a sobra, dividido pelo número de aves em cada parcela experimental.

#### 3.5.3 Conversão Alimentar (CA)

Calculada através do consumo médio de ração, dividido pelo ganho de peso médio das aves em cada parcela experimental.

#### 3.5.4 Rendimento de Carcaça, de Cortes Nobres e Gordura Abdominal

Aos 42 dias de idade foi retirada uma ave de cada box, ou seja, quatro aves por tratamento. As aves selecionadas para o abate tinham o peso vivo médio da

respectiva unidade experimental. Foram marcadas com anilhas numeradas e após um jejum de 6 horas foram pesadas individualmente, sacrificadas pelo corte da veia jugular, depenadas, evisceradas e pesadas. Após realizados os cortes, foram pesados os pés e cabeça, coxa e sobre coxa, peito, dorso, asas, gordura abdominal e vísceras comestíveis (coração, fígado e moela). Os dados obtidos foram relacionados ao peso vivo para posterior análise estatística.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O GANHO DE PESO EM FRANGOS DE CORTE.

As médias de ganho de peso semanal e por fases encontram-se nas tabelas 5 e 6 respectivamente.

TABELA 5 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O GANHO DE PESO (KG) SEMANAL EM FRANGOS DE CORTE.

GP SEMANAL	SORGO (%)					média
	0%	25%	50%	75%	100%	
<b>GP 7</b>						
E0	0,120	0,123	0,121	0,118	0,122	0,121
E1	0,118	0,122	0,118	0,119	0,120	0,119
média	0,119	0,123	0,120	0,119	0,121	CV: 5,268
<b>GP14</b>						
E0	0,271	0,277	0,269	0,267	0,267	0,270
E1	0,274	0,280	0,283	0,269	0,279	0,277
média	0,273	0,279	0,276	0,268	0,273	CV: 2,277
<b>GP 21</b>						
E0	0,402	0,403	0,413	0,402	0,415	0,407
E1	0,414	0,406	0,414	0,396	0,410	0,408
média	0,408	0,405	0,414	0,399	0,413	CV: 3,086
<b>GP 28</b>						
E0	0,537	0,548	0,552	0,520	0,560	0,543
E1	0,560	0,561	0,555	0,534	0,536	0,549
média	0,549	0,555	0,554	0,527	0,548	CV: 4,010
<b>GP 35</b>						
E0	0,641	0,641	0,649	0,623	0,656	0,642
E1	0,655	0,666	0,644	0,631	0,642	0,648
média	0,648	0,654	0,647	0,627	0,649	CV: 4,486
<b>GP 42</b>						
E0	0,687	0,674	0,671	0,671	0,660	0,673
E1	0,670	0,663	0,658	0,687	0,651	0,666
média	0,679	0,669	0,665	0,679	0,656	CV: 4,240

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

TABELA 6 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O GANHO DE PESO (KG), NAS DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO, EM FRANGOS DE CORTE.

GP FASES	SORGO (%)					média
	0%	25%	50%	75%	100%	
GP 1-7						
E0	0,120	0,123	0,121	0,118	0,122	0,121
E1	0,118	0,122	0,118	0,119	0,120	0,119
média	0,119	0,123	0,120	0,119	0,121	CV: 5,268
GP 1-21						
E0	0,811	0,798	0,799	0,797	0,805	0,802
E1	0,802	0,796	0,788	0,813	0,803	0,800
Média	0,807	0,797	0,794	0,805	0,804	CV: 2,741
GP 8-21						
E0	0,674	0,680	0,681	0,669	0,682	0,677
E1	0,689	0,686	0,696	0,665	0,690	0,685
Média	0,682	0,683	0,689	0,667	0,686	CV: 2,348
GP 22-42						
E0	1,865	1,863	1,872	1,814	1,876	1,858
E1	1,885	1,890	1,858	1,852	1,829	1,863
média	1,875	1,877	1,865	1,833	1,853	CV: 3,283
GP 1-42						
E0	2,658	2,666	2,675	2,601	2,680	2,656
E1	2,692	2,699	2,672	2,636	2,639	2,668
média	2,675	2,683	2,674	2,619	2,660	CV: 2,850

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A inclusão de sorgo em diferentes níveis de substituição ao milho não causou alteração no ganho de peso das aves ( $P>0,05$ ). Nenhuma resposta foi observada para adição de enzimas.

Quando comparamos o sorgo com o milho podemos constatar que como desvantagens, o sorgo apresenta níveis de alguns aminoácidos abaixo daqueles do milho, dispõe de níveis baixos de pigmento, nível inferior de ácido linolêico e dependendo da variedade pode conter tanino, um complexo de polímeros fenólicos que estão concentrados na semente, os quais ligam-se aos carboidratos e proteínas formando complexos, inibindo alguns sistemas enzimáticos, e assim, reduzindo sua digestibilidade e piorando a palatabilidade, pois confere ao sorgo o sabor amargo e adstringente, sendo este um fator que tem limitado sua utilização, pois em níveis

elevados é altamente tóxico para a maioria dos animais incluindo as aves. Os resultados obtidos revelam que o sorgo utilizado neste estudo provavelmente tinha baixos teores de tanino.

De acordo com POUR-REZA et al., (1997), o milho pode ser completamente substituído pelo sorgo desde que apresente menos de 10g/Kg de tanino. Por sua vez HULAN et al., (1982); DOUGLAS et al., (1991), POUR-REZA et al., (1997), NUNES et al., (2001) mostraram que a concentração de altos teores de tanino na dieta de frangos de corte reduziu o ganho de peso das aves comparados à dieta com baixos teores de tanino. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os autores citados.

DIXIT et al., (1997), concluíram que o melhor ganho de peso foi com o nível de 40% de substituição do sorgo em relação ao milho, comparados com os níveis avaliados (0%, 60%, 80% e 100%), embora não tenha havido diferenças estatísticas entre eles.

MORAIS (1999), também concluiu que a adição do sorgo não interferiu no ganho de peso das aves até o nível máximo de substituição pelo milho utilizado no experimento (45%), e que a adição de enzimas (protease,  $\alpha$ -amilase,  $\alpha$ -galactosidase e  $\beta$ -glucanase) não exerceram nenhuma influência sobre a eficiência do sorgo. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS (1999), avaliando ganho de peso em frangos de corte recebendo dietas com níveis de 0%, 50% e 100% de sorgo em substituição ao milho. Do mesmo modo, DINIZ et al., (2001), mostraram que não houve diferenças entre as médias de peso vivo de aves alimentadas com dietas contendo 0%, 50% e 100% de sorgo em substituição ao milho até 42 ou 49 dias de idade.

FISCHER et al., (2002), utilizaram ração para frangos de corte à base de milho, farelo de soja e sorgo com e sem adição de enzimas e concluíram que o controle (ração normal sem enzimas), manteve sempre os melhores resultados para ganho de peso. Resultados estes, não confirmados no nosso estudo.

SCHANG et al., (1997), encontraram diferenças ( $P < 0,05$ ) quanto ao ganho de peso apenas aos 42 dias de idade de aves alimentadas com dieta à base de milho e farelo de soja adicionadas de enzimas.

Vários estudos demonstraram resultados positivos com a utilização de enzimas em dietas para frangos de corte contendo cereais, como os de NOVAK e PETERSON, (1967); BROZ et al., (1986); JEROCH et al., (1990); PETERSON et al., (1990 a); PETERSON et al., (1990 b); FRIESEN et al., (1991); FUENTE et al., (1997).

CHESSON (1987), mostrou que a adição de enzimas como celulases, arabinases e xilanases a ração que contém milho, sorgo ou cevada aumenta significativamente a digestibilidade dos nutrientes, melhorando o desempenho dos frangos de corte.

KUMAR et al., (1997), concluiu que a adição de 0,1% de celulase em dietas contendo 50% e 100% de sorgo em substituição ao milho melhorou o ganho de peso das aves em 2,6% e 5% respectivamente.

#### 4.2 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O CONSUMO DE RAÇÃO EM FRANGOS DE CORTE.

Os resultados para consumo de ração estão apresentados nas tabelas 7 e 8. Não houve diferenças no consumo médio semanal e por fases para os diferentes níveis de inclusão de sorgo com e sem adição do complexo multienzimático.

TABELA 7- – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O CONSUMO DE RAÇÃO (KG) SEMANAL, EM FRANGOS DE CORTE.

CR SEMANAL	SORGO (%)					média
	0%	25%	50%	75%	100%	
<b>CR 7</b>						
E0	0,156	0,153	0,158	0,153	0,161	0,156
E1	0,156	0,158	0,148	0,158	0,150	0,154
média	0,156	0,156	0,153	0,156	0,156	CV: 4,822
<b>CR 14</b>						
E0	0,393	0,396	0,386	0,391	0,385	0,390
E1	0,407	0,400	0,396	0,402	0,394	0,400
média	0,400	0,398	0,391	0,397	0,390	CV:4,118
<b>CR 21</b>						
E0	0,607	0,619	0,640	0,622	0,639	0,625
E1	0,636	0,626	0,635	0,616	0,645	0,632
média	0,622	0,623	0,638	0,619	0,642	CV: 3,511
<b>CR 28</b>						
E0	0,941	0,905	0,895	0,901	0,927	0,914
E1	0,923	0,918	0,911	0,887	0,901	0,908
média	0,932	0,912	0,903	0,894	0,914	CV: 3,521
<b>CR 35</b>						
E0	1,167	1,126	1,126	1,132	1,158	1,142
E1	1,143	1,163	1,132	1,115	1,141	1,139
média	1,155	1,145	1,129	1,124	1,150	CV: 3,648
<b>CR 42</b>						
E0	1,356	1,295	1,299	1,324	1,316	1,318
E1	1,327	1,323	1,279	1,317	1,295	1,308
média	1,342	1,309	1,289	1,321	1,306	CV: 4,001

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

TABELA-8 EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O CONSUMO DE RAÇÃO (KG) NAS DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO, EM FRANGOS DE CORTE.

CR FASES	SORGO (%)					média
	0%	25%	50%	75%	100%	
CR 1-7						
E0	0,156	0,153	0,158	0,153	0,161	0,156
E1	0,156	0,158	0,148	0,158	0,150	0,154
média	0,156	0,156	0,153	0,156	0,156	CV: 4,822
CR 1-22						
E0	1,186	1,168	1,162	1,186	1,185	1,177
E1	1,163	1,178	1,176	1,182	1,197	1,179
média	1,175	1,173	1,169	1,184	1,191	CV: 2,892
CR 8-21						
E0	1,000	1,014	1,026	1,013	1,024	1,015
E1	1,043	1,026	1,031	1,018	1,038	1,031
média	1,022	1,020	1,029	1,016	1,031	CV: 3,216
CR 22-42						
E0	3,464	3,326	3,319	3,357	3,402	3,374
E1	3,393	3,403	3,323	3,319	3,336	3,355
média	3,429	3,365	3,321	3,338	3,369	CV: 3,158
CR 1-42						
E0	4,620	4,493	4,502	4,523	4,586	4,545
E1	4,592	4,587	4,502	4,495	4,525	4,540
média	4,606	4,540	4,502	4,509	4,556	CV: 2,833

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Resultados semelhantes foram obtidos por MORAIS (1999), que mostrou não haver diferenças no consumo de ração em frangos de corte alimentados com níveis de 0%, 15%, 30% e 45% de sorgo em substituição ao milho nas fases de 1-21, 1-42 e 1-49 dias, com ou sem adição de enzimas. Do mesmo modo, SANTOS (1999), mostrou não haver diferenças no consumo de ração em aves que receberam 0%, 50% e 100% de sorgo na dieta, com ou sem adição de enzimas. Já DINIZ et al.(2001), mostraram que o consumo médio de ração aos 42 dias foi menor quando as aves foram alimentadas com ração contendo só milho comparadas as que receberam 50% e 100% de sorgo em substituição ao milho, e que aos 49 dias foi observado maior consumo nas aves que receberam associação de milho e sorgo (50:50).

KUMAR et al.,(1997), mostraram que não houve diferença no consumo alimentar de frangos de corte nos diferentes níveis de substituição do milho pelo sorgo (50 e 100%) com e sem adição de enzimas.

Para o efeito isolado da enzima FIGUEIREDO et al.(1998), também mostraram que não houve diferenças no consumo médio de ração em aves que receberam enzimas na dieta.

Os resultados deste trabalho diferiram de JEROCH et al. (1988), JEROCH et al. (1990), PETTERSON et al. (1990 a), PETTERSON et al. (1990 b) e RITZ et al. (1995), os quais obtiveram aumento no consumo de alimento quando se adicionou enzimas à dieta.

FISCHER et al. (2002), verificaram diferenças no consumo de médio semanal de ração, na semana dos 14 aos 21 dias e dos 28 aos 35 dias, onde o consumo inferior foi observado no tratamento onde não foi adicionado enzimas durante toda a fase experimental, e o maior consumo observado onde as aves receberam enzimas, resultados não confirmados neste estudo.

Os polissacarídeos não amiláceos tem a capacidade de formação de gel, o que dificulta a digestão, reduz a absorção dos nutrientes e por diminuir o trânsito da digesta a nível intestinal exerce um efeito negativo no consumo da ração, prejudicando o desempenho dos animais ( BEDFORD et al., 1991). Estas respostas diferentes obtidas tanto com o sorgo como com enzimas provavelmente estão relacionadas à variedade de sorgo utilizada bem como à composição do complexo multienzimático.

#### 4.3 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE A CONVERSÃO ALIMENTAR EM FRANGOS DE CORTE.

Os resultados de conversão alimentar são apresentados nas tabelas 9 e 10.

A conversão alimentar foi afetada ( $P>0,05$ ) pelo nível de substituição do milho pelo sorgo bem como pela suplementação de enzimas nos períodos de 22 a 28 e de 22 a 42 dias de idade das aves.

TABELA 9 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE A CONVERSÃO ALIMENTAR (CA) SEMANAL EM FRANGOS DE CORTE.

CA SEMANAL	SORGO (%)					média
	0%	25%	50%	75%	100%	
CA 7						
E0	1,31	1,25	1,31	1,31	1,32	1,30
E1	1,33	1,29	1,27	1,33	1,26	1,30
média	1,32	1,27	1,29	1,32	1,29	CV: 6,558
CA 14						
E0	1,45	1,43	1,44	1,47	1,45	1,45
E1	1,48	1,43	1,41	1,5	1,41	1,45
média	1,47	1,43	1,43	1,49	1,43	CV: 4,331
CA 21						
E0	1,51	1,53	1,550	1,55	1,54	1,54
E1	1,54	1,54	1,53	1,56	1,57	1,55
média	1,53	1,54	1,54	1,56	1,56	CV: 2,880
CA 28						
E0	1,75Aa	1,65Ba	1,62Ba	1,73Aa	1,65Ba	1,68
E1	1,65Ab	1,64Aa	1,64Aa	1,66Ab	1,68Aa	1,65
média	1,70	1,65	1,63	1,70	1,67	CV: 2,222
CA 35						
E0	1,82	1,76	1,73	1,82	1,77	1,78
E1	1,74	1,75	1,76	1,77	1,78	1,76
média	1,78	1,76	1,75	1,80	1,78	CV: 2,620
CA 42						
E0	1,97	1,92	1,94	1,98	1,99	1,96
E1	1,98	1,99	1,94	1,92	1,99	1,96
média	1,98	1,96	1,94	1,95	1,99	CV: 2,498

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna (ab) e por letras maiúsculas diferentes na linha (AB) indicam diferenças pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

TABELA 10- EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS NA CONVERSÃO ALIMENTAR (CA) NAS DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO, EM FRANGOS DE CORTE.

CA FASES	SORGO (%)					média
	0%	25%	50%	75%	100%	
CA 1-7						
E0	1,31	1,25	1,31	1,31	1,32	1,30
E1	1,33	1,29	1,27	1,33	1,26	1,30
média	1,32	1,27	1,29	1,32	1,29	CV: 6,558
CA 1-22						
E0	1,46	1,46	1,45	1,49	1,47	1,47
E1	1,45	1,48	1,49	1,45	1,49	1,47
média	1,46	1,47	1,47	1,47	1,48	CV: 2,601
CA 8-21						
E0	1,49	1,49	1,51	1,51	1,5	1,50
E1	1,52	1,49	1,48	1,53	1,51	1,51
média	1,51	1,49	1,50	1,52	1,51	CV: 2,709
CA 22-42						
E0	1,86Aa	1,78Ba	1,77Ba	1,85Aa	1,81Aa	1,81
E1	1,80Ab	1,80Aa	1,79Aa	1,79Ab	1,82Aa	1,80
média <sup>1</sup>	1,83	1,79	1,78	1,82	1,82	CV: 1,245
CA 1-42						
E0	1,74	1,68	1,68	1,74	1,71	1,71
E1	1,71	1,70	1,69	1,71	1,71	1,70
média	1,73	1,69	1,69	1,73	1,71	CV: 1,302

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna (ab) e por letras maiúsculas diferentes na linha (AB) indicam diferenças pelo teste de Tukey (  $P < 0,05$ ).

A suplementação de enzimas melhorou a conversão alimentar nas dietas sem sorgo e com 75% de sorgo, de 22 a 28 e de 22 a 42 dias de idade das aves.

Quando analisamos somente a substituição do milho pelo sorgo observamos que dietas com 25, 50 e 100% de sorgo apresentaram melhor conversão alimentar. De 22 a 42 dias esta melhora foi observada somente com 25 e 50% de substituição.

MORAIS (1999), mostraram uma melhora na conversão alimentar na fase inicial de criação quando se utilizou 45% de sorgo em substituição ao milho, comparados aos níveis de 0%, 15% e 30% de substituição. Já nas fases de 1 a 42 e 1 a 49 dias, a utilização dos diferentes níveis de sorgo não afetou a conversão alimentar e nenhuma interação entre sorgo e enzimas foi observada na conversão alimentar durante o experimento, concordando com os dados de SANTOS (1999), os

quais diferem deste estudo. Por outro lado, SCHANG et al. (1997), não observaram melhora na conversão alimentar em frangos alimentados com dietas a base de milho, farelo de soja e adição de proteases, amilases e celulases.

DINIZ et al.(2001) e SANTOS (1999), mostraram que não houve diferenças na conversão alimentar de frangos alimentados com dietas onde o milho foi substituído pelo sorgo em níveis 0%, 50% e 100%. HULAN et al., (1982) também não encontraram diferenças na conversão alimentar substituindo milho pelo sorgo até 45% em dietas de aves até 21 dias de idade. Já ATTIA et al. (1996), mostraram melhor conversão alimentar utilizando só o milho comparado ao uso de sorgo, triticale ou cevada, utilizando enzimas num experimento com frangos de corte até 45 dias.

BEDFORD et al., (1996), forneceram dietas à base de trigo suplementadas com enzimas (xilanasas e  $\beta$ -glucanases) e obtiveram melhor conversão alimentar na fase final ( 22 a 42 dias), comparado a fase inicial (1 a 22 dias) e as dietas controle (sem enzimas).

Embora vários autores obtiveram melhor conversão alimentar em frangos de corte quando foi adicionado algum tipo de enzima na composição das rações, (CLASSEN et al., 1988; PETERSON et al., 1989; PETERSON et al., 1990 b; RITZ et al., 1995; FUENTE et al., 1997; FIGUEIREDO et al., 1998; COWAN et al., 1999), os resultados obtidos neste estudo não apresentam consistência em relação a esta variável analisada.

PEREIRA (1998) mostrou uma pior conversão alimentar das aves alimentadas com dietas onde os níveis protéicos e energéticos foram superestimados em 7%, contendo enzimas comparadas a ração padrão.

FISCHER et al. (2002) obtiveram melhores resultados na conversão alimentar analisadas semanalmente nas dietas onde não foram utilizados enzimas, exceto na conversão alimentar na primeira semana onde na dieta a proteína bruta e aminoácidos foram superestimados à 5%.

A função catalítica das enzimas depende de uma série de fatores, como a concentração do substrato e da enzima e o ambiente na qual a reação ocorrerá. De acordo com EBERT et al. (2000), os efeitos do complexo enzimático são pequenos e só podem ser observados em ambiente de estresse térmico, embora tenham notado pequena melhora na conversão alimentar na primeira semana de idade em aves alimentadas com ração contendo enzimas. Os mesmos autores mostraram que não houve efeito da inclusão das enzimas nos 42 dias de experimento, testando diferentes níveis energéticos.

#### 4.4 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O RENDIMENTO DE CARÇAÇA, DE CORTES NOBRES E GORDURA ABDOMINAL EM FRANGOS DE CORTE.

Os dados de rendimento de carcaça, cortes nobres e gordura abdominal estão apresentados na tabela 11. Não houve efeito do sorgo e da suplementação de enzimas nas variáveis analisadas.

TABELA 11 – EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO E DA SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS SOBRE O RENDIMENTO DE CARÇAÇAS E DE CORTES COMERCIAIS EM FRANGOS DE CORTE.

Rendimento de carcaça (%)	SORGO (%)					média
	0%	25%	50%	75%	100%	
<b>Carcaça</b>						
E0	83,26	82,75	82,31	80,97	81,84	82,23
E1	82,61	81,68	82,77	81,78	81,86	82,14
Média	82,94	82,22	82,54	81,38	81,85	CV: 4,059
<b>Peito</b>						
E0	27,24	27,66	27,69	26,00	27,75	27,27
E1	27,55	27,70	27,62	26,24	27,83	27,38
média	27,40	27,68	27,66	26,12	27,79	CV: 7,296
<b>Coxa e sobrecoxa</b>						
E0	24,47	25,39	25,28	25,42	25,7	25,25
E1	25,00	25,49	25,42	25,39	25,61	25,38
média	24,74	25,44	25,35	25,41	25,65	CV: 4,966
<b>Dorso</b>						
E0	21,70	21,02	20,91	21,20	20,68	20,98
E1	21,27	20,90	20,91	20,62	20,69	20,88
média	21,49	20,96	20,91	20,91	20,69	CV: 4,853
<b>Asas</b>						
E0	9,65	9,69	9,89	11,02	9,71	9,99
E1	9,7	9,71	10,05	11,1	9,8	10,07
média	9,68	9,70	9,97	11,06	9,76	CV: 5,711
<b>Pés, cabeça e pescoço</b>						
E0	11,25	10,40	10,51	10,24	10,34	10,48
E1	10,90	10,32	10,20	10,42	10,22	10,41
média	11,08	10,36	10,36	10,33	10,28	CV: 4,520
<b>Vísceras comestíveis</b>						
E0	4,61	4,80	4,52	4,91	4,52	4,67
E1	4,48	4,79	4,49	5,01	4,53	4,66
média	4,55	4,79	4,51	4,96	4,53	CV: 9,150
<b>Gordura abdominal</b>						
E0	1,08	1,04	1,02	1,21	1,30	1,13
E1	1,10	1,09	1,15	1,22	1,32	1,17
média	1,09	1,07	1,09	1,22	1,31	CV: 22,564

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

HULAN et al., (1982), mostraram que a inclusão de até 45% de sorgo em substituição ao milho não afetou o rendimento de carcaça tanto em machos como em fêmeas. Já SANTOS (1999), mostrou que o aumento no nível de sorgo ocasionou redução do peso relativo da moela e a suplementação enzimática reduziu

significativamente o rendimento de carcaça e aumentou o peso relativo do proventrículo, moela e pâncreas.

MORAIS (1999), observou que a medida em que se aumentou o nível de sorgo, diminuiu o rendimento de coxa, sobrecoxa e peito, e que a utilização de enzimas não interferiu no rendimento de carcaça em nenhum dos cortes industriais. Assim como DINIZ et al. (2001), que aos 49 dias avaliaram o rendimento de carcaças em lotes mistos de frangos de corte e obtiveram resultados semelhantes entre frangos que receberam dietas à base de milho e os que receberam dietas à base de sorgo.

POUR REZA et al., (1997) observaram um aumento da percentagem de gordura abdominal em machos e fêmeas que receberam dieta com altos teores em tanino, sendo a maior percentagem em fêmeas. ATTIA et al., (1996) observaram um aumento no tempo do trânsito da digesta pela inclusão de cereais, afetando a percentagem de gordura abdominal e vísceras comestíveis. FIGUEIREDO et al. (1998) mostrou que o rendimento de carcaça não foi afetado pela adição de enzimas, corroborando com os resultados obtidos neste estudo.

Esperava-se que a adição de enzimas na alimentação proporcionasse uma redução da viscosidade da digesta, por ruptura das paredes celulares das fibras, degradando as proteínas, disponibilizando os nutrientes aos animais e melhorando as características de carcaça como observaram JEROCH et al.(1988) e ADAMS e BEEK, (1990), entretanto estes dados não foram confirmados.

BRUFAU et al. (1991) comprovaram que a adição de enzimas à dieta de frangos de corte aumentou a percentagem de gordura abdominal devido a maior absorção de energia e melhorou significativamente o rendimento de carcaça, o que também não foi constatado neste estudo.

Devido ao teor reduzido de caroteno e xantofilas no grão de sorgo, a medida que se aumentou a porcentagem de substituição do milho observou-se diferença nítida na coloração do bico, pés e carcaças das aves, mostradas nas figuras 1 e 2 .

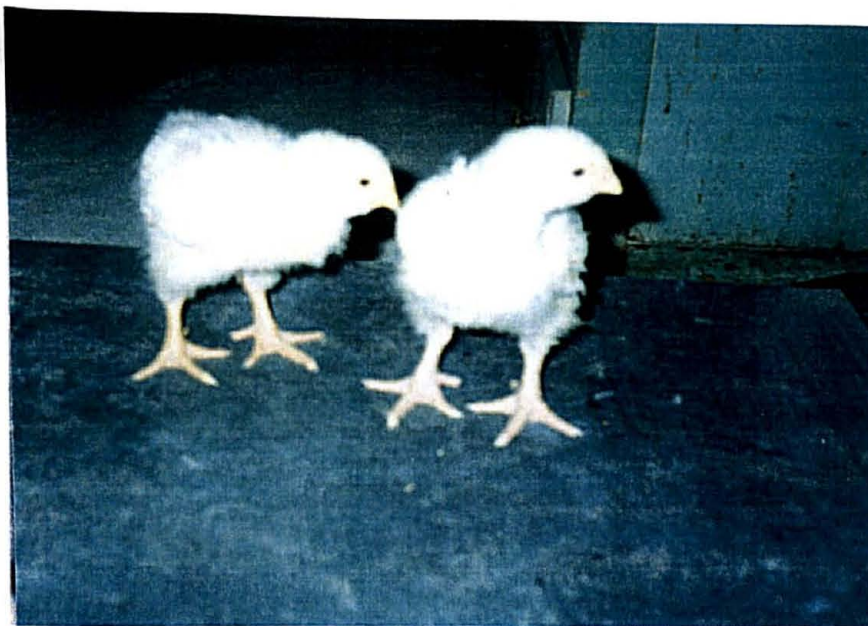


FIGURA 1 – COLORAÇÃO DE BICO E PÉS DE AVES QUE RECERAM RAÇÃO A BASE DE SORGO COMPARADAS AS QUE RECEBERAM RAÇÃO A BASE DE MILHO



FIGURA 2 – COLORAÇÃO DA CARÇA DE AVES QUE RECEBERAM RAÇÃO A BASE DE SORGO COMPARADAS AS QUE RECEBERAM RAÇÃO A BASE DE MILHO

Assim, para mercados que demandam coloração de carcaças dos frangos, deve-se adicionar a ração ingredientes com poder pigmentante, embora o pigmento amarelo não apresente nenhum valor nutricional como comenta LANCINI (1994).

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos e nas condições que foi realizado o experimento concluiu-se que o sorgo pode substituir o milho em dietas avícolas sem causar nenhum impacto sobre o desempenho dos animais nas diferentes fases de criação.

A opção por utilização do sorgo nas dietas avícolas, depende então, da disponibilidade do grão no mercado e do preço em relação ao milho.

O uso do complexo enzimático no nível utilizado não mostrou resultados positivos que justifiquem a sua utilização em dietas de sorgo.

O uso de corantes na ração é indicado para mercados que demandam coloração de carcaças.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, C.; BEEK, E. Apparent energy value of enzymes. **Feed International**, v. 12, 1990.
- ADAMS, C. A.; PUGH, R. Non-starch polysaccharides e their digestion in poultry. **Feed Compouder**, v. 13, n. 1, p. 19-21, 1993.
- ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição Animal – As Bases e os Fundamentos da Nutrição Animal – Os Alimentos**. 4 ed., p. 272-273, 279-280, São Paulo: Nobel, 1990.
- ANNISON, G. Commercial enzyme supplementation of wheat-base diets raises ileal glycanase activities and improves apparent metabolities in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 38, n. 2, p. 105-121, 1992.
- ANNISON, G. The role of wheat non-polysacaccharides in broiler nutrition. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 44, p. 405-422, 1993.
- ASSOCIAÇÃO PAULISTA DOS PRODUTORES DE SEMENTES E MUDAS. **Sorgo Brasil: área plantada e produção – safra 2001/2002**. Disponível em: < [http://apps@apps.agr.br/APPS\\_email.html](http://apps@apps.agr.br/APPS_email.html)> Acesso em: 26 nov. 2002.
- ATTIA, Y. A. et al. Effect of enzyme supplementations on performance, carcass characteristics and digesta pasaje time of broiler chicks fed different cereal grains. **Egyptian Journal of Animal Production**, Cairo, v. 33, n. 2, p. 125-144, 1996 (Abstract).
- BEDFORD, M. Restriciones digestivas de los ingredientes alimentários e oportunidades teóricas para a suplementação de enzimas. In: SEMINÁRIO SOBRE EL EMPLEO DE ENZIMAS EN LA NUTRICION ANIMAL, 1991, Madrid. **Anais...** Madrid, 1991. p. 1-5.
- BEDFORD, M. R. et al. The use of enzymes in poultry diets. **Word's Poultry Science Journal**, Mt. Morris, v. 52, n. 1, p. 61-68, Mar., 1996.
- BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 20, p. 5-30, 1997.
- BORGES, F. M. O. Utilização do sorgo em alimentos para animais de estimação. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2002. p. 39-48.
- BLESSIN, C. W. et al. Carotenoide content of the grain from yellow endosperm-type sorghums. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 35, p. 359-65, 1968.
- BROZ, J. et al. Effects of beta-glucanase on the feeding value of broiler diets basead on barley or oats. **Archiv fuer Gefluegelkunde**, Stuttgart, v. 50, p. 41-47, 1986.

- BRUDEVOLD, A. B. et al. Low-protein, crystalline amino acid-supplemented, sorghum-soybean meal diets for the 10-20 Kilogram pig. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 72, p. 638-647, 1994.
- BRUFAU, J. et al. Valor nutritivo de la cebada en avicultura. In: SEMINÁRIO SOBRE O EMPLEO DE ENZIMAS EN LA NUTRIÇÃO ANIMAL, 1991, Madrid. **Anais...** Madrid, 1991. p. 21-43.
- CAVE, N. A. et al. The nutritive value of naked oats for broilers chicks as affected by dietary additions of oat gum enzyme, antibiotic, bile salt and fat-soluble vitamins. **Canadian Journal of Animal Science**, Alberta, v. 70, n. 2, p. 623-633, 1990.
- CONN, E. E.; STUMPF, P.K. **Introdução à Bioquímica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. p. 41-47.
- COWAN, W. D et al. Investigations into the effect of xylanases and pectinases on broiler performance in sorghum based diets with low levels of wheat In: AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, – 11., 1999, Sydney. **Proceedings**. Sydney: Poultry Research Foundation, 1999. (Abstract).
- CULLISON, A. E. **Feeds and feeding**. Reston: Reston Publish, 1975. p. 163-165.
- CHANG, S. I. et al. Effect of tannin content of grain sorghums on their feeding value for growing chicks. **Poultry Science**, Savoy, v. 43, p. 30-6, 1964.
- CHESSON, A. Supplementary enzymes to improve the utilization of pig and poultry diets. In: HARESING, W., COLE, P.J.A. (Ed.). **Recent advance in animal nutrition**. London: Butterworths, 1987. p. 71-87.
- CHOCT, M. Enzymes in animal nutrition : the unseen benefits. Disponível em: <<http://www.idrc.ca/books/focus/821/chp5.html>> Acesso em: 27 nov. 2000.
- CLASSEN, H. L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 62, p. 21-27, 1996.
- CLASSEN, H. L. et al. Improve feeding value of saskatchewan – grown barley for broiler chickens with dietary enzyme supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, Alberta, v. 68, n. 4, p. 1253-1259, 1988.
- CLEOPHAS, G. M. L. et al. Enzymes can play an important role in poultry nutrition. **Word Poult.**, v. 11, p. 12-15, 1995. tabela
- DINIZ, F. V. Desempenho de frangos de corte submetidos a dietas formuladas a Base de milho e sorgo. Premio Lamas 2002. Campinas, FACTA. 60.
- DIXIT, R. et al. Studies on replacement of maize by sorghum in broiler rations. **Indian Journal of Animal Nutrition**, Kamal, v. 14, n. 2, p. 128-130, 1997.
- DOUGLAS, J. H. et al. Research note: chemical composition and nutritional value of shattercane sorghum for broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 70, p. 408-411, 1991.

- DREHER, M. L. et al. Starch digestibility of foods: a nutritional perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 20, p. 47-71, 1984.
- EBERT, A. R. et al. Effect of adding vegpro in two energy level diets on the performance of Broilers exposed to heat stress. **Poultry Science**, Savoy, v. 79, s1, p. 19, 2000.
- ELKIN, R. G. et al. Comparative effects of dietary tannins in ducks, chicks and rats. **Poultry Science**, Savoy, v. 69, p. 1685–1693, 1990.
- ELKIN, R. G. et al. Nutritional value of sorghum grain as a feedstuff for poultry. Novrus. In: TECHNICAL SYMPOSIA, 1991, St. Louis. 1991. **Proceeding**. Stl Louis, 1991. 127-154 p.
- ENCYCLOPEDIA OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. New York: McGraw-Hill Book, 1977. v. 12. p. 572-575.
- EUCLIDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa: UFV, 1982. 59 p.
- FARIA, D. E. et al. Sorgo para Poedeiras. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2002. p. 73-84.
- FERNANDES, E. A. Utilização de grão de sorgo na nutrição de frangos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2002. p.59-72.
- FIGUEIREDO, A. N. et al. Efeito da adição de enzimas em dietas à base de milho e tipos de soja sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1998. **Anais...** Campinas, 1998.
- FINCHER, G. B.; STONE, B. A. Cell walls and their components in cereal grain technology. In: **Advances in Cereal Science and Technology**, ed. Y Pomeranz, Minnesota AACC, v. 8, 1986.
- FISCHER, G. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 402– 10 , 2002.
- FUENTE, J. M. et al. Utilizacion de enzimas para mejorar el valor nutritivo de las dietas maíz-sorgo/soja en avicultura. **Selecciones avícolas**, Madrid, p. 271-275, maio 1997.
- FURLAN, A. C. et al. Utilização de complexo multienzimático em Dietas de Frangos de core contendo triticales. 1. Ensaio de Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 759–764, 1997.
- FRIESEN, O. D., et al. The effect of enzyme supplementation on the nutritive value of rye grain ( secale sereale) for the young broiler chick. **Poultry Science**, Savoy, v. 70, n. 12, p. 2501–2508, 1991.

GUENTER, W. Pratical experience with the use of enzymes. Disponível em <<http://www.idrc.ca/books/focus/821/chp6.html>> acesso em 21 ago.2002.

GRAHAM, H. Mode de action of feed enzymes in diets based on low viscous and viscous grains. In : SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais...** [ S. l.: s. n.], 1996. p. 60-69.

HESSELMAN, K. and AMAN, P. The effect of  $\beta$ -glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed on barley of low or high viscosity. **Animal Feed Science Technology**, v. 15, p. 83-93, 1986.

HIBBERD, C. A. et al. Nutritive characteristics of different varieties of sorghum and corn grains. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n. 3, p. 665-672, 1982a.

HIBBERD, C. A. et al. Digestibility characteristics of isolated starch from sorghum and corn grain. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 1490-1497, 1982b.

HULAN, H. W. et al. Nutritive value of sorghum grain for broiler chickens. **Canadian Journal of Animal Science**, Alberta, v. 62, n. 3, p. 869-875, 1982.

JAMBUNATHAN, R. et al. Relationship between tannin levels, rat growth, and distribution of proteins in sorghum. **Journal Agr. Food Chemistry**, Washington, D.C., v. 21, p. 692-696, 1973.

JANSMAN, A. J. M. Tannins in feedstuffs for simplestomached animals. **Nutrition Research Reviews**, Wallingford, v. 6, p. 209-236, 1993.

JEROCH, H. et al. Evaluation of on enzyme preparation containing  $\beta$  . glucanase in broiler fattening ration based on barley. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 38, n. 5, p. 399-403 ,1988.

JEROCH, H. et al. Results of further studies on enzyme preparation containing  $\beta$ . Glucanase (Powikob) in broiler fattening rations based on barley. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 40, n. 4, p. 317-327, 1990.

KUMAR, K. A. et al. Influence of amylase, cellulase and combination of both on growth performance in broilers based on jowar ration. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, Bangalore, v. 31, n. 3, p. 256-260, 1997.

LANCINI, J. B. Fatores exógenos na função gastrointestinal: aditivos. In : FISILOGIA da digestão e absorção das aves. Campinas: Facta, 1994. p. 99-125.

LIZARDO, R. et al. Effect of sorghum on performance, digestibility of dietary components and activities of pancreatic and instestinal enzymes in the weaned peglet. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 56, p. 67-82, 1995.

MAGALHÃES, P. C. et al. **Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 26 p. (Circular Técnica, n. 27).

MEZZENA, A. G. et al. Sorgo na composição das rações. **Alimentação Animal**, São Paulo, n. 18, p. 6-8, abr./jun. 2000.

MITARU, B. N. et al. Protein and amino acid digestibilities for chickens of reconstituted and boiled sorghum grains varying in tannin contents. **Poultry Science**, Savoy, v. 64, p. 101-106, 1985.

MOHMOOD, S. et al. Effects of salseed (*Shorea robusta*) tannins, restricted feed intake and age on relative pancreas weight and activity of digestive enzymes in male broilers. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 65, p. 215-230, 1997.

MORAIS, E. **Efeitos da Substituição do milho pelo sorgo, com Adição de Enzimas Digestivas, Sobre a Performance de Frangos de Corte**. Curitiba, 1999. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

NOVACK, E. J.; PETERSON, C. F. Metabolizable energy of the anatomical parts and other fractions of western barley and the effect of enzymes and water treatment. **Poultry Science**, Savoy, v. 46, p. 1008-1015, 1967.

NUNES, R.V. et al. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados a alimentação animal. In : SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, Campinas, 2001. **Anais...** [ S. l.: s. n. ], 2001. p. 235-272.

PEREIRA, A. S. Response to Allzyme Vegpro in a broiler diet with soy energy, protein and aminoacids adjusted by 7% or added on top at a standart diet. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 14., 1998, Nottingham. **Anais** Nicholasville: Corporate Media Services, 1998.[CD-ROM].

PEREIRA, A. V. **Bixina e norbicina como agentes pigmentantes das gemas dos ovos de poedeiras comerciais**. Jaboticabal, 2001. 39 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

PEREZ, D. M. et al. Sorgos de diferentes teores de tanino processados ou não em dietas para aves. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 500-501.

PETTERSON, D. et al. Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. **British Journal of Nutrition**, Oxon, v. 62, n. 1, p. 139-149, 1989.

PETTERSON, D. et al. Enzyme supplementation of broiler chicken diets based on cereal with endosperm cell wall rich on arabinoxylan or mixed – linked  $\beta$ . Glucans. **Animal Production**, Edinbwgh, v. 51, n. 1, p. 201–207, 1990a.

PETTERSON, D. et al. Enzyme supplementation of low or high crude protein concentration diets for broiler chickens. **Animal Production**, Edinbwgh, v. 51, n. 2, p. 399-404, 1990b.

POUR-REZA, J. et al. Effects of dietary sorghum of different tannin concentrations and tallow supplementation on the performance of broiler chicks. **British Poultry Science**, Hants, v. 38, p. 512-517, 1997.

PUGH, R. The scope for enzymes in commercial feed formulations. In: *Biotechnology in the Feed Industry: of. Alltech's Ninth Annual Symposium*, Kingdon: Nottingham University Press, p. 369-372, 1993.

QUISENBERRY, J. H. et al. Grain sorghum in poultry and swine nutrition. In: WALL, J. S.; ROSS, W. M. **Sorghum production and utilization**. Westport: Avi. Publ. Comp, 1970. p. 534-72.

RAMSEY, C. B. et al. Effects of grain, marbling and sex on pork tenderness and composition. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 148-154, 1990.

RITZ, C. W. et al. Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by dietary supplementation of amylase and xylanase. **Poultry Science**, Savoy, v. 74, p. 1329-1334, 1995.

ROSTAGNO, H. S. et al. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks. Growth studies. **Poultry Science**, Savoy, v. 52, p. 765-772, 1973.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

ROTTER, B. A. The future of crude enzyme supplements in pig nutrition. **Pig News Information**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 15-17, 1990.

ROTTER, B. A. et al. Influence of enzyme supplementation on the bioavailable energy of barley. **Poultry Science**, Savoy, v. 69, n. 7, p. 1174-1181, 1990.

SANTOS, M. S. V. **Utilização de complexo multienzimático em dietas, à base de sorgo-Soja, para frango de corte**. Disponível em: <<http://www.ufc.br/~mestzoot/Resumos.html>> Acesso em: 21 ago. 2002. (Defesa de dissertação).

SALIH, M. E. et al. Response of chickens fed on hullless barley to dietary  $\beta$ -glucanase at different ages. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 33, p. 139-149, 1991.

SECKINGER, H. L. and WOLF, M. J. Sorghum protein ultrastructure as it relates to composition. **Cereal Chemistry**, v. 50, p. 455, 1973.

SORGO no comedouro dos frangos. **Aves e Ovos**, n. 6, p. 20-21, abr. 1999.

SCHANG, M. J. et al. The performance of broilers fed with diets containing Allzyme Vegpro. In: **BIOTECHNOLOGY IN FEED INDUSTRY. ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM**, 13., 1997, Nottingham. **Proceedings**. Nicholasville: Corporate Media Services, 1997. [ CD-ROM].

SHUTTE, J. B. et al. Effect of enzyme supplementation to wheat-based diets on broiler chick performance. In: **ENZYMES IN ANIMAL NUTRITION SYMPOSIUM**, 1993, Kartause Ittingen. **Proceedings**. Zurich, 1993. p. 133-136.

THORNE, M. J. et al. Factors affecting starch digestibility and the glycemic response with special reference to legumes. **American Journal of Clinical Nutrition.**, Bethesda, v. 38, p. 481, 1983.

WALSH, G. A. et al. Enzymes in the animal feed industry. **Trends in Biotechnology**, v. 11, n. 10, 1993.(não paginado)

WARD, T. L. et al. Sorghum amino acid-supplemented diets for the 50 to 100 Kg pig. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 73, p. 1746-1753, 1995.

WILLIAMS, K. C.; WILLIS, S. The significance of protein content of sorghum grain in pig nutrition. **Australian Institute of Agricultural Science**, Hawthorn, v. 93, p. 225-234, 1996.

WHITAKER et al. Substituição do milho pelo sorgo em rações de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, p. 139-143, 1997.

YÃNES, E. et al. Composición química, aminoácídica y calidad biológica de cinco variedades de sorgo ( *Sorghum vulgare*). **Agricultura Técnica**, Santiago, v. 33, p. 77-81, 1973.

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. In: **PRÉ-SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL**, 2001, Santa Maria. **Anais...** [ S. l.: s. n. ], 2001. p. 37-49.