

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro  
Departamento de Zootecnia

**Efeitos da ingestão de mel ou vinagre  
nas variáveis produtivas de suínos em crescimento**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

**Euarda Daniela Teixeira Lopes**

**Orientadores:**

Prof. Doutor Divanildo Otor Monteiro  
Departamento de Zootecnia  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Luísa Guimarães Dias Lourenço  
Departamento de Zootecnia  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro



Vila Real, 2013

## Resumo

A UE proibiu o uso de antibióticos em dosagens sub-terapêuticas, cuja utilização visava uma acção promotora do crescimento. Os estudos foram realizados com o intuito de procurar alternativas à acção apresentada pelos antibióticos. O mel e o vinagre, produtos utilizados nestes ensaios, têm ambos acção acidificante o que pode ter acção no pH do tubo digestivo e dessa forma modular a flora presente. Além desta acção são-lhes atribuídas outras, dada a complexidade da sua composição, cujo potencial efeito pretendemos avaliar.

Foram efectuados dois ensaios, um na fase pós-desmame (recria) e outro na fase de engorda. O objectivo do primeiro ensaio foi o de verificar os efeitos do mel (diluído a 2% na água de bebida) e do vinagre (diluído a 1% na água de bebida) face a um tratamento controlo (água) no aumento médio diário, ingestão de alimento, índice de conversão alimentar e ingestão de água. Este ensaio foi realizado com 48 animais entre os 7 e os 14kg ao longo de 28 dias alojados em parques de 2 animais com 8 réplicas por tratamento. O segundo ensaio foi delineado com o objectivo de avaliar os efeitos do vinagre em diferentes concentrações na água de bebida (2,5 e 5%) em comparação com um grupo controlo (água), nas variáveis acima descritas. Foram utilizados 24 animais, entre os 50 e os 100kg, ao longo de 42 dias, alojados em jaulas individuais, com 8 réplicas por tratamento.

A adição de vinagre à água de bebida não se traduziu em qualquer alteração nas variáveis medidas ( $P > 0,05$ ), independentemente do seu nível de inclusão. A inclusão de mel (2%) na água de bebida traduziu-se num aumento da quantidade de água total ingerida ( $P < 0,05$ ) sem que tenha havido alteração na ingestão de alimento, no crescimento ou no desempenho zootécnico dos animais. Os resultados obtidos nos dois ensaios não evidenciam alterações relevantes nas performances zootécnicas dos animais.



## **Abstract**

The European Union banned the use of antibiotics at sub-therapeutic doses, which use aimed a growth promoting action. The studies were conducted in order to find alternatives to the action presented by antibiotics. The products used in these assays, honey and vinegar, both have acidifying action which may affect pH in the gut and thereby modulate the existent flora. Besides this, other functions are attributed to them, given the complexity of its composition, which potential effect we intend to evaluate. There were two trials, one in the post-weaning phase and another in the fattening phase. The objective of the first trial was to determine the effects of honey (diluted to 2% in drinking water) and vinegar (diluted to 1% in drinking water) compared to a control treatment (water) in average daily gain, food intake and feed conversion ratio and water intake. This assay was performed with 48 animals between 7 and 14kg over 28 days, housed in boxes with two animals with 8 replicates per treatment. The second assay was designed in order to evaluate the effects of vinegar in different concentrations in drinking water (2.5 and 5%) compared with control (water), in the variables described above. Twenty-four animals were used, between 50 and 100kg over 42 days, housed in individual cages with 8 replicates per treatment. Adding vinegar to the drinking water did not result in any change in the measured variables ( $P > 0.05$ ), regardless of their level of inclusion. The inclusion of honey (2%) in the drinking water resulted in an increased amount of total water intake ( $P < 0.05$ ) without there being any change in feed intake, growth or efficiency of animals. The results from the two trials showed no significant changes in animal performances.



## **Agradecimentos**

Com a conclusão deste trabalho queria agradecer a todos os que contribuíram para que fosse possível a sua realização. Assim sendo, agradeço:

Aos meus orientadores: Prof. Doutor Divanildo Outor Monteiro pelo apoio durante o trabalho, pela cuidada revisão, rigor e espírito crítico e a Prof. Doutora. Ana Luísa Guimarães Dias Lourenço pela sua revisão que foram essenciais na realização desta dissertação.

Aos Professores Vítor Pinheiro e José Luís Mourão pela ajuda na preparação da sala de ensaio.

Ao laboratório de Nutrição Animal, em especial à Sra. D<sup>a</sup>. Inês Pires, pela ajuda prestada na elaboração das análises aos alimentos.

Aos meus pais Maria e António e à minha irmã pelo apoio e amor expressos mesmo a quilómetros de distância. Ainda ao meu namorado por tudo o que representa.

À minha madrinha, tio e primos pelo apoio e sobretudo ao David que apesar da sua pequena passagem pela nossa vida me ensinou a ver e amar o mundo de outra forma.

A todos os meus colegas que contribuíram para a elaboração desta dissertação muito obrigada.

## Índice

Resumo .....	I
Abstract .....	III
Agradecimentos .....	V
Índice de Quadros .....	IX
Índice de Figuras .....	X
Lista de Abreviaturas.....	XI

### Capítulo 1 - Parte Teórica

1. Introdução.....	3
--------------------	---

### Capítulo 2 - A fase Pós-desmame

2. A fase pós-desmame.....	7
2.1. Caracterização do desmame.....	7
2.2. Caracterização dos problemas associados à fase do crescimento pós- desmame.....	8
2.2.1. Sistema enzimático .....	8
2.2.2. Principais problemas sanitários e métodos de controlo durante esta fase ....	9

### Capítulo 3 - Alternativas aos Antibióticos

3. Alternativas aos antibióticos .....	14
3.1. Os ácidos orgânicos .....	14
3.1.1. Efeitos dos ácidos orgânicos .....	16
3.2. O vinagre .....	18
3.2.1. Composição do vinagre .....	19
3.2.2. Efeitos do vinagre .....	23
3.3. O mel .....	25
3.3.1. Composição do mel .....	27
3.3.2. Efeitos do mel .....	29

### Capítulo 4 – Parte Prática

4. Parte prática .....	33
4.1. Ensaio 1 .....	33
4.1.1. Materiais e Métodos .....	34
4.1.1.1. Animais .....	34
4.1.1.2. Desenho experimental .....	34

4.1.1.3. Instalações e equipamentos .....	34
4.1.1.4. Alimento .....	35
4.1.1.5. Análises estatísticas .....	37
4.1.2. Resultados e Discussão .....	37
4.1.2.1. Peso dos animais (kg) .....	37
4.1.2.2. Aumentos médios diários (kg) .....	38
4.1.2.3. Ingestão de alimento (kg/dia) .....	39
4.1.2.4. Índice de conversão do alimento .....	40
4.1.2.5. Ingestão de água (l/dia) .....	41
4.1.2.6. “Índice de conversão da água” .....	42
4.1.2.7. Rácio ingestão de água: ingestão de alimento .....	43
4.1.3. Conclusões .....	44
4.2. Ensaio 2 .....	45
4.2.1. Materiais e Métodos .....	45
4.2.1.1. Animais .....	45
4.2.1.2. Desenho experimental .....	45
4.2.1.3. Instalações e equipamentos .....	45
4.2.1.4. Alimento .....	46
4.2.1.5. Análises estatísticas .....	46
4.2.2. Resultados e Discussão .....	47
4.2.2.1. Peso dos animais (kg) .....	47
4.2.2.2. Aumentos médios diários (kg) .....	48
4.2.2.3. Ingestão de alimento (kg/dia) .....	49
4.2.2.4. Índice de conversão do alimento .....	50
4.2.2.5. Ingestão de água (l/dia) .....	51
4.2.2.6. “Índice de conversão da água” .....	52
4.2.2.7. Rácio ingestão de água: ingestão de alimento .....	53
4.2.3. Conclusões .....	54
4.3. Discussão .....	54
4.4. Perspectivas Futuras .....	55
Bibliografia .....	56

## Índice de Quadros

### Parte Teórica

<b>Quadro 1:</b> Composição do vinagre .....	21
<b>Quadro 2:</b> Comparação da composição de vários vinagres .....	22
<b>Quadro 3:</b> Composição do mel .....	28
<b>Quadro 4:</b> Composição mineral e vitamínica do mel .....	29

### Parte Prática

<b>Quadro 1:</b> Valor nutritivo dos alimentos utilizados .....	36
<b>Quadro 2:</b> pH e densidade medidas obtidas com base em 12 observações (v/v) .....	36
<b>Quadro 3:</b> Peso dos animais aos zero, 7, 14, 21 e 28 dias de ensaio (kg) .....	37
<b>Quadro 4:</b> Aumento médio diário (kg) .....	38
<b>Quadro 5:</b> Ingestão de alimento (kg/ dia) .....	40
<b>Quadro 6:</b> Índice de conversão do alimento (kg alimento/ kg ganho de peso) .....	41
<b>Quadro 7:</b> Ingestão de água (l/dia) .....	42
<b>Quadro 8:</b> “Índice de conversão de água” .....	43
<b>Quadro 9:</b> Ingestão de água: ingestão de alimento (Ing ág/ Ing al) .....	44
<b>Quadro 10:</b> Peso dos animais aos zero, 7, 14, 21 e 28 dias de ensaio (kg) .....	47
<b>Quadro 11a:</b> Aumentos médios diários (kg) .....	48
<b>Quadro 11b:</b> Aumentos médios diários (kg) .....	48
<b>Quadro 12:</b> Ingestão de alimento (kg/ dia) .....	50
<b>Quadro 13:</b> Índice de conversão de alimento (kg alimento/ kg ganho de peso) .....	51
<b>Quadro 14:</b> Ingestão de água (l/dia) .....	52
<b>Quadro 15:</b> “Índice de conversão de água” (Ing/AMD) .....	53
<b>Quadro 16:</b> Ingestão de água: ingestão de alimento (Ing ág/ Ing al) .....	54

## Índice de Figuras

### Parte Teórica

<b>Figura 1:</b> Morfologia do epitélio intestinal .....	11
<b>Figura 2:</b> Estrutura química de alguns ácidos orgânicos .....	16

### Parte Prática

<b>Figura 1:</b> Temperatura ambiente observada ao longo do ensaio .....	35
<b>Figura 2:</b> Peso dos animais aos zero, 7, 14, 21 e 28 dias de ensaio (kg) .....	38
<b>Figura 3:</b> Aumentos médios diários (kg) .....	39
<b>Figura 4:</b> Ingestão de alimento (kg/ dia) .....	40
<b>Figura 5:</b> Índice de conversão de alimento (kg alimento/ kg ganho de peso) .....	41
<b>Figura 6:</b> Ingestão de água (l/dia) .....	42
<b>Figura 7:</b> “Índice de conversão de água” (Ing/AMD) .....	43
<b>Figura 8:</b> Ingestão de água: ingestão de alimento (Ing ág/ Ing al) .....	44
<b>Figura 9:</b> Peso dos animais aos zero, 7, 14, 21 e 28 dias de ensaio (kg) .....	47
<b>Figura 10:</b> Aumentos médios diários (kg) .....	49
<b>Figura 11:</b> Ingestão de alimento (kg/ dia) .....	50
<b>Figura 12:</b> Índice de conversão de alimento (kg alimento/ kg ganho de peso) .....	51
<b>Figura 13:</b> Ingestão de água (l/dia) .....	52
<b>Figura 14:</b> “Índice de conversão de água” (Ing/AMD) .....	53
<b>Figura 15:</b> Ingestão de água: ingestão de alimento (Ing ág/ Ing al) .....	54

## **Lista de Abreviaturas**

\* - Nível de significância (significativo;  $P < 0,05$ )

\*\* - Nível de significância (muito significativo;  $P < 0,01$ )

\*\*\* - Nível de significância (altamente significativo;  $P < 0,001$ )

**Ac** - Ácido acético

**ADF** - Fibra Detergente Ácido

**ADL** - Lenhina Detergente Ácido

**AMD** - Aumento Médio Diário

**FB** - Fibra Bruta

**GB** - Gordura Bruta

**IC ág** - Índice de Conversão da água

**IC** - Índice de Convesão do alimento

**Ing a/al** - Ingestão de água/ Ingestão de alimento

**Ing ág** - Ingestão de água

**Ing al** - Ingestão de alimento

**MO** - Matéria Orgânica

**MS** - Matéria Seca

**NDF** - Fibra Detergente Neutro

**PB** - Proteína Bruta

**Pv** - Peso vivo

*Capítulo 1*

*Introdução*



## 1. Introdução

A suinicultura tem sofrido ao longo dos tempos uma intensificação da produção, consequência da pressão económica sobre o preço da carne. Este facto traduziu-se, entre outras opções, na redução do período de amamentação para cerca de 28 dias. Esta redução visa encurtar a duração do ciclo produtivo e, em princípio, maximizar a produtividade anual da porca (Santos, 2010). O desmame é uma fase crítica em que os animais estão sujeitos a vários factores de stresse de ordem ambiental, social, fisiológica e nutricional e, ocorre numa fase em que os seus sistemas digestivo e imunitário estão ainda imaturos (Ferreira & Souza, 2011; Santos, 2010). Consequentemente, aumenta o risco de diarreia após o desmame, que causa um atraso no crescimento, aumento da taxa de mortalidade e custos suplementares com medicação (Costa *et al.*, 2011). Ao nível da fase de engorda os animais estão também sujeitos a alguns factores de stresse, nomeadamente os resultantes da elevada densidade animal. Nesta fase, qualquer perturbação da eficiência pode ocasionar problemas económicos graves. Para combater estes problemas foi prática comum durante muito tempo a incorporação de antibióticos em doses subterapêuticas nas dietas dos animais, aumentando assim os seus desempenhos e maximizando a produção (Costa *et al.*, 2011; Santos, 2010). Contudo, a possibilidade de selecção de microrganismos patogénicos resistentes e a presença de resíduos nos produtos de origem animal conduziu à restrição do uso de antibióticos, em doses subterapêuticas, como promotores de crescimento. Na União Europeia, foi proibido o uso de antibióticos como promotores de crescimento em 2006, só sendo permitida a sua aplicação com fins terapêuticos (Costa *et al.*, 2011). Em resposta a esta proibição têm-se procurado, entre diversos tipos de aditivos alimentares, efeitos que substituam os resultados positivos anteriormente obtidos com a incorporação dos antibióticos. Os aditivos mais estudados têm sido os ácidos orgânicos, os extractos vegetais, o sulfato de cobre, o óxido de zinco e os probióticos e prebióticos (Santos, 2010; Namkung *et al.*, 2004).

Os ácidos orgânicos têm sido objecto de particular atenção (Gheler *et al.*, 2009; Pascoa, 1988, citado por Namkung *et al.*, 2004; Tsiloyiannis *et al.*, 2001; Hill *et al.*, 2000). São conhecidos por serem utilizados como conservantes, a sua actividade bacteriostática resulta da sua capacidade de reduzir o pH (Gheler *et al.*, 2009) o que pode melhorar o desempenho ao nível do crescimento e modular a microbiota intestinal em suínos (Pascoa, 1988 citado por Namkung *et al.*, 2004; Tsiloyiannis *et al.*, 2001 e Hill *et al.*, 2000;).



*Capítulo 2*

*A fase pós-desmame*



## **2. A fase pós-desmame**

Os leitões nascem com cerca de 1,5 kg de peso vivo, alimentando-se apenas de leite na primeira semana e a partir desta altura, também têm à disposição um alimento composto com uma elevada proporção de componentes lácteos. Por volta dos 28 dias são desmamados e transferidos para o sector de recria onde permanecem até cerca dos 30kg de peso vivo (PV) e uma idade de 10 semanas, quando transitam para o sector de engorda. Vão permanecer aqui até saírem para abate, pesando cerca de 100kg de PV e tendo uma idade de 5 meses. Na recria e engorda a água e o alimento são distribuídos aos animais em regime *ad libitum*.

### **2.1. Caracterização do desmame**

O desmame consiste na separação dos leitões da mãe e ocorre naturalmente por volta dos 60 a 90 dias de idade do leitão. A intensificação da produção conduziu a uma redução deste período para valores entre os 21 e os 35 dias, altura em que são transferidos para o sector de recria, originando um maneio usualmente designado como “desmames precoces”. Esta etapa é crítica pois, além da separação dos leitões da mãe ocorre também: uma mudança brusca de alimento, passando de uma alimentação essencialmente líquida (leite) a exclusivamente sólida (alimento composto; Santos, 2010; Gheler *et al.*, 2009); a perda da imunidade passiva dada pelo leite; a alteração do meio-ambiente, passando da maternidade para a recria; tensões sociais resultantes da formação de novos grupos; dificuldade na adaptação aos comedouros e bebedouros; e alojamento em instalações com menor rigor no controlo ambiental, ou seja, que apresentam com alguma frequência problemas na manutenção de níveis de temperatura, de humidade e de ventilação adequados (Gheler *et al.*, 2009). Todos estes factores levam a uma diminuição da ingestão quando os seus sistemas digestivo e imunitário ainda não estão completamente desenvolvidos (Santos, 2010), que pode originar a redução ou ausência de ganho de peso e pode causar morbidez e morte (Santos, 2010; Gheler *et al.*, 2009).

## **2.2. Caracterização dos problemas associados à fase do crescimento pós-desmame**

Nos primeiros dias após o desmame os leitões consomem pouco alimento (Bruininx *et al.*, 2001). O início da ingestão após o desmame pode demorar mais de 50 horas (Bruininx *et al.*, 2002, 2001).

A mistura dos leitões é um procedimento comum que lhes causa stresse fisiológico (Blecha *et al.*, 1985) e se traduz num momento de agressividade (Friend *et al.*, 1983). Este processo pode afectar a distribuição temporal da ingestão de alimentos, com as lutas a ocorrerem principalmente na altura das refeições (Christison, 1996) levando a uma reduzida ingestão de alimentos e perda de peso após o desmame (McCracken *et al.*, 1999; Madec *et al.*, 1989).

A ingestão de alimentos sólidos parece estar relacionada com a ingestão de água (Barber *et al.*, 1989 citado por Dybkjaer *et al.*, 2006). Restringir o acesso ao alimento pode estimular os porcos a beber numa tentativa de suprimir a fome (Vargas *et al.*, 1987; Yang *et al.*, 1981). Dybkjaer *et al.*, (2006) concluíram que a actividade de comer e beber estão intimamente associadas, mas que a actividade de beber é mais facilmente influenciada por factores externos do que a actividade de comer. Como estas actividades estão ligadas, ao tentarmos aumentar a ingestão de alimento também devemos tentar otimizar o consumo de água, para estabelecer um equilíbrio entre a alimentação e o consumo de água, tão rapidamente quanto possível, após o desmame.

### **2.2.1. O sistema enzimático**

Até ao desmame o sistema enzimático digestivo está adaptado à digestão do leite e após o desmame tem de realizar a digestão de uma dieta cuja composição é substancialmente diferente da do leite. Assim, devemos, ainda na fase pré-desmame, adaptar o sistema digestivo do leitão a esta transição. As estratégias mais usuais passam pela formulação de alimentos com uma elevada proporção de componentes lácteos, altamente digestíveis, muito palatáveis que são distribuídos várias vezes por dia, a partir da primeira semana de vida (Santos, 2010).

A presença de quimosina e um pH ácido no estômago resultante da existência de ácido láctico microbiano, faz com que o suco gástrico esteja adaptado à digestão da proteína do leite desde os primeiros dias de vida (Freire, 1998). A seguir ao desmame o amido torna-se a principal fonte de energia e a proteína do leite é

substituída por proteína de origem vegetal, o que implica uma adaptação morfológica, enzimática e metabólica. Em termos histológicos, após o desmame, verifica-se uma redução da altura das vilosidades e um aumento da profundidade das criptas no intestino delgado, consequência do baixo consumo de alimento, da presença de toxinas bacterianas e da adesão de bactérias aos enterócitos (Cera *et al.*, 1988, citado por Santos, 2010). Estas alterações traduzem-se numa menor capacidade de absorção de nutrientes e na sua consequente carência.

Nesta fase a secreção de ácido clorídrico no estômago ainda não é adequada e as alterações na dieta não permitem a redução desejável do pH no estômago. Simultaneamente a produção e a actividade das enzimas pancreáticas e intestinais são ainda limitadas (Santos, 2010; Gheler *et al.*, 2009). Estes aspectos associados às mudanças ambientais são responsáveis pela redução da ingestão voluntária e da taxa de crescimento (Santos, 2010; Canibe *et al.*, 2001) verificando-se a ocorrência de várias patologias e o comprometimento da integridade da mucosa digestiva (Fraser *et al.*, 1998 e Pluske *et al.*, 1997, citados por Namkung *et al.*, 2004; Spreeuwenberg, 2002; McCracken *et al.* 1999, 1995). Segundo Mores *et al.*, (1998), a minimização destes factores pode significar a diferença entre o sucesso ou o fracasso do crescimento durante o período pós-desmame. O desenvolvimento do leitão nesta fase é indispensável, pois qualquer atraso se traduz em crescimento retardado durante a fase de engorda (Gheler *et al.*, 2009).

### **2.2.2. Principais problemas sanitários e métodos de controlo durante a fase pós-desmame**

Como vimos anteriormente a absorção de nutrientes apresenta algumas limitações o que leva a que haja uma maior disponibilidade dos nutrientes no lúmen intestinal com consequente aumento de fermentação intestinal e a ocorrência de diarreia pós-desmame. A colonização do intestino delgado por bactérias patogénicas *Escherichia coli* (*E. coli*) enterotóxicas é muito frequente nesta fase, provocando diarreias severas, a que se dá o nome de colibacilose pós-desmame (Montagne *et al.*, 2004).

Alguns dos factores responsáveis pelo stresse pós-desmame pode levar a problemas sanitários como a Síndrome da Diarreia Pós-desmame que pode acarretar perdas económicas, pelo aumento da taxa de mortalidade (em até 4,5 vezes) e pela redução no ganho de peso dos leitões afectados (cerca de 2,3 dias a mais para atingir os 25 kg; Mores *et al.*, 1998). Os agentes infecciosos, que provocam estas doenças, valem-se de alguns factores de risco para infectarem os animais. Portanto, devemos

efectuar uma correcta identificação desses factores para tomar medidas preventivas e assim reduzir o uso de medicamentos (Mores *et al.*, 1998).

A superfície do intestino de um porco tem uma área comparável a um campo de ténis. Esta superfície, constituída por vilosidades e microvilosidades, facilita a digestão e absorção dos nutrientes (Figura 1) mas pode também ser utilizada por microrganismos patogénicos para a ela aderirem e desta forma provocarem doenças. Este mecanismo é utilizado pela *E. coli* para causar diarreia (Schöner, 2001). O intestino, para além da absorção de nutrientes, tem ainda como função formar uma barreira que mantenha bactérias, vírus e toxinas no seu lúmen. Para realizar esta função é necessário que o intestino mantenha a integridade das suas paredes. Para isso o fornecimento de todos os nutrientes em quantidades adequadas é uma exigência, pois as células intestinais são renovadas a cada três dias (Dijk, 2011). Alguns nutrientes, como os ácidos butírico e propiónico e a glutamina são usados pelas células intestinais como fonte de energia (Dijk, 2011). Adicioná-los à alimentação pode ajudar a manter a integridade da mucosa intestinal. Além daqueles, os antioxidantes como a vitamina E protegem as células contra danos oxidativos causados pelas frequentes reacções imunológicas contra organismos patogénicos realizadas ao nível da mucosa intestinal (Dijk, 2011).

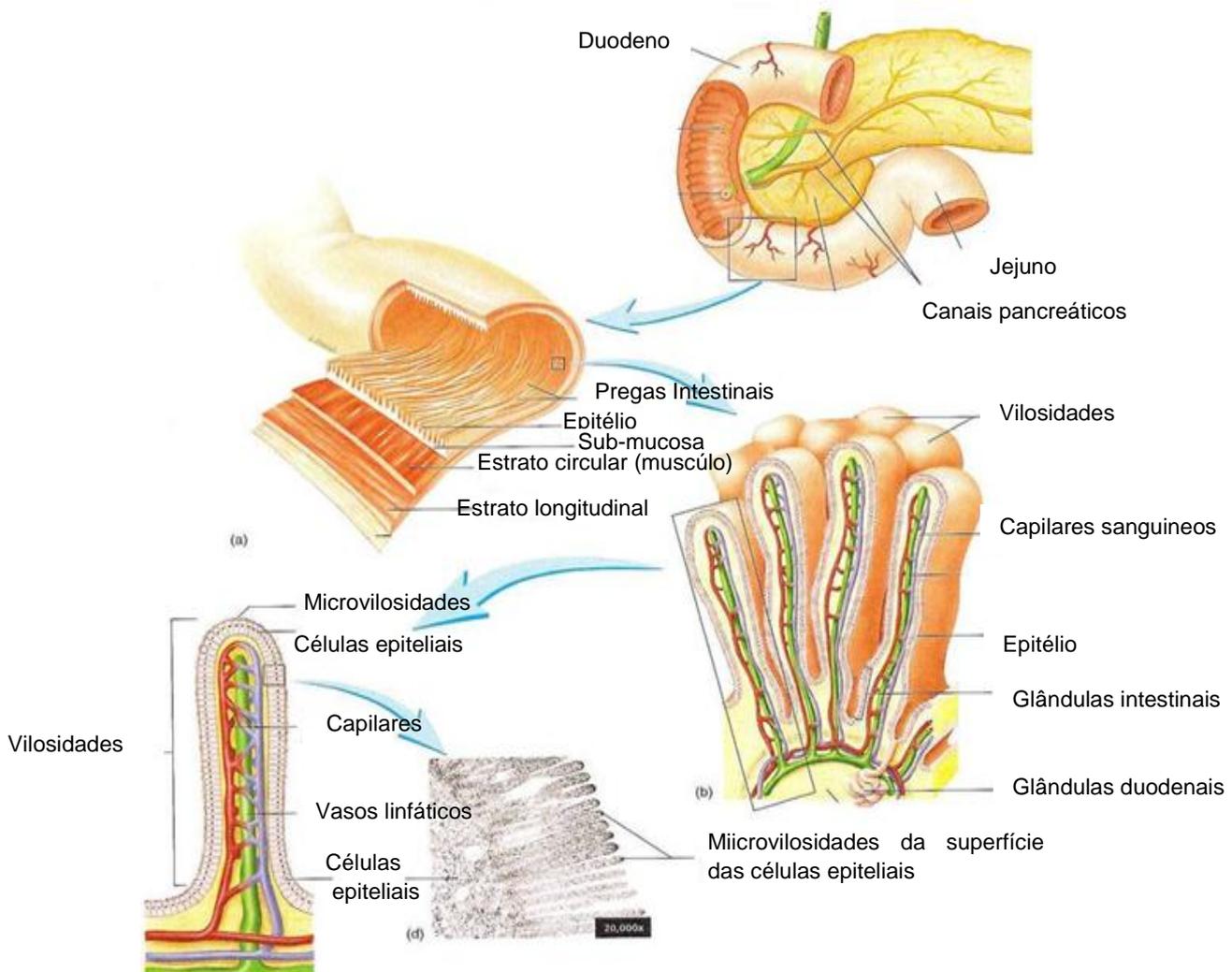


Figura 1: Morfologia do epitélio intestinal  
<http://umolharsobreaciencia.blogspot.pt/2012/05/digestao.htm>

Em geral a saúde do porco está intimamente ligada ao seu estado nutricional (Dijk, 2011). Para melhorar a saúde intestinal dos leitões a nutrição pode e deve ser cuidada de forma a contribuir para esse objectivo. Assim, devem ser utilizados alimentos tecnologicamente sofisticados com taxas de digestibilidade elevadas, com uma composição adaptada às necessidades do animal e cuja ingestão deve ser estimulada. As lacunas na nutrição dos animais além de comprometerem o seu normal desenvolvimento e crescimento podem também conduzir a intoxicações, fraqueza geral. Através da alimentação é possível melhorar a saúde tornando-se cada vez mais importante este objectivo, uma vez que o uso de antibióticos como promotores de crescimento é cada vez mais restringido (Dijk, 2011).



*Capítulo 3*

*Alternativas aos antibióticos*

### **3. Alternativas aos antibióticos**

A pesquisa de alternativas aos antibióticos tem sido realizada de forma intensa nos últimos anos. Pretende-se que estas alternativas promovam o crescimento do animal sem as potenciais consequências negativas atribuídas ao uso de doses reduzidas de antibióticos.

Os ácidos orgânicos são a opção mais estudada e são já utilizados em larga escala devido, entre outras, às suas propriedades antibacterianas. Estes ácidos, como o fórmico, o láctico, o propiónico, o butírico e o benzóico têm uma acção letal ou inibitória sobre as bactérias indesejadas. Também os óleos essenciais, que são compostos naturais produzidos pelas plantas para se protegerem contra infecções bacterianas, podem ser aplicados com sucesso como aditivos na alimentação (Dijk, 2011). A eficácia dos ácidos orgânicos pode ser potenciada combinando-os com os óleos essenciais. Dijk (2011) efectuou uma experiência onde observou que os ácidos láctico e fórmico inibiram a *E. coli*, mas a combinação destes ácidos com óleos essenciais podia eliminar a *E. coli*.

#### **3.1. Ácidos orgânicos**

Os ácidos orgânicos são descritos como ácidos fracos de cadeia curta, e estão abundantemente distribuídos na natureza como constituintes naturais de plantas ou do tecido animal (Costa & Miyada, 2011). Eles são os seguintes fumárico, cítrico, málico, láctico, fórmico, acético, proprionico e sórbico; podem ser utilizados em misturas de ácidos ou mistura de ácidos e sais (Tung & Pettigrew, 2008). Os ácidos orgânicos e seus sais têm uma longa história na indústria alimentar, uma vez que geralmente são utilizados como conservantes. Também se utilizam em dietas de leitões com efeitos positivos no desempenho zootécnico (Heo *et al.*, 2012; Mroz, 2005). A sua acção bacteriostática primária (inibição ou retardamento do crescimento de determinadas estirpes) ocorre pela redução do pH da dieta e pela capacidade de se dissociarem, em função do pH do meio e do pKa do ácido. Os ácidos orgânicos reduzem o poder tampão da digesta, e com este modo de acção limitam a sobrevivência de microrganismos patogénicos no estômago, evitando a sua passagem para o intestino (Costa & Miyada, 2011). Este efeito é mais importante nos leitões recém-desmamados uma vez que o pH do estômago ainda não é suficientemente baixo para que se obtenha um efeito protector, pois como sabemos o pH do estômago destrói a maior parte das bactérias ingeridas (Tung & Pettigrew, 2008). Adicionalmente, os ácidos

orgânicos melhoram a actuação da fitase e também a absorção de minerais, nomeadamente o Ca e o P, levando a uma menor excreção e a uma consequente menor poluição ambiental (Costa & Miyada, 2011).

Um pH baixo é necessário para a conversão de pepsinogénio em pepsina, a forma activa da mais importante enzima proteolítica gástrica. A actividade da pepsina é também potenciada a um pH baixo. Assim, na medida em que os ácidos alimentares reduzem o pH gástrico, podem também melhorar a digestão da proteína, e possivelmente de outros nutrientes, em particular no leitão recém-desmamado.

Os ácidos orgânicos na forma não dissociada são lipofílicos e podem difundir-se através da membrana da célula bacteriana e atingir o seu interior, onde diminuem o pH perturbando assim o seu funcionamento. O efeito pode ser mais significativo, em algumas bactérias do que em outras (Partanen, 2001).

O ácido benzóico é um antimicrobiano eficiente tanto no ambiente ácido do estômago como no ambiente neutro do intestino (Meeusen *et al.*, 2011). Alguns ácidos orgânicos podem ser formados por meio da fermentação de hidratos de carbono, principalmente no intestino grosso e outros no metabolismo intermediário dos suínos (Costa & Miyada, 2011). Para incorporação na dieta dos animais podemos encontrá-los na forma de sais, apresentando menor odor indesejável, maior facilidade de manuseio na fabricação dos alimentos, por serem sólidos, menos voláteis e menos corrosivos (Costa & Miyada, 2011; Tung & Pettigrew, 2008). Ao suplementarmos a dieta com ácidos orgânicos a sua acção parece mais efectiva nas primeiras duas a quatro semanas após o desmame, em que o animal apresenta os sistemas digestivo e imunológico imaturos, e o seu efeito vai diminuindo à medida que os suínos vão crescendo (até à fase de acabamento) (Costa & Miyada, 2011).

A eficácia dos ácidos orgânicos (Figura 2) sobre as bactérias patogénicas depende do tempo de exposição, da concentração do ácido utilizado, da composição da dieta e da idade do animal (Costa & Miyada, 2011). As bactérias gram-negativas são mais sensíveis aos ácidos com número de carbonos inferior a oito e as bactérias gram-positivas são mais sensíveis quanto maior o comprimento da cadeia carbonada dos ácidos (Costa & Miyada, 2011).

Fórmula de estrutura do ácido	Nome
$\text{HCOOH}$ ou  $\text{H}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Ácido metanóico (ou <i>fórmico</i> , por ser segregado pelas formigas) Temperatura de ebulição = 100,7°C
$\text{CH}_3\text{COOH}$ ou  $\text{CH}_3-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Ácido etanóico (ou <i>acético</i> , por existir no vinagre) Temperatura de ebulição = 118,1°C
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ou  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	Ácido butanóico (ou <i>butírico</i> , por existir na manteiga «butter» rançosa) Temperatura de ebulição = 163,5°C

Figura 2: Estrutura química de alguns ácidos orgânicos (Carriel, 2011)

### 3.1.1. Efeitos dos ácidos orgânicos

Os alimentos compostos têm um certo conteúdo de bactérias e leveduras, que se podem multiplicar ao longo do tempo, sobretudo em condições de armazenamento desfavoráveis. Os conservantes são componentes usualmente utilizados e visam a redução da ocorrência de germes, sendo desta forma diminuída a quantidade de microrganismos consumida pelos animais.

Por outro lado, a adição de ácidos orgânicos aos alimentos induz a rápida diminuição do pH no estômago, o que significa que se atinge o pH ideal de 3 a 4 num menor tempo. Esta gama de pH é necessária para a conversão máxima do pepsinogénio em pepsina (Schöner, 2001) o que se traduz num aumento da digestibilidade da proteína (Costa & Miyada, 2011; Schöner, 2001). A redução do pH gástrico é responsável por um atraso no esvaziamento gástrico, o que permite um maior tempo de acção do ácido contra bactérias patogénicas (Sauer, 1994 citado por Costa & Miyada, 2011). Aquela diminuição de pH permite também um aumento da actividade de enzimas proteolíticas e, conseqüentemente, as moléculas de proteína são mais extensa e rapidamente hidrolisadas, o que facilita a digestão posterior, a absorção e a retenção de aminoácidos (Sauer, 1994 citado por Costa & Miyada, 2011). A rápida diminuição do pH no estômago também tem um efeito inibidor sobre microrganismos com intolerância aos baixos valores de pH (Schöner, 2001).

A adição de ácido fórmico reduz a formação de amónia no estômago dos leitões, que pode ser causada por uma redução da desaminação dos aminoácidos. Em

resultado, mais aminoácidos estão disponíveis para a absorção e portanto, para síntese e retenção de proteína corporal (Schöner, 2001). Adicionalmente, a energia necessária para o metabolismo da amônia em ureia no fígado e para a eliminação renal de ureia passa a estar disponível para o crescimento, com as consequentes vantagens.

Schöner (2001) investigou a influência da combinação de ácido fórmico e propiónico (75:25) adicionados ao alimento. A adição de 0,6% desta mistura à dieta causou uma melhoria da digestibilidade da proteína bruta, do Ca e o P. Este efeito é provavelmente devido à melhoria de saúde do tubo digestivo, uma vez que é sabido que a capacidade da *E. coli* aderir à parede do intestino diminui drasticamente com o aumento da dosagem da mistura de ácidos.

Os ácidos orgânicos podem influenciar a microflora intestinal e diminuir a incidência de diarreia, contudo nem todos os ácidos são eficazes e há divergências quanto aos resultados encontrados. Knarreborg *et al.* (2002), efectuaram estudos sobre a eficiência dos ácidos na população de coliformes, e obtiveram diferenças na sua eficácia para reduzir o crescimento destas bactérias na seguinte ordem: ácido benzóico > ácido fumárico > ácido láctico > ácido butírico > ácido fórmico > ácido propiónico. De referir também que os ácidos tanto actuam na população de bactérias patogénicas como nas bactérias benéficas. Partanen e Mroz (1999) mostraram que condições ácidas favorecem o crescimento de lactobacilos no estômago, os quais inibem a proliferação de *E. coli*, pelo bloqueio dos sítios de adesão ou pela produção de ácido láctico e outros metabolitos que diminuem o pH e afectam o crescimento de *E. coli*. Assim, parece ocorrer uma modulação da população de microrganismos no intestino de leitões recém-desmamados alimentados com dietas contendo ácidos orgânicos, beneficiando-se a microflora benéfica.

Ao estudar a inclusão de ácidos orgânicos na dieta dos leitões, verificou-se que eles aumentam a digestibilidade e retenção de nutrientes (Walsh, 2012; Braz, 2007; Mroz *et al.*, 2000;). Em geral, os ácidos têm um efeito pequeno mas significativo sobre a digestibilidade aparente no tubo digestivo, assim como na retenção de proteína e energia. Este efeito também é observado na digestibilidade ileal aparente de aminoácidos essenciais e não essenciais (Walsh *et al.*, 2012; Braz, 2007). No entanto, quando a capacidade tampão da dieta é elevada a eficiência dos ácidos orgânicos é reduzida, por este motivo são precisos níveis mais elevados dos ácidos para se obter o mesmo efeito (Braz, 2007). Além disso, também devemos ter em conta que o nível de fibra na dieta influencia a digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos, dissimulando o efeito do ácido e diminuindo assim o seu efeito sobre a digestibilidade (Braz, 2007).

A fisiologia da mucosa intestinal pode ser influenciada pelos ácidos orgânicos (Lee *et al.*, 2007; Partanen e Mroz, 1999). Estes actuam nas vilosidades mantendo a sua integridade e altura, promovendo um aumento no número de células e evitando a seu achatamento, além de servirem como substrato no metabolismo secundário. Braz (2007) concluiu que os leitões que receberam a mistura de ácidos orgânicos (butirato de sódio, ácido láctico, ácido fórmico, ácido propiónico, ácido cítrico, ácido acético e ácido fosfórico) apresentaram menor profundidade de cripta e maior relação na altura de vilosidade/profundidade de cripta no jejuno ( $p < 0,05$ ) em relação aos leitões que receberam um antibiótico (40 ppm de sulfato de colistina).

### 3.2. Vinagre

O vinagre e o vinho são conhecidos desde a Antiguidade, sendo utilizados pelas civilizações antigas como condimento, conservante, evitando o crescimento de bactérias (Marques *et al.*, 2010; Vegas *et al.*, 2010; Tesfaye *et al.*, 2002; Takemoto, 2000), aromatizante, bebida refrescante e medicamento, sendo também o primeiro e o mais forte ácido de que dispuseram (Marques *et al.*, 2010; Costa *et al.*, 2006; Takemoto, 2000). Estes produtos eram conhecidos principalmente nos países mediterrânicos com tradição enológica.

O vinagre é definido como “um líquido para consumo humano, produzido a partir de um material de origem agrícola, que contém amido e/ou açúcares, através de um processo de fermentação dupla, alcoólica e acética, e contém uma determinada quantidade de ácido acético e ingredientes opcionais tais como ervas, especiarias, sal e outros (Costa *et al.*, 2006; Tesfaye *et al.*, 2002; Takemoto, 2000). Segundo Ebner citado por Costa *et al.* (2006) o vinagre é um líquido aquoso, claro, podendo ser incolor ou apresentando a cor da matéria prima que lhe deu origem. O conteúdo de solutos depende dos componentes da matéria prima utilizados na fermentação. Denominam-se vinagres todos os produtos resultantes da fermentação acética de diversos substratos alcoólicos, adicionando ao nome do vinagre o do substrato correspondente (Takemoto, 2000). Actualmente existem vários tipos de vinagre, como o balsâmico, de fruta, de arroz, entre outros, existindo assim vários processos de fabricação dependendo da matéria-prima que lhe dá origem (Vegas *et al.*, 2010).

O vinagre de vinho é um produto resultante do vinho e o seu processo de formação é espontâneo, e tem lugar em vinhos em contacto com o ar e o oxigénio presente. Pasteur, entre 1864 e 1868, citado por Costa *et al.* (2006), mostrou que para ocorrer a acetificação necessitava de um ser vivo, segundo ele *Mycoderma aceti*. As

bactérias do ácido acético fazem parte da microflora natural da uva, mas a sua presença é menos desejável para a produção de vinho do que a das bactérias lácteas e das leveduras (Bartowsky & Henschke, 2008). O vinho apresenta risco de deterioração durante a produção por acção das bacterias do ácido acético, contudo a presença destas bactérias estritamente aeróbias em mosto de uvas e durante a maturação do vinho poder ser controlada mediante a eliminação ou a limitação do oxigénio, um factor de crescimento essencial (Bartowsky & Henschke, 2008).

A produção de vinagre ocorre por dois processos bioquímicos distintos resultantes da acção de microrganismos. Primeiro dá-se uma fermentação alcoólica pela acção de leveduras, usualmente espécies de *Saccharomyces*, sobre as matérias-primas açucaradas e/ou amiláceas, seguida de fermentação acética, pela acção de bactérias aeróbias do género *Acetobacter* (Marques *et al.*, 2010; Tesfaye *et al.*, 2002; Bortolini *et al.*, 2001).

No processo de formação do vinagre é necessário tempo para que ocorra a conversão de quantidades consideráveis de álcool etílico em ácido acético e se dê uma diminuição acentuada do pH (Vegas *et al.*, 2010). A produção tradicional requer a maturação na madeira durante muitos anos para obter um determinado grau acético e uma determinada qualidade organoléptica, sendo o produto resultante relativamente caro. A maturação em madeira desempenha também um papel importante na qualidade final do vinagre (Vegas *et al.*, 2010; Tesfaye *et al.*, 2002). É também possível o envelhecimento “acelerado” do vinagre com técnicas que utilizam aparas de madeira que devem ainda ser bem desenvolvidas (Tefaye *et al.*, 2002).

Segundo White (1971), citado por Marques *et al.* (2010), considera-se eficiente uma conversão de álcool em ácido acético na ordem dos 70%, podendo, no entanto, atingir uma eficiência de 90 a 98%. Assim, o conteúdo alcoólico de um vinagre deve ser pequeno, uma vez que praticamente todo o álcool etílico pré-existente deve converter-se em ácido acético (Artiles *et al.*, 1993).

### **3.2.1. Composição do vinagre**

A composição química do vinagre (Quadro 1 e 2) está relacionada com a tecnologia e a qualidade da matéria-prima utilizada na sua elaboração (Rizzon & Miele, 1998). A composição do vinagre de vinho é tão complexa quanto a matéria-prima utilizada para a sua fabricação (Takemoto, 2000). Grosseiramente pode dizer-se que a composição dos vinagres de vinho é a mesma da matéria-prima antes da fermentação acética, excepto quanto ao álcool etílico, pela sua transformação em ácido acético. A composição básica dos vinagres de vinho é dada pela água, seu

maior componente; o ácido acético, proveniente do álcool etílico; álcool metílico; álcoois superiores, glicerina; ácidos procedentes da uva (tânico, tartárico, málico e cítrico); os ácidos procedentes da fermentação alcoólica (succínico e láctico); antocianinas; materiais pécticos e azotados; substâncias minerais e aldeídos e estéres formados pelas reações de oxidação-redução e esterificação durante as fermentações (Carbonell,1970, citado por Takemoto, 2000).

A densidade, o ponto de ebulição, o ponto de congelação, a tensão superficial e a viscosidade do vinagre devem afastar-se mais ou menos daquelas da água pura dependendo da concentração de ácido acético e da matéria prima. O pH do vinagre varia entre 2 e 3,5 (Costa *et al.*, 2006). O ácido acético é o principal componente dos vinagres quaisquer que sejam os substractos alcoólicos precedentes e a sua concentração é expressa em graus acéticos. A acetificação não é capaz de fornecer altas concentrações deste ácido já que o mesmo inibe o crescimento das bactérias acéticas (Costa *et al.*, 2006).

Ao ser utilizado como alimento, o vinagre de frutas é mais nutritivo por conter mais substâncias assimiláveis pelo organismo, como vitaminas, ácidos orgânicos e mesmo proteínas e aminoácidos, originários do fruto e da fermentação alcoólica de que provém (Costa *et al.*, 2006). Além disso, os vinhos de fruta dão origem a vinagres mais suaves e menos agressivos ao paladar devido ao seu pH atenuado pelas substâncias orgânicas presentes (Costa *et al.*, 2006). Porém, a qualidade final do vinagre pode ser influenciada não só pela matéria-prima utilizada como substrato para sua fabricação, como pelo sistema de acetificação utilizado e pela presença ou não de processos de envelhecimento em madeira (Marques *et al.*, 2010; Tesfaye *et al.*, 2002).

Quadro 1: Composição e pH de vinagres

	Vinagre de vinho branco (Rizzon, 2006)	Vinagre de vinho tinto (Rizzon, 2006)	Vinagre de aveia (Qiu <i>et al.</i> , 2010)
Proteína (g/L)			64.8 ± 0.82
Aminoácidos (g/L)			15.2 ± 0.00
Gordura (g/L)			9.8 ± 0.02
Humidade (g/L)			889.4 ± 0.11
pH	2,76	2,79	3.95 ± 0.01
Densidade a 20°C (g/L)	1009,9	1010,3	
Etanol (g/L)	1,5	1,3	
Metanol (mg/L)	3,8	19,3	
Acetato de etilo (mg/L)	189	186	
Acidez total (g/100 mL)	4,49	4,59	
Acidez volátil (g/100 mL)	4,34	4,40	
Acidez fixa (g/100 mL)	0,15	0,18	
Extrato seco (g/L)	9,32	9,78	
Extrato seco reduzido (g/L)	8,22	8,86	
Açúcares redutores totais (g/L)	2,04	1,88	
Cinzas (g/L)	1,50	1,46	
Prolina (mg/L)	9,6	16,2	
Cloretos (mg/L)	262	167	
Potássio (mg/L)	330	425	
Sódio (mg/L)	217	123	
Cálcio (mg/L)	82	84	
Magnésio (mg/L)	16	25	
Manganês (mg/L)	2,5	2,6	
Ferro (mg/L)	1,4	4,0	
Cobre (mg/L)	0,2	0,2	
Zinco (mg/L)	0,2	0,3	
Fósforo (mg/L)	109	114	

Quadro 2: Comparação das características de vários vinagres (adaptado de Marques *et al.*, 2010)

Vinagres	Extrato seco (g/L)	Densidade (g/ml)	Acidez volátil (%)	pH	Cinzas (g/L)	Açúrares redutores(g/L)	PT (mg EAG 100ml) <sup>-1</sup>
VLML	48,8 ± 0,683	1,0206 ± 0,001	2,53 ± 0,000	3,74 ± 0,046	5,14 ± 0,251	4,35 ± 0,052	43,27 ± 0,301
VL	38,3 ± 0,675	1,0198 ± 0,000	2,74 ± 0,070	3,40 ± 0,025	3,65 ± 0,008	4,12 ± 0,060	28,83 ± 0,397
VTgMi	23,4 ± 0,427	1,0124 ± 0,000	3,47 ± 0,081	3,54 ± 0,044	3,46 ± 0,018	2,53 ± 0,095	27,61 ± 0,284
VTg	21,8 ± 0,176	1,0104 ± 0,000	4,01 ± 0,070	3,51 ± 0,023	2,93 ± 0,030	2,75 ± 0,120	34,36 ± 0,116
VMg	14,8 ± 0,302	1,0123 ± 0,000	3,28 ± 0,215	2,65 ± 0,015	2,25 ± 0,073	8,74 ± 0,000	16,80 ± 0,734
Var	14,3 ± 0,378	1,0124 ± 0,000	3,70 ± 0,325	2,89 ± 0,017	3,75 ± 0,115	6,65 ± 0,117	6,54 ± 0,050
VK	14,1 ± 0,298	1,0113 ± 0,001	3,10 ± 0,070	2,97 ± 0,006	1,66 f ± 0,019	5,12 ± 0,147	17,61 ± 0,055
VC	10,6 ± 0,121	1,0091 ± 0,000	3,68 ± 0,041	3,35 ± 0,031	0,82 ± 0,040	3,39 ± 0,110	9,66 ± 0,087
VVT	10,5 ± 0,353	1,0122 ± 0,000	5,0 ± 0,070	2,69 ± 0,045	1,49 ± 0,021	1,57 ± 0,006	31,86 ± 1,503
VMr	9,3 ± 0,222	1,0089 ± 0,000	3,91 ± 0,107	3,33 ± 0,006	1,45 ± 0,024	1,15 ± 0,010	9,79 ± 0,247
Vmç	8,9 ± 0,311	1,0109 ± 0,000	4,17 ± 0,041	3,10 ± 0,017	1,49 ± 0,012	6,22 ± 0,150	22,61 ± 0,218
VVB	8,0 ± 0,224	1,0151 ± 0,001	4,03 ± 0,494	2,88 ± 0,000	0,72 ± 0,009	1,12 ± 0,012	9,53 ± 0,308
VCMi	5,6 ± 0,144	1,0079 ± 0,000	3,17 ± 0,070	3,03 ± 0,045	0,99 ± 0,010	1,31 ± 0,060	5,13 ± 0,069
VMi	5,3 ± 0,272	1,0077 ± 0,001	3,75 ± 0,081	3,05 ± 0,047	0,91 ± 0,018	1,13 ± 0,006	3,13 ± 0,000
Média	16,7	1,0122	3,6	3,15	2,20	3,58	19,05

Vinagre de laranja com mel (VLML), vinagre de laranja (VL), vinagre de tangerina com milho (VTgMi), vinagre de tangerina (VTg), vinagre de manga (VMg), vinagre de arroz (Var), vinagre Kiwi (VK), vinagre de cana-de-açúcar (VC), vinagre de vinho tinto (VVT), vinagre de maracujá (VMr), vinagre de maçã (Vmç), vinagre de vinho branco (VVB), vinagre de cana-de-açúcar com milho (VCMi) e vinagre de milho (VMi); polifenóis totais (PT).

### 3.2.2. Efeitos do Vinagre

Antigamente, o vinagre era usado com diversas funções, mesmo sem se saber qual era o seu princípio activo. Por exemplo, os soldados romanos recebiam uma quantidade de vinagre para colocarem na água contaminada para eliminarem grande parte das bactérias patogénicas por diminuição do pH (Costa *et al.*, 2006; Takemoto, 2000). Também era utilizado o vinagre diluído para a limpeza de feridas, e para aplicação na desinfectação do ouvido externo. Durante as epidemias de peste ou de cólera que arrasaram a Europa, há decretos de governos para que todas as frutas e hortaliças fossem lavadas com vinagre antes do seu consumo (Llaguno & Polo, 1991). O uso de uma mistura de mel e vinagre no alívio das tosses foi recomendado por Galeno e atribui-se a Hipócrates o uso do vinagre nos remédios contra as doenças respiratórias (Llaguno & Polo, 1991).

O vinagre apresenta efeitos fisiológicos positivos em relação à regulação da glicose sanguínea (Johnston *et al.*, 2005), controlo da pressão arterial, auxílio da digestão, estimulação do apetite (Xu *et al.*, 2007) e promoção da absorção de cálcio (Xu *et al.*, 2007; Hadfield *et al.*, 1989). Outros autores destacam os efeitos fisiológicos, em resultado das propriedades antioxidantes e da actividade antibacteriana, promovendo a recuperação de exaustão, regulando a pressão arterial e a glicose no sangue (Kondo *et al.*, 2001; Tsujihata *et al.*, 1998). Os polifenóis e flavonóides foram considerados os mais eficazes constituintes antioxidantes em vinagres de aveia (Verzelloni *et al.*, 2007, Peterson *et al.*, 2002, 2001). O vinagre de madeira apresenta propriedades fungicidas devido ao ácido acético e aos compostos fenólicos (Kartal *et al.*, 2004; Nakayama *et al.*, 2001).

A diferença na quantidade de compostos fenólicos dos vinhos tintos e brancos não se deve apenas à presença de antocianinas, mas também aos processos de fabricação para obtenção do vinho. Em alguns tipos de vinho, as uvas são esmagadas com engaço, casca e semente, gerando maior quantidade de compostos fenólicos (Mamede & Pastore, 2004). Os polifenóis presentes no vinagre têm sido estudados devido à sua influência na qualidade dos alimentos, englobando uma variedade significativa de substâncias que apresentam actividades farmacológicas, tais como: a inibição da oxidação lipídica, e a inibição da proliferação de fungos; e participam em processos responsáveis pela cor e aroma em vários alimentos (Soares, 2002). Os compostos fenólicos são estruturas químicas que apresentam hidroxilas e anéis aromáticos que conferem poder antioxidante, destacando-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis, como antioxidantes fenólicos mais comuns de fonte natural. São compostos incluídos na categoria de inibidores de radicais livres,

sendo eficientes na prevenção da autoxidação, apresentando acções importantes na redução do risco de desenvolvimento de patologias, como a arteriosclerose e o cancro (Angelo & Jorge, 2007; Degáspari & Waszczynskyj, 2004; Kähkönen *et al.*, 1999).

Qiu *et al.* (2010) efectuaram um estudo em ratos, que mostrou que o vinagre de aveia aumentou a actividade do superóxido dismutase e glutathione peroxidase enquanto diminui o conteúdo de aldeído malónico (é um bom indicador da peroxidação lipídica). O papel protector do vinagre de aveia contra os danos oxidativos *in vivo* pode ser devido à presença de enzimas antioxidantes e à diminuição da oxidação dos lípidos. Enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase e a glutathione peroxidase são capazes de eliminar espécies reactivas de oxigénio e inibir a peroxidação lipídica protegendo os tecidos dos danos oxidativos. Os resultados obtidos por Qiu *et al.* (2010) sugerem que uma dose de 3,0ml/kg de peso corporal de vinagre de aveia apresenta uma boa actividade antioxidante. Devemos ter em consideração que uma concentração excessiva de ácido acético pode causar úlcera gástrica (Wen *et al.*, 2002). Mekungwan *et al.* (2003), mostrou no seu ensaio que a inclusão de 1 e 3% de pó de carvão e vinagre na dieta líquida de leitões melhora a eficiência alimentar e o ganho médio diário. Para além destes efeitos, também a altura das vilosidades é maior em todo o intestino.

Os resultados obtidos por Wang *et al.* (2012) mostraram que a inclusão de vinagre de bambu na alimentação de leitões tem efeitos na flora bacteriana presente nas fezes, beneficiando o seu desempenho, surgindo assim, como uma alternativa aos antibióticos. A quantidade de bactérias nas fezes diminuiu com o aumento da inclusão de vinagre de bambu na dieta. Os porcos alimentados com dietas contendo 0,2% de vinagre de vinho e 0,2% de ácidos orgânicos apresentaram maiores aumentos médios diários e maior eficiência em relação ao grupo controlo (Wang *et al.*, 2012). A adição de 0,4% de vinagre de bambu na dieta apresentou melhoria no desempenho dos leitões comparáveis com a inclusão de antibióticos na dieta. Os resultados evidenciam que o vinagre de bambu tem potencial para substituir os antibióticos (Wang *et al.*, 2012). Conclui-se assim que o vinagre de bambu pode ser considerado um aditivo seguro e uma alternativa aos antibióticos na produção de alimentos de origem animal.

### 3.3. O Mel

As abelhas para benefício da colmeia produzem vários produtos, tais como, geleia real, mel, própolis, cera e veneno. Destes produtos o mel é o mais conhecido e com maiores possibilidades de ser comercializado como alimento, sendo também muito utilizado nas indústrias farmacêutica e cosmética, pelas suas acções terapêuticas (Silva *et al.*, 2006). Foi um dos primeiros alimentos do homem e praticamente todas as civilizações o utilizaram como alimento e recurso medicinal. Actualmente, a humanidade usa o mel como alimento, não esquecendo as suas propriedades medicinais e o seu valor nutricional (Silva *et al.*, 2006).

Ao longo dos tempos o mel foi considerado um alimento de alto valor dietético (Pereira, 2007). Como é constituído por açúcares simples como a glicose e a frutose a sua passagem do tubo digestivo para a corrente sanguínea e por sua vez desta para o interior das células onde é metabolizado, não requer muitas transformações enzimáticas, ou outras, sendo, desta forma, rápida a sua entrada no metabolismo celular (Silva *et al.*, 2006).

O mel é uma substância viscosa, aromática e açucarada produzida a partir do néctar de flores, ou de secreções provenientes de partes vivas das plantas, principalmente pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* (Pereira, 2007; Silva *et al.*, 2006, Embrapa, 2003). A tonalidade do mel varia de quase incolor a castanho-escuro. Pode ser fluído, viscoso, ou até mesmo sólido (Silva *et al.*, 2006). O seu aroma, paladar, coloração, viscosidade e propriedades medicinais estão intimamente ligadas com a fonte de néctar que lhe dá origem e também com a espécie de abelha que o produz (Embrapa, 2003). As diferentes variedades de mel podem ser identificadas pela sua cor, sabor e cristalização. A origem do mel pode ser identificada pelo tipo de grãos de pólen presentes. Outras características úteis na identificação do tipo de mel incluem a condutividade específica e o “flavour” específico da variedade (Silva *et al.*, 2006). A sua produção consiste em várias etapas: recolha, transformação por combinação com substâncias específicas próprias, depósito, desidratação, armazenamento e maturação na colmeia (Pereira, 2007). O mel é um composto rico em açúcares, principalmente a glicose e a frutose, mas também possui outros constituintes em menor quantidade tais como proteínas, vitaminas, minerais, compostos fenólicos e enzimas (Pereira, 2007; Pérez *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2006;). A acção do mel no organismo humano deve-se não só à sua acção energética, mas também às enzimas, vitaminas e aos oligoelementos que contribuem para o bom funcionamento do organismo (Silva *et al.*, 2006). O mel apresenta a maioria dos elementos minerais essenciais para o organismo humano, em particular o selénio, o

manganês, o zinco, o crómio e o alumínio (Silva *et al.*, 2006). Além das propriedades já referidas e da sua capacidade adoçante o mel apresenta algumas propriedades terapêuticas, tais como: actividade antimicrobiana, antifúngica, antioxidante, prebióticas e protectora do tubo digestivo contra doenças gastrointestinais (Silva *et al.*, 2006) desempenha funções curativas, calmantes, regenerativas, estimulantes (Pereira, 2007), anti-inflamatórias, anti-tumorais (Yoo & Huttenlocher, 2009). As propriedades físicas e químicas, como: a osmolaridade, a acidez e a viscosidade; e o conteúdo em peróxido de hidrogénio, compostos fitoquímicos e outros agentes químicos são responsáveis pela actividade antibacteriana do mel e pelos seus efeitos na cicatrização de feridas (Pereira, 2007). Popularmente, são também atribuídas ao mel outras propriedades como os efeitos anti-anémicos, emolientes, anti-putrefacção, digestivos, laxantes e diuréticos (Veríssimo, 1987, citado por Embrapa, 2003).

Os dados mostram que as propriedades de cura de feridas incluem a estimulação do crescimento do tecido e a epitelização melhorada com a diminuição do tamanho da cicatriz. O mel estimula, além do crescimento de tecido, a síntese de colagénio e o desenvolvimento de novos vasos sanguíneos no leito de feridas (Al-Waili *et al.*, 2011; Dudonné *et al.*, 2011). Esses efeitos são atribuídos à acidez do mel, ao seu conteúdo em peróxido de hidrogénio, ao efeito osmótico, ao conteúdo nutricional e antioxidante e à estimulação da imunidade, por parte de compostos ainda não identificados (Al-Waili *et al.*, 2011). As prostaglandinas e o óxido nítrico parecem desempenhar um papel importante na inflamação, na morte microbiana e no processo de cura (Al-Waili *et al.*, 2011). O mel diminui os níveis de prostaglandinas e eleva os produtos finais do óxido nítrico, o que pode ajudar a explicar algumas das propriedades biológicas e terapêuticas do mel, particularmente o seu efeito como agente antibacteriano e como regenerador de feridas (Al-Waili *et al.*, 2011; Dudonné *et al.*, 2011).

Actualmente, alguns países como a França e a Itália já produzem mel com propostas terapêuticas específicas, direccionadas para tratamentos de úlceras e problemas respiratórios (Dudonné *et al.*, 2011).

### 3.3.1- Composição do mel

A composição do mel (Quadro 3 e 4) é variável uma vez que depende, principalmente, da origem floral mas também de outros factores como da espécie de abelhas que o produzem, do solo, do estado fisiológico da colmeia e do estado de maturação do mel (Kumar *et al.*, 2010; Pérez *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2006).

O mel caracteriza-se por ser uma mistura açucarada, constituída principalmente por glicose, frutose e água. Para além destes constituintes também estão presentes outros compostos, como hidratos de carbono, minerais, proteínas, vitaminas, enzimas (Pérez *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2006), compostos fenólicos e flavonóides (Dudonné *et al.*, 2011; Khalil *et al.*, 2011).

A elevada concentração de diferentes tipos de açúcares é responsável pelas diversas propriedades físicas do mel, como a viscosidade, a densidade, a capacidade de granulação (cristalização) e os valores calóricos. Além dos açúcares, a água presente tem um papel importante na qualidade e características do mel (Embrapa, 2003). A quantidade de água influencia directamente a viscosidade, o peso específico, a maturação, a cristalização, o sabor, a conservação e a palatabilidade (Embrapa, 2003). A água presente no mel tem uma forte interacção com as moléculas de açúcar deixando poucas moléculas de água livres para os microrganismos (Osato *et al.*, 1999; Steinberg *et al.*, 1996). Em condições especiais de níveis elevados de humidade, o mel pode fermentar pela acção de leveduras osmofílicas (tolerantes ao açúcar) presentes também na sua composição. O processo de fermentação pode ocorrer mais facilmente nos méis denominados “verdes”, ou seja, méis que são colhidos de favos em que os alvéolos ainda não estavam devidamente operculados, situação em que o mel apresenta maiores teores de água. No entanto, mesmo o mel operculado pode ter níveis superiores a 18% de água, caso o apiário esteja localizado numa região com humidade relativa do ar superior a 60% (Embrapa, 2003).

A proteína do mel é de origem vegetal e animal. A proteína de origem vegetal é proveniente do néctar e do pólen, enquanto a de origem animal é proveniente da própria abelha. A proteína de origem animal resulta das secreções das glândulas salivares da abelha, juntamente com produtos recolhidos no decurso da colheita de néctar ou da maturação do mel (Embrapa, 2003).

Os ácidos orgânicos embora em pequena percentagem têm, além de um efeito pronunciado no “flavour”, responsabilidades na excelente estabilidade do mel frente aos microrganismos (Embrapa, 2003).

Quadro 3 : Composição física e química do mel

	Serra	Jeffrey <i>et al.</i> ; Cabrera,*	USDA**	Embrapa	Just <i>et al.</i> ;	Alves <i>et al.</i> ; **	Evangelista- Rodrigues et al **	Souza <i>et al</i> **	Silva et al **	Machini <i>et al</i> **
Energia (kcal/100g)			304		309					
Cinzas (%)				0,169						
Água (%)	17	17,20	17,10	17,2	15,8	23,14-32,50	18,06-25,26	26,80-32	17,6-19,7	16-23,40
Hidratos de carbono totais (%)			82,40		84					
Frutose (%)	38	38,38	38,50	38,19						
Glicose (%)	31	30,31	31	31,28						
Maltose (%)			7,20	7,31						
Sacarose (%)		1,310	1,50	1,31		0,61-6,19		1,13-8,35	1,57-3,07	0,20-27,40
Outros hidratos de carbono (%)	13		4,00	1,5						
Fibra (%)			0,2							
Proteína (%)			0,30							
pH				3,91		3,16-3,54	3,85-4,66	3,14-3,40	3,54-5,30	2,30-5
Acidez (meq/kg)				29,12		18,50-62,50	28,33-41,66	21,50-80,50	10,10-31,03	14-75,50
Açúcares redutores (%)		76,65				64,29-82,10		66-76,20	68,92-85,49	53,20-80
Ácidos orgânicos (%)		0,570		<0,5						
Minerais (%)		0,169								
Hidromiximetilfurfural (mg/kg)						0,52-16,54	18,92-23,90	0,52-7,93	0,30-8,96	1-122,00
Viscosidade (mPas.s)						24-116		36-168		
Condutividade (µs/cm)						267,50-462		287,50-525		160,71-1251,67
Índice de formol (ml/kg)						3,16-3,54		3,50-10		5-20,50

\* citado por Pereira 2007; \*\* citado por Silva *et al* 2006

Quadro 4: Composição mineral e vitamínica do mel

	USDA**	Just <i>et al.</i>
Cálcio (mg/100g)	6	10
Fósforo (mg/100g)	4	4
Sódio (mg/100g)	4	6
Potássio (mg/100g)	52	99
Ferro (mg/100g)	0,42	0,3
Zinco (mg/100g)	0,22	0,2
Magnésio (mg/100g)	2	6
Selénio (mg/100g)	0,8	
Cobre (mg/100g)	0,036	
Manganês (mg/100g)	0,080	0,38
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100g)	0,5	0,7
Riboflavina (mg/100g)	0,038	
Niacina (mg/100g)	0,121	
Ácido pantoténico (mg/100g)	0,068	
Piridoxina (vit B6) (mg/100g)	0,024	

### 3.3.2. Efeitos do mel

#### Actividade antibacteriana do mel

As propriedades antibacterianas do mel têm sido amplamente estudadas em trabalhos científicos (Al-Waili *et al.*, 2011; Osato *et al.*, 1999; Steinberg *et al.*, 1996; Allen *et al.*, 1991; Cortopassi-Laurino & Gelli, 1991; Molan & Russell, 1988; White *et al.*, 1963; White & Subers, 1963).

Segundo Wahdan (1998) os responsáveis pela actividade antibacteriana são os factores físicos, como a sua alta osmolaridade e acidez, e os factores químicos relacionados com a presença de substâncias inibidoras, como o peróxido de hidrogénio e substâncias voláteis, como os flavonóides e ácidos fenólicos.

O mel possui um efeito inibidor em cerca de 60 estirpes de bactérias, incluindo aeróbias, anaeróbias, *gram* positivas e *gram* negativas. Mesmo os que possuem níveis médios de actividade antimicrobiana são capazes de inibir totalmente a maior parte das bactérias responsáveis pelas infecções em feridas (Pereira, 2007). Para além desta actividade, tem-se observado uma acção antifúngica sobre certas leveduras e estirpes de *Aspergillus* e *Penicillium* (Pereira, 2007). O mel, ao contrário de outros anti-

sépticos, não provoca danos nos tecidos, e além de inibir o crescimento de bactérias, drena a linfa por osmose (Pereira, 2007).

A glicose-oxidase que em soluções diluídas é mais activa (White, 1975) reage com a glicose formando ácido glucónico e peróxido de hidrogénio, este último capaz de proteger o mel da decomposição bacteriana (Brudzynski *et al.*, 2011; Scherpartz & Subers, 1966). Segundo White *et al.* (1963) a principal substância antibacteriana do mel é mesmo o peróxido de hidrogénio, cuja quantidade depende dos níveis de glicose-oxidase e de catalase, uma vez que esta metaboliza o peróxido de hidrogénio (Weston *et al.*, 2000).

### Propriedades antioxidantes do mel

Os antioxidantes actuam também como conservantes alimentares inibindo reacções de oxidação responsáveis pela degradação e alteração das características dos alimentos. Os antioxidantes possuem também a função de combater os danos causados pelos agentes oxidantes, como o oxigénio, tanto nos alimentos como no organismo humano (Silva *et al.*, 2006). Estudos feitos nos últimos anos mostraram a capacidade antioxidante do mel. Foi também mostrado que a capacidade antioxidante do mel é semelhante à de muitas frutas e legumes (Gheldof *et al.*, 2002)

A capacidade antioxidante do mel depende dos compostos fenólicos biodisponíveis presentes (Gheldof *et al.*, 2002). A porção aquosa do sangue (plasma) fica também protegida pelo mel devido ao facto dos seus componentes antioxidantes serem hidrossolúveis e não lipossolúveis (Schramm *et al.*, 2003).

A capacidade antioxidante das diferentes fontes florais está possivelmente relacionada com o conteúdo em água e também com a cor do mel (National, 2004 citado por Silva *et al.*, 2006). Méis de várias fontes florais exibem grandes diferenças na capacidade antioxidante, e foi observada uma correlação linear com a cor do mel (Gheldof *et al.*, 2002), em que os méis mais escuros apresentam maior capacidade antioxidante (National, 2004 citado por Silva *et al.*, 2006). Além disso, a capacidade antioxidante do mel também pode variar de acordo com a região, sazonalidade, origem floral, e até mesmo dentro de uma mesma origem floral, dependendo do clima e factores de tensão ambiental, como humidade, temperatura e composição do solo (Schramm *et al.*, 2003, Gheldof *et al.*, 2002).

De um modo geral, os méis nacionais apresentam uma actividade antioxidante significativa. Dos méis analisados, o mel de urze foi o que apresentou o teor mais elevado em compostos fenólicos, a maior capacidade antioxidante e o maior poder de resgate de radicais, sendo também o mel mais escuro (Gomes *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2008).

*Capítulo 4*

*Parte Prática*



## **4. Parte Prática**

A proibição na UE da utilização de antibióticos em doses subterapêuticas, com objectivos estimuladores do crescimento, levou à pesquisa de substâncias alternativas que desempenhem o papel anteriormente atribuído aos antibióticos, mas sem as implicações negativas que parecem advir do seu uso sistemático em baixas concentrações. Assim, na parte prática do nosso trabalho realizámos dois ensaios para testar os efeitos da adição de mel ou vinagre à água de bebida nas performances produtivas de porcos em recria e engorda.

O uso do vinagre visou o estudo de um produto com capacidade acidificante, de custo reduzido, disponível na produção nacional e a quem, além do poder acidificante e das implicações dessa acidificação, são atribuídas outras funções, em resultado das múltiplas substâncias que estão presentes num vinagre natural, proveniente da fermentação acética do vinho. Os estudos relativos ao uso de vinagre na alimentação animal não são muito numerosos e resultam da utilização de vinagres muito diversos.

O uso do mel teve como objectivo a utilização de um produto natural, também com efeitos acidificantes, mas além disso com efeitos microbicidas conhecidos e documentados e com potenciais efeitos positivos na palatabilidade e, por isso, quando diluído em água, na sua ingestão. A ingestão de água previne situações de desidratação e pode ser um importante mecanismo para estimular a reduzida ingestão de alimento que os leitões fazem no período imediatamente seguinte ao desmame. Adicionalmente, o mel ao disponibilizar ao animal dois açúcares simples, glucose e frutose, poderá ter uma função como suplemento energético nesta fase. Também ao mel, em consequência das inúmeras substâncias presentes na sua composição são atribuídas muitas outras funções, tal como referido na revisão efectuada. A utilização do mel apenas na fase de recria deveu-se ao facto de ser aqui que a necessidade de estimular a ingestão de líquidos e também de alimento sólido se colocar.

### **4.1. Ensaio 1**

O ensaio foi realizado com o objectivo de testar o efeito do mel e do vinagre, incorporados na água de bebida, sobre as prestações zootécnicas de leitões na fase pós-desmame (recria).

#### **4.1.1. Materiais e Métodos**

O ensaio decorreu no sector de recria da Unidade Experimental de Suinicultura da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

##### **4.1.1.1. Animais**

Neste trabalho foram utilizados 48 leitões machos, resultantes do cruzamento (LW×LR) ×Pi, provenientes da exploração Reis & Silva Lda., situada em V. Nova de Famalicão. Os animais iniciaram o ensaio aos 28 dias de idade com um PV médio de 7kg ± 0,66. O ensaio decorreu durante 28 dias, tendo os animais, no fim do ensaio, um PV médio de 14kg ± 1,72.

##### **4.1.1.2. Desenho experimental**

Os leitões foram divididos aleatoriamente em três lotes com 16 animais cada. Cada um dos lotes recebeu como “água de bebida” um dos seguintes tratamentos: Controlo - água; Vinagre – água com vinagre a 1%; Mel – água com mel a 2%, adiante designados por água, vinagre e mel, respectivamente. Cada lote foi então subdividido em oito parques com dois leitões por parque. Desta forma cada tratamento foi aplicado a oito unidades experimentais (cada par de leitões = uma unidade experimental), sendo que o peso dos animais foi determinado individualmente o que permitiu para este parâmetro 16 observações por tratamento.

##### **4.1.1.3. Instalações e equipamentos**

A sala utilizada para o ensaio foi dividida em 24 parques, cada parque continha um comedouro e um bebedouro de chupeta abastecido por um balde de 7,5 litros. O piso da sala era constituído por ripado plástico. A temperatura foi controlada diariamente com o uso de um termómetro de máxima e de mínima, localizado a meio da sala. A sala dispunha de aquecedores e de um sistema de ventilação para manter um ambiente adequado que, no entanto, nem sempre esteve à temperatura média pretendida (Figura 1Na 3ª semana ocorreu uma avaria nos aquecedores que também coincidiu com temperaturas exteriores noturnas muito baixas, pelo que os animais estiveram expostos a temperaturas bastante abaixo do pretendido e também sujeitos a um diferencial, entre a temperatura máxima e a mínima, demasiado grande.

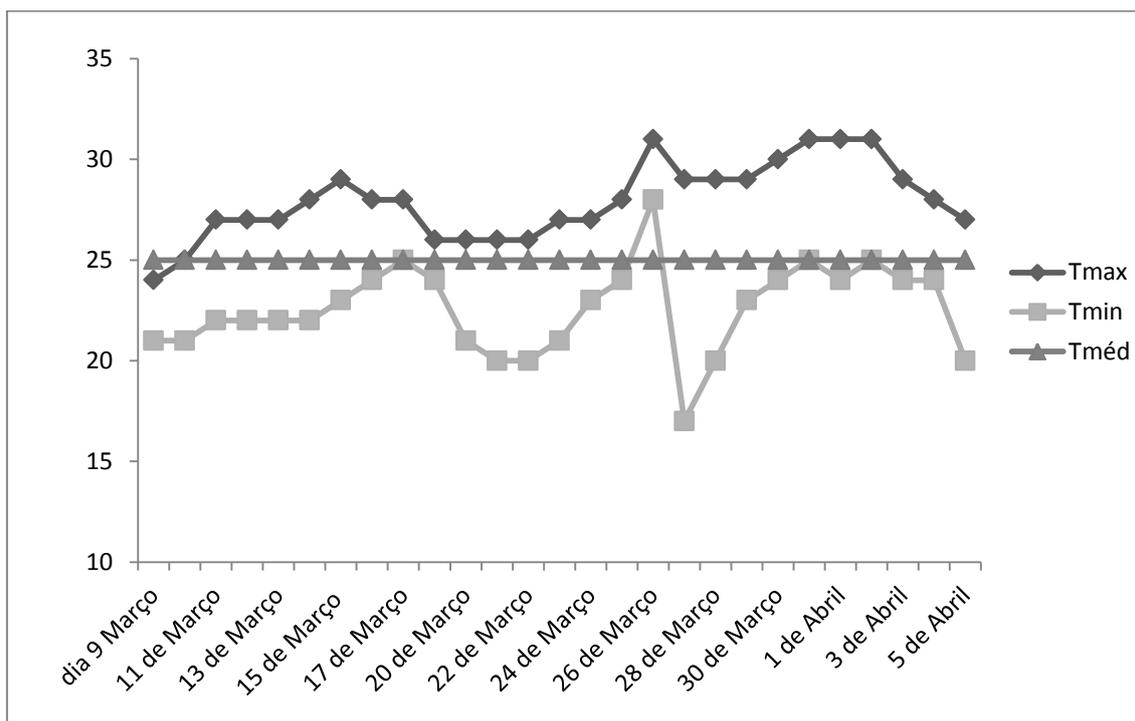


Figura 1: Temperaturas máximas e mínimas observadas e temperatura média pretendida

#### 4.1.1.4. Alimento

Durante o ensaio os leitões foram alimentados com dietas adaptadas ao seu peso num total de três fórmulas comerciais distintas. A primeira fórmula foi fornecida na primeira semana do ensaio, a segunda nos dez dias seguintes e a terceira no restante período. A composição de cada dieta está descrita no quadro 1. A transição entre fórmulas foi feita gradualmente ao longo de 3 dias. No primeiro destes dias foi fornecida uma mistura de 2/3 da fórmula do dia anterior e 1/3 da nova fórmula; no 2º dia as proporções foram 1/2:1/2; no 3º dia apenas 1/3 da fórmula inicial e 2/3 da fórmula nova e no 4º dia apenas a nova fórmula. A distribuição de alimento foi feita para garantir uma ingestão *ad libitum*, tendo o alimento efectivamente ingerido sido controlado diariamente através das pesagens do alimento distribuído.

O mel utilizado foi fornecido pela Cooperativa Agrícola de Boticas (CAPOLIB) e tratava-se de mel de urze com designação de origem protegida (DOP).

O vinagre utilizado foi fornecido pela empresa Mendes Gonçalves, S.A. – Golegã e tratava-se de um vinagre de vinho não desdoblado, ou seja, com 10º de acidez.

Quadro1: Composição química dos alimentos utilizados

Parâmetros	Composição química referida pelo fabricante	Composição química obtida em laboratório		
		Alimento <sup>1</sup> (28-35)	Alimento <sup>2</sup> (35-45)	Alimento <sup>3</sup> (45-56)
MS		90,30	90,27	89,92
MO		93,56	92,40	92,52
PB	19,00	16,81	15,92	16,18
GB	5,70	4,85	5,74	5,61
FB	3,80			
Cinzas	5,10			
NDF		13,55	15,95	15,51
ADL		1,08	1,49	1,31
ADF		4,68	5,97	6,10
Amido		40,09	30,29	32,62
Lisina	1,60			
Metionina	0,70			
Cálcio	1,12			
Fósforo	0,74			
Sódio	0,20			

A ingestão de “água” foi também controlada da mesma forma (Ingestão = Distribuída – Refugo). No tratamento “Controlo” a bebida disponibilizada foi água. Para preparar a bebida do tratamento “Mel” foram utilizados recipientes de 5 litros. Eram colocados 100ml de mel no fundo do recipiente e era-lhe adicionada água até perfazer o volume de 5 litros. A mistura era adequadamente homogeneizada e era colocada de imediato no recipiente de distribuição. No tratamento “Vinagre” foi utilizado o mesmo método com a exceção da quantidade de vinagre que foi de 50 ml.

Após a homogeneização das misturas foi determinado o pH das várias soluções, que é apresentado no quadro 2.

**Quadro 2:** Valores de pH obtidos com base em 12 observações

Tratamento	pH
Controlo	6,42
Mel (Água + Mel 2%)	5,52
Vinagre (Água + Vinagre 1%)	3,76
<b>Componentes</b>	
Mel	4,27
Vinagre	2,79

#### 4.1.1.5 Análise estatística

Os dados foram analisados recorrendo ao programa JMP 5.0.1. Foi efectuada uma análise de variância (ANOVA) com os procedimentos para variáveis contínuas e considerando o tratamento como único factor. A comparação múltipla de médias foi efectuado pelo teste de Tuckey. A significância estatística foi aceite para valores de  $P < 0,05$  (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

#### 4.1.2- Resultados e Discussão

Os valores observados neste ensaio estão dentro do esperado para estes animais (espécie/raça seleccionadas; BPEX, 2012). Ao longo do ensaio não se registaram mortes.

##### 4.1.2.1 - Peso dos animais

No Quadro 3 e Figura 2 apresentam-se os pesos dos animais ao longo do ensaio. Não se observam quaisquer diferenças ( $P > 0,05$ ) entre tratamentos. Apesar da maior ingestão de água por parte dos animais do tratamento “mel”, como adiante se verá, não ocorreu qualquer efeito resultante desse facto no peso dos animais. Contudo, é visível um efeito, sem significado estatístico, do peso ao desmame na evolução de peso dos animais. Este efeito é conhecido e, no nosso caso não se evidencia, provavelmente, pelo facto de estarmos a trabalhar com um número reduzido de réplicas.

**Quadro 3:** Pesos dos animais aos zero, 7, 14, 21 e 28 dias de ensaio (kg)

Tratamento	P0	P7	P14	P21	P28
Controlo	6,89	7,70	9,23	11,51	14,14
Mel	6,67	7,34	8,83	10,56	13,04
Vinagre	6,91	7,59	9,43	11,44	14,55
SE	0,218	0,285	0,376	0,445	0,537
Valor P	0,696	0,668	0,520	0,259	0,147
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS

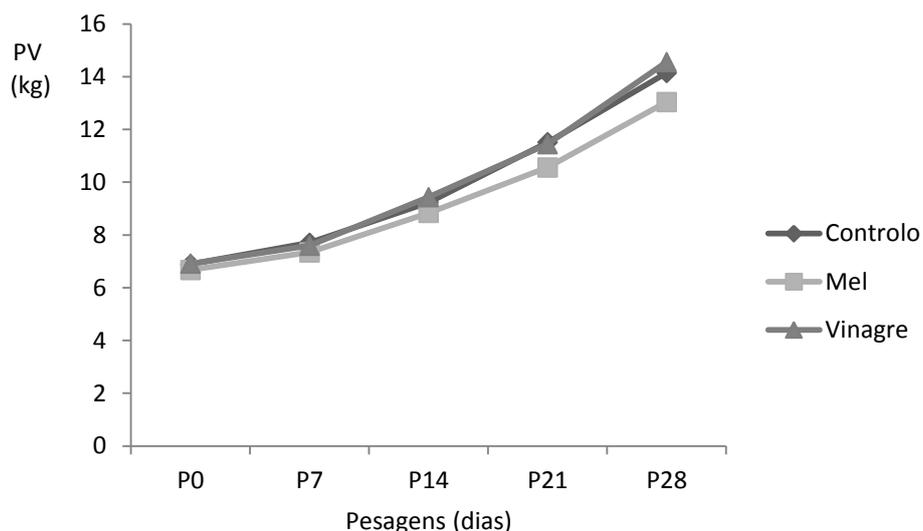


Figura 2: Pesos dos animais aos 0, 7, 14, 21 e 28 dias de ensaio (kg)

#### 4.1.2.2- Aumentos médios diários

No Quadro 4 mostram-se os valores correspondentes ao aumento médio diário do peso dos animais (AMD, kg/dia). Não se verificam diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre tratamentos. A Figura 3 ilustra a evolução do AMD que, como esperado nestas idades, evolui de forma linear ao longo do tempo. Os valores apresentados são semelhantes aos referidos por outros autores (Varley e Wiseman, 2001). Contudo, verificámos no nosso trabalho que os valores de AMD na 3ª semana após o desmame já se afastam, um pouco, dos apresentados pelos autores referidos. A explicação para este facto reside, provavelmente, nos baixos valores de temperatura ambiente (Figura 1) observados na 3ª semana.

**Quadro 4:** Aumentos médios diários (kg)

Tratamento	Aumento Médio Diário (dias)						
	(0-7)	(7-14)	(14-21)	(21-28)	(0-14)	(14-28)	(0-28)
Controlo	0,116	0,219	0,326	0,375	0,167	0,350	0,259
Mel	0,096	0,212	0,247	0,355	0,154	0,301	0,228
Vinagre	0,097	0,263	0,287	0,444	0,180	0,366	0,273
SE	0,023	0,024	0,023	0,032	0,019	0,024	0,017
Valor P	0,789	0,281	0,068	0,152	0,623	0,153	0,179
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

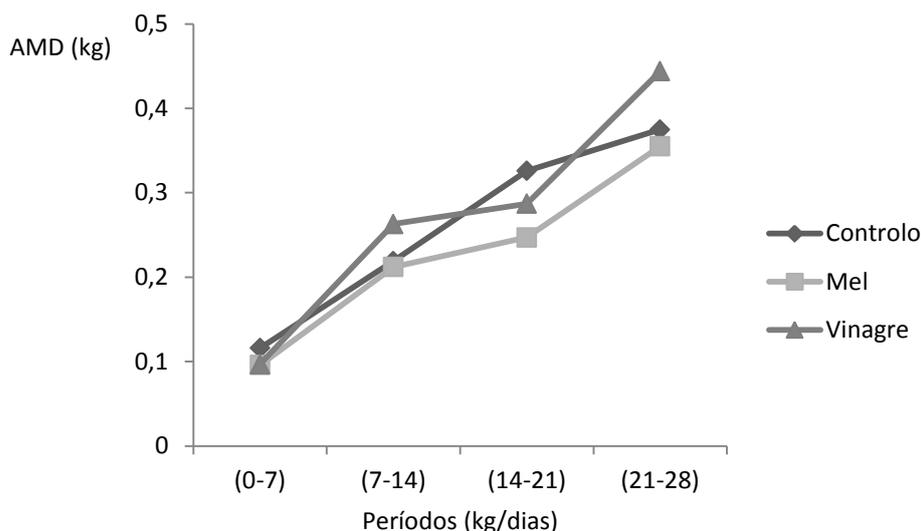


Figura 3: Aumentos médios diários (kg)

#### 4.1.2.3- Ingestão de alimento

Os resultados apresentados no Quadro 5 e na Figura 4 mostram que não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre tratamentos na ingestão de alimento (kg/dia) determinada em intervalos semanais, em períodos de 2 semanas ou no período total do ensaio. Verifica-se também de forma muito evidente a dificuldade de adaptação dos leitões à ingestão de alimento sólido, uma vez que apresentam uma ingestão muito reduzida na primeira semana pós-desmame. Estes valores são também suportados por trabalhos de outros autores (Varley e Wiseman, 2001), verificando-se contudo uma pior resposta dos nossos animais na 1ª e 3ª semanas. Para os autores referidos os valores de ingestão na 1ª, 2ª e 3ª semanas são, respectivamente, 210, 410 e 630g/dia. Além dos vários factores sempre invocados como responsáveis pelo “stress” pós-desmame, acresce que os nossos animais estiveram sujeitos a uma viagem de 100km que durou cerca de 2 horas, o que pode explicar a dificuldade acrescida na habituação. No caso do tratamento “mel”, apesar de não haver diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ), em termos numéricos, estes animais apresentam sempre menores consumos do que o grupo controlo. Na 3ª semana o consumo foi 19,7% inferior ao grupo controlo o que se reflectiu de forma evidente na quebra de crescimento (Quadro 4). A explicação para este facto carece, na nossa opinião, de um novo estudo onde se aumente o número de réplicas e onde as condições ambientais sejam melhor asseguradas.

**Quadro 5:** Ingestão de alimento (kg/dia)

Tratamento	Ingestão de alimento (dias)						
	(0-7)	(7-14)	(14-21)	(21-28)	(0-14)	(14-28)	(0-28)
Controlo	0,159	0,604	0,628	0,689	0,381	0,659	0,520
Mel	0,124	0,523	0,504	0,606	0,324	0,555	0,439
Vinagre	0,141	0,518	0,541	0,702	0,330	0,622	0,476
SE	0,015	0,053	0,046	0,038	0,0287	0,035	0,026
Valor P	0,284	0,451	0,179	0,185	0,315	0,131	0,114
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

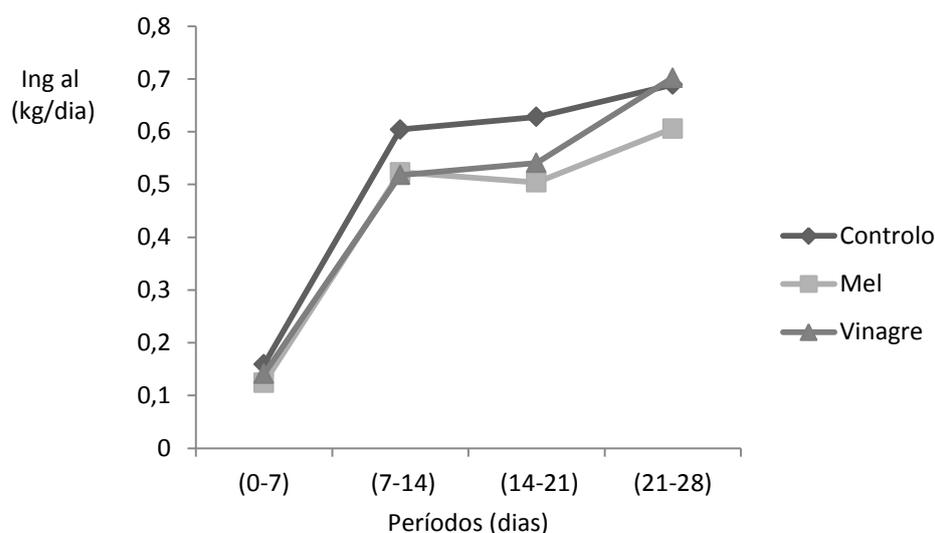


Figura 4: Ingestão de alimento (kg/dia)

#### 4.1.2.4- Índice de conversão do alimento

No Quadro 6 e Figura 5 estão apresentados os resultados obtidos semanalmente em relação ao índice de conversão (kg alimento/kg ganho de peso) que, como podemos observar, não mostram diferenças estatisticamente significativas ( $P > 0,05$ ). O facto de nem a ingestão, nem o ganho médio diário terem apresentado diferenças, deixava antever que também aqui o mesmo seria esperado. Contudo, embora sem significado estatístico, verifica-se uma resposta mais linear dos leitões, no tratamento “vinagre”, o que deixa a dúvida sobre um eventual efeito do vinagre na primeira semana de ensaio, ou seja, na fase mais crítica do período pós-desmame. Assim, sugerimos, desde já, um aprofundamento destes resultados num ensaio com maior número de animais.

**Quadro 6:** Índice de conversão do alimento (kg alimento/ kg ganho de peso)

Tratamento	Índice de Conversão (dias)						
	(0-7)	(7-14)	(14-21)	(21-28)	(0-14)	(14-28)	(0-28)
Controlo	1,48	2,87	1,96	1,87	2,37	1,91	2,05
Mel	1,50*	3,09	2,08	1,89	2,59	1,97	2,04
Vinagre	1,58*	1,99	1,93	1,62	1,98	1,7	1,76
SE	0,297	0,459	0,163	0,181	0,395	0,152	0,147
Valor P	0,963	0,222	0,783	0,515	0,543	0,432	0,318
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

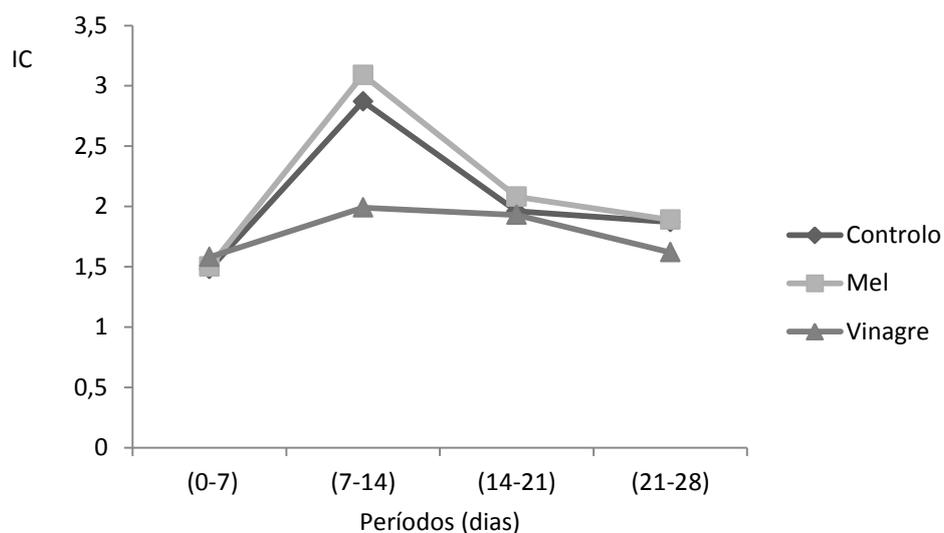


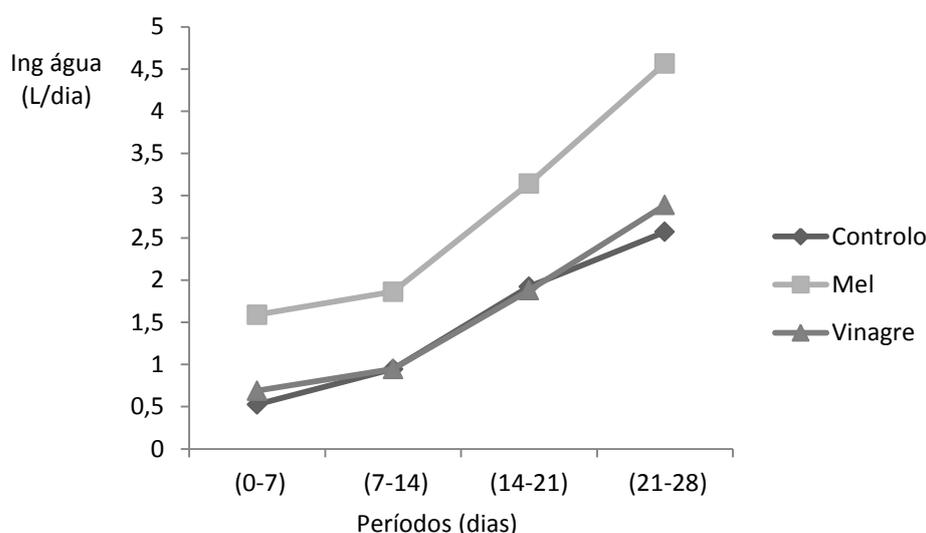
Figura 5: Índice de conversão do alimento (IC; kg alimento/ kg ganho de peso)

#### 4.1.2.5- Ingestão de água

Apresentam-se no Quadro 7 e Figura 6 os valores de ingestão média diária de água (L/dia), determinada em intervalos semanais, de 2 semanas ou para o período total do ensaio. Verificam-se efeitos significativos ( $P < 0.05$ ) dos tratamentos em todos os períodos estudados. A ingestão diária de água foi sempre superior ( $P < 0.05$ ) no tratamento “mel”, relativamente aos outros dois tratamentos. Não se verificam diferenças entre os tratamentos controlo e vinagre, tanto nos períodos semanais (0-7, 7-14, 14-21 e 21-18) como em períodos de duas semanas (0-14 e 14-28) ou ao longo de todo o ensaio (0-28). Considerando a globalidade do ensaio, o valor da ingestão de líquidos foi 87 e 74% superior no tratamento mel relativamente aos grupos controlo e vinagre, respectivamente. Fica assim evidente que a adição de mel à água de bebida permite aumentar a ingestão líquida, provavelmente devido à melhor palatabilidade de uma bebida doce. Ainda assim, e contrariamente ao esperado, este facto não influenciou a ingestão de alimento nem o crescimento dos animais. Também neste caso sugerimos um aprofundamento da investigação.

**Quadro 7:** Ingestão de água (L/dia)

Tratamento	Ingestão de água (L/dias)						
	(0-7)	(7-14)	(14-21)	(21-28)	(0-14)	(14-28)	(0-28)
Controlo	0,526 <sup>b</sup>	0,946 <sup>b</sup>	1,922 <sup>b</sup>	2,571 <sup>b</sup>	0,736 <sup>b</sup>	2,246 <sup>b</sup>	1,491 <sup>b</sup>
Mel	1,589 <sup>a</sup>	1,861 <sup>a</sup>	3,144 <sup>a</sup>	4,566 <sup>a</sup>	1,725 <sup>a</sup>	3,855 <sup>a</sup>	2,790 <sup>a</sup>
Vinagre	0,690 <sup>b</sup>	0,946 <sup>b</sup>	1,879 <sup>b</sup>	2,889 <sup>b</sup>	0,818 <sup>b</sup>	2,384 <sup>b</sup>	1,601 <sup>b</sup>
SE	0,232	0,147	0,287	0,266	0,182	0,259	0,203
Valor P	0,008	0,0002	0,007	<0,0001	0,001	0,0004	0,0003
Efeito	**	***	**	***	**	***	***

**Figura 6:** Ingestão (Ing) de água (L/dia)

#### 4.1.2.6- Índice de conversão da água

No Quadro 8 e Figura 7 apresenta-se um índice, a que chamamos “índice de conversão da água” (ingestão água (kg)/aumento médio diário (kg)), que foi também determinado semanalmente e para os períodos já referidos. Como podemos observar verificam-se diferenças significativas ( $P < 0.05$ ) sendo o valor do tratamento com mel superior aos demais com excepção da primeira semana. Não há quaisquer diferenças ( $P > 0.05$ ) entre os tratamentos controlo e vinagre. Estes resultados resultam do facto de a ingestão de água apresentar diferenças significativas entre tratamentos. Caso não haja, em estudos futuros, melhorias das performances em resultado da adição de mel, então a sua adição deve ser suprimida, pois embora não prejudique o crescimento, tem efeitos económicos negativos, visto o mel ser um produto com preço elevado. Adicionalmente, ao aumentar o consumo de água, aumenta seguramente a produção de dejectos o que é negativo.

**Quadro 8:** Índice de conversão da água (Ingestão de água (kg) /Aumento médio diário (kg))

Tratamento	Índice de conversão da água						
	(0-7)	(7-14)	14-21)	(21-28)	(0-14)	(14-28)	(0-28)
Controlo	4,96	4,56 <sup>b</sup>	5,97 <sup>b</sup>	7,00 <sup>b</sup>	4,56 <sup>b</sup>	6,50 <sup>b</sup>	5,85 <sup>b</sup>
Mel	9,53	12,68 <sup>a</sup>	13,67 <sup>a</sup>	14,37 <sup>a</sup>	15,92 <sup>a</sup>	13,94 <sup>a</sup>	13,70 <sup>a</sup>
Vinagre	6,96	3,72 <sup>b</sup>	6,76 <sup>b</sup>	6,61 <sup>b</sup>	4,99 <sup>b</sup>	6,51 <sup>b</sup>	5,91 <sup>b</sup>
SE	9,426	2,188	1,384	1,280	2,648	1,14	1,347
Valor P	0,943	0,016	0,001	0,0004	0,009	0,0001	0,0005
Efeito	NS	*	**	***	**	***	***

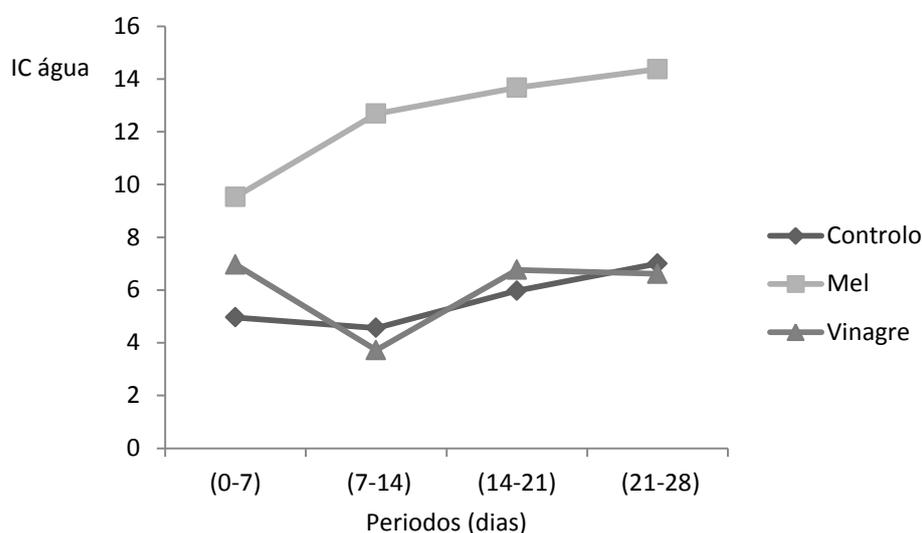


Figura 7: Índice de conversão (IC) da água (Ingestão de água (kg)/Aumento médio diário (kg)).

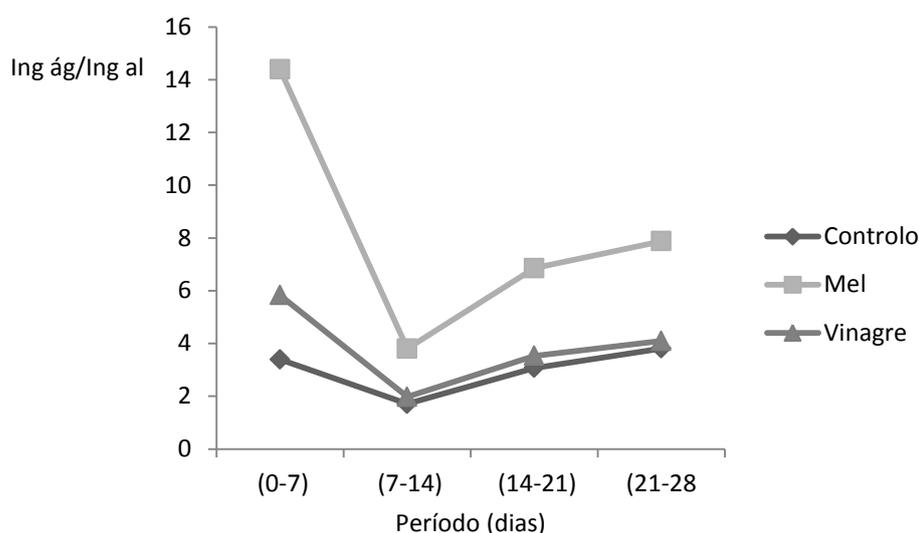
#### 4.1.2.7- Rácio Ingestão de água: Ingestão de alimento

No Quadro 9 e Figura 8 mostramos o rácio entre a ingestão de água e a ingestão de alimento, observando-se diferenças significativas ( $P < 0.05$ ). O tratamento com mel apresenta valores superiores ( $P < 0,05$ ) aos demais, excepto na primeira semana. Não se verificam diferenças entre os tratamentos controlo e vinagre. Contudo, numericamente o valor é muito diferente do apresentado pelo grupo “vinagre” o que denota uma resposta heterogénea. Estes resultados evidenciam, de novo, que a maior ingestão de água no tratamento mel não teve quaisquer efeitos na ingestão de alimento. O elevado valor deste índice na primeira semana deve-se à reduzida quantidade de alimento ingerido. Segundo Whittemore (2006) o rácio alimento:água,

para leitões jovens é cerca de 6. Os valores por nós encontrados são claramente inferiores o que pode denotar problemas no sistema de abeberamento, ou ser o resultado das baixas temperaturas a que os animais estiveram expostos.

**Quadro 9:** Ingestão de água (kg) : Ingestão de alimento (kg)

Tratamento	Ingestão de água/Ingestão de alimento						
	(0-7)	(7-14)	(14-21)	(21-28)	(0-14)	(14-21)	(0-28)
Controlo	3,39 <sup>b</sup>	1,71 <sup>b</sup>	3,07 <sup>b</sup>	3,81 <sup>b</sup>	2,01 <sup>b</sup>	3,42 <sup>b</sup>	2,89 <sup>b</sup>
Mel	14,39 <sup>a</sup>	3,80 <sup>a</sup>	6,85 <sup>a</sup>	7,88 <sup>a</sup>	5,76 <sup>a</sup>	7,26 <sup>a</sup>	6,69 <sup>a</sup>
Vinagre	5,83 <sup>ab</sup>	1,98 <sup>b</sup>	3,53 <sup>b</sup>	4,10 <sup>b</sup>	2,74 <sup>b</sup>	3,83 <sup>b</sup>	3,38 <sup>b</sup>
SE	2,503	0,421	0,775	0,610	0,805	0,584	0,618
Valor P	0,013	0,004	0,004	0,0001	0,008	0,0002	0,0005
Efeito	*	*	*	***	**	***	***



**Figura 8:** Ingestão de água (kg): Ingestão de alimento (kg)

#### 4.1.3. Conclusão

No ambiente e nas condições em que efectuámos este ensaio, a utilização de mel a 2% e de vinagre a 1%, não apresentou efeitos na ingestão de alimento, no aumento médio diário e no índice de conversão, em leitões dos 7 aos 14kg de peso vivo. Contudo, ocorreram efeitos muito evidentes na estimulação da ingestão de alimentos líquidos, o que será certamente importante e poderá mostrar efeitos nos parâmetros produtivos, em contextos onde o desafio pós-desmame a que os leitões são sujeitos possa ser maior. Importa pois, aprofundar os estudos inerentes ao uso

destes produtos nesta fase e avaliar, além dos seus potenciais efeitos nos principais parâmetros de crescimento e eficiência dos animais, também efeitos na modulação da flora intestinal, na saúde do tubo digestivo e no sistema imunológico dos animais.

## **4.2- Ensaio 2**

O ensaio foi realizado com o objectivo de testar o efeito do vinagre quando incorporado na água de bebida em duas concentrações diferentes (2,5% e 5%), comparativamente a um grupo controlo a ingerir apenas água. O efeito foi avaliado através da análise comparativa das prestações zootécnicas (ingestão de alimento, aumento médio diário e índice de conversão) de porcos na fase de engorda.

### **4.2.1- Materiais e Métodos**

O ensaio decorreu no sector de engorda da Unidade Experimental de Suinicultura da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

#### **4.2.1.1- Animais**

Neste trabalho utilizaram-se 24 animais, 12 machos e 12 fêmeas, resultantes do cruzamento (LW×LR)×Pi. Os animais iniciaram o ensaio com cerca de 50kg de peso vivo, tendo estado em habituação durante uma semana, e terminaram-no cerca dos 100kg. Os animais foram pesados individualmente nos dias 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 do ensaio.

#### **4.2.1.2- Desenho Experimental**

Os animais foram adquiridos à empresa Reis & Silva, Lda. (mesma proveniência dos leitões do ensaio 1) e após a sua recepção e habituação foram aleatoriamente distribuídos pelos três tratamentos (Controlo; Vinagre a 2,5%; Vinagre a 5%). Assim, cada tratamento dispôs de 8 animais (4 machos e 4 fêmeas).

#### **4.2.1.3- Instalações e equipamentos**

O ensaio teve lugar na sala de controlo individual de crescimento do sector de engorda da Unidade Experimental de Suinicultura da UTAD. Os animais foram alojados em jaulas individuais ajustáveis em comprimento e largura, em função do tamanho do animal. Estas jaulas metálicas dispunham de comedouro e bebedouro individuais e assentavam num pavimento de grelhas de betão.

#### **4.2.1.4- Alimento**

Os animais foram alimentados *ad libitum*, tendo o alimento sido distribuído em 3 refeições diárias, às 9:00, 14:00 e 19:00 horas. Semanalmente foi contabilizado o alimento consumido tendo em conta o alimento distribuído e os refugos. O controlo da ingestão do alimento foi realizado semanalmente e apenas entre os 14 e os 42 dias do ensaio.

No texto seguinte designamos por “Controlo” o grupo ao qual a bebida oferecida foi constituída apenas por água, “Vinagre 2,5%” ao grupo a ingerir água com 2,5% de vinagre e “Vinagre 5%” ao grupo a ingerir água com 5% de vinagre ..

O consumo de alimentos líquidos foi também determinado semanalmente e calculado para os vários períodos em estudo apresentados nos resultados. Os alimentos líquidos foram disponibilizados *ad libitum* a partir de um recipiente que alimentava cada bebedouro, onde eram adicionados sempre que necessário. O controlo da ingestão de alimentos líquidos foi também realizado semanalmente, entre os 14 e os 42 dias do ensaio.

#### **4.2.1.5 Análise estatística**

Os dados foram analisados recorrendo ao programa JMP 5.0.1. Foi efectuada uma análise de variância (ANOVA) com os procedimentos para variáveis contínuas e considerando o tratamento como factor usando. A comparação múltipla de médias foi efectuada pelo teste de Tuckey. A significância estatística foi aceite para valores de  $P < 0,05$  (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

## 4.2.2- Resultados e Discussão

Os valores obtidos neste trabalho estão dentro do observado neste tipo de animais (espécie/raça seleccionada; BPEX, 2012). Como esperado os machos apresentaram um peso corporal superior. Ao longo do ensaio não ocorreram mortes.

### 4.2.2.1- Peso dos Animais

Os valores observados no Quadro 10 e Figura 9 abaixo mostram os pesos dos animais ao longo do ensaio. Não se verifica qualquer diferença significativa, entre tratamentos ( $P > 0.05$ ). Contudo, é visível embora sem significado estatístico, o menor desempenho dos animais do tratamento “controle”.

**Quadro 10:** Pesos dos animais aos zero, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias (kg)

Tratamento	P0	P7	P14	P21	P28	P35	P42
Controlo	56,43	63,43	69,00	75,57	83,86	90,71	96,43
Vinagre 2,5%	58,14	67,00	74,00	79,71	87,86	94,86	100,57
Vinagre 5%	56,57	65,29	71,00	77,43	85,29	92,00	97,57
SE	1,481	1,757	1,944	1,978	2,291	2,479	2,686
Valor P	0,668	0,376	0,215	0,354	0,4720	0,495	0,542
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

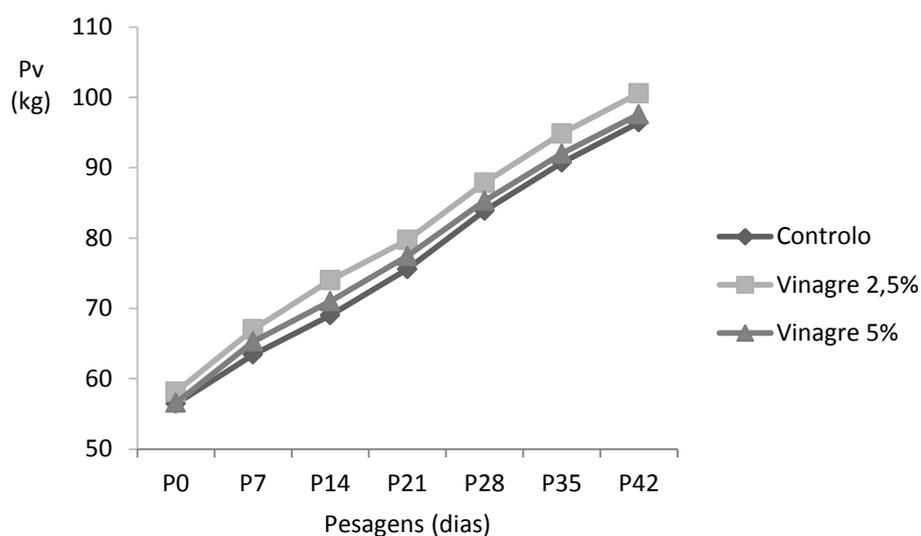


Figura 9: Pesos dos animais aos 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias (kg)

#### 4.2.2.2- Aumento Médio Diário

No Quadro 11a e 11b e Figura 10 mostram-se os aumentos médios diários (kg). Como podemos observar os tratamentos não produziram diferenças significativas ( $P > 0.05$ ). A oscilação do AMD nos dois primeiros períodos em estudo, 0-7 e 7-14 dias, reflecte, provavelmente, uma fase de adaptação dos animais à jaula e também um melhor ajustamento da quantidade distribuída à ingestão efectiva. Esta oscilação levou-nos a considerar as variáveis estudadas apenas no intervalo a partir dos 14 dias de ensaio.

**Quadro 11a:** Aumentos médios diários (kg)

Tratamento	Aumento Médio Diário								
	(0-7)	(7-14)	(14-21)	(21-28)	(28-35)	(35-42)	(0-21)	(21-42)	(0-42)
Controlo	1,000	0,796	1,095	1,036	0,980	1,143	1,035	1,053	0,987
Vinagre 2,5%	1,265	1,000	0,952	1,018	1,000	1,143	1,077	1,054	1,039
Vinagre 5%	1,245	0,816	1,071	0,982	0,959	1,114	1,044	1,019	1,039
SE	0,115	0,106	0,112	0,098	0,057	0,105	0,035	0,062	0,050
Valor P	0,223	0,346	0,634	0,926	0,882	0,976	0,680	0,901	0,704
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

**Quadro 11b:** Aumentos médios diários (kg)

Tratamento	AMD		
	(14-28)	(28-42)	(14-42)
Controlo	1,065	1,061	1,063
Vinagre 2,5%	0,985	1,071	1,028
Vinagre 5%	1,027	1,037	1,032
SE	0,070	0,065	0,055
Valor P	0,724	0,928	0,883
Efeito	NS	NS	NS

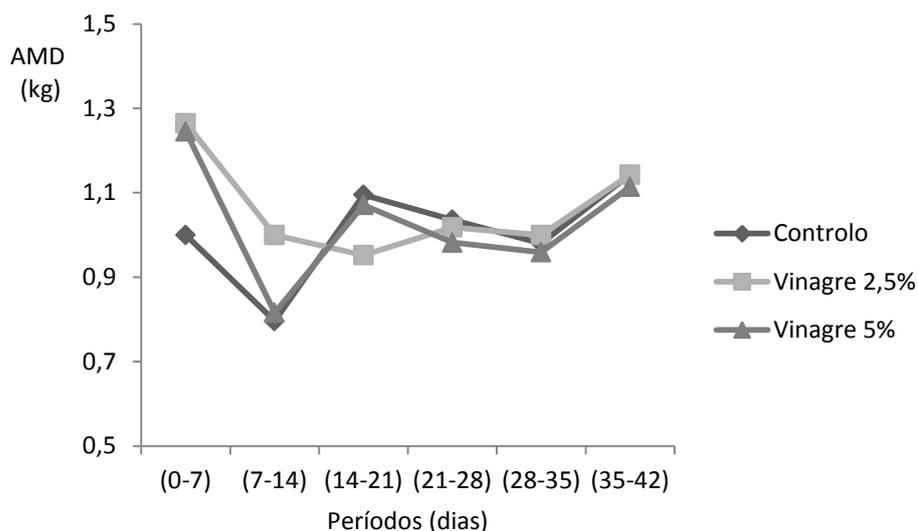


Figura 10: Aumentos médios diários (kg)

#### 4.2.2.3- Ingestão de Alimento

O Quadro 12 mostra a ingestão de alimento (kg/dia), não se verificando diferenças significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamentos, como ilustra a Figura 11.

Dentro de cada tratamento o consumo é praticamente constante durante os três primeiros períodos e há um forte aumento do consumo diário no período que decorre entre os 35 e os 42 dias de ensaio. Contudo, embora sem significado estatístico verifica-se, em cada período, uma diferença de consumo entre tratamentos. Relativamente ao grupo “Controlo” o grupo “Vinagre 2,5%” consome cerca de mais 100g por dia. O grupo “Vinagre 5%” consome diariamente também cerca de mais 100g que o grupo “Vinagre 2,5%”, o que perfaz uma diferença para o grupo “Controlo” de cerca de 200g por dia. Estas são diferenças numéricas com importância económica. O facto de não serem estatisticamente significativas, deve-se, provavelmente, ao reduzido número de réplicas de cada tratamento associado a uma variância elevada. Assim, dada a importância desta observação parece-nos importante realizar um próximo ensaio com um maior número de animais em estudo.

**Quadro 12:** Ingestão de alimento (kg/dia)

Tratamento	Ingestão de alimento (dias)						
	(14-21)	(21-28)	(28-35)	(35-42)	(14-28)	(28-42)	(14-42)
Controlo	2,995	3,072	3,073	3,457	3,034	3,265	3,149
Vinagre 2,5%	3,110	3,137	3,103	3,511	3,123	3,307	3,215
Vinagre 5%	3,214	3,238	3,189	3,554	3,226	3,372	3,299
SE	0,085	0,147	0,136	0,113	0,107	0,121	0,112
Valor P	0,219	0,729	0,822	0,832	0,460	0,823	0,645
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

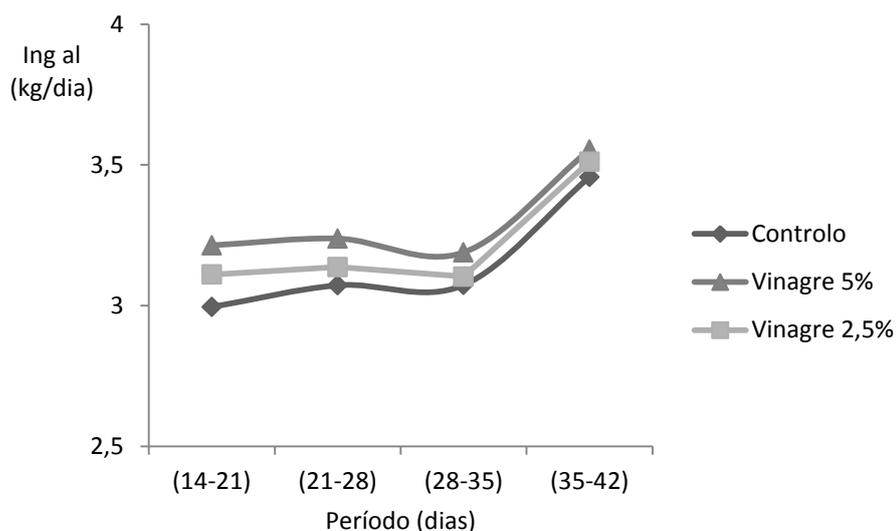


Figura 11: Ingestão de alimento (kg/dia)

#### 4.2.2.4- Índice de conversão do Alimento

Os valores do índice de conversão do alimento determinados semanalmente, apresentam-se abaixo no Quadro 13 e Figura 12. Não se verificam diferenças significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamentos. Conclui-se assim, embora com reservas, que a constância do AMD paralelamente à maior ingestão de alimentos sólidos, nos tratamentos com vinagre relativamente ao controlo, permitiu que o grupo controlo apresenta-se um índice de conversão mais favorável, embora sem suporte estatístico.

**Quadro 13:** Índice de conversão do alimento (kg alimento/kg ganho de peso)

Tratamento	IC por período (dias)						
	(14-21)	(21-28)	(28-35)	(35-42)	(14-28)	(28-42)	(14-42)
Controlo	2,86	3,04	3,18	3,09	3,29	3,15	3,24
Vinagre 2,5%	3,48	3,35	3,29	3,31	2,94	3,23	3,16
Vinagre 5%	3,42	3,65	3,36	3,48	3,12	3,37	3,21
SE	0,437	0,453	0,292	0,388	0,235	0,219	0,199
Valor P	0,554	0,642	0,906	0,777	0,582	0,772	0,959
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

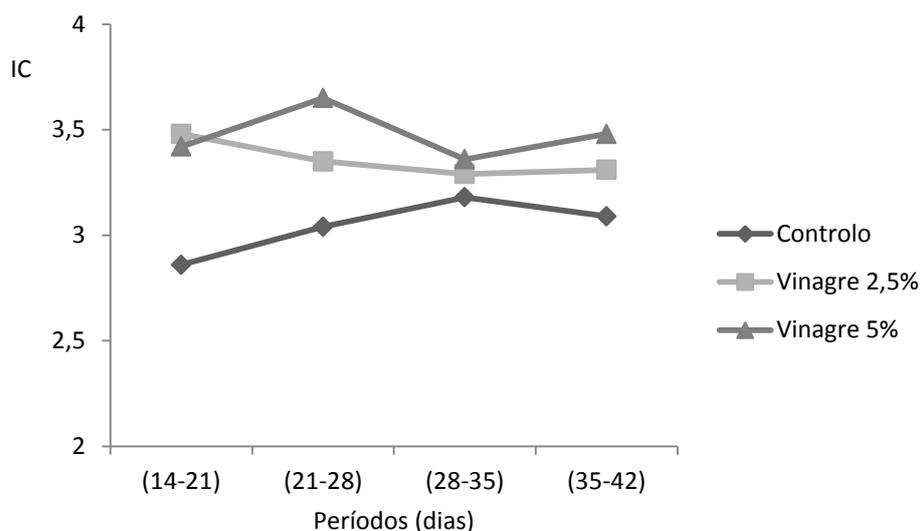


Figura 12: Índice de conversão do alimento (kg alimento/ kg ganho de peso)

#### 4.2.2.5- Ingestão de água

No Quadro 14 e Figura 13 apresentam-se os valores de ingestão de água (L/dia) medidos, que mostram não existir diferenças significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamentos. Contudo, apesar das oscilações semanais entre tratamentos, verificamos que o grupo “Vinagre 5%”, entre os dias 14 e 42, consumiu diariamente cerca de mais 245mL e 287mL, do que os tratamentos “vinagre 2,5%” e “Controlo”, respectivamente. A variabilidade comportamental dos animais exige, tal como anteriormente referimos, que em futuros ensaios se trabalhe com um maior número de unidades experimentais.

**Quadro 14: Ingestão de água (L/dia)**

Tratamento	Ingestão água (L/dia)						
	(14-21)	(21-28)	(28-35)	(35-42)	(14-28)	(28-42)	(14-42)
Controlo	7,474	7,098	7,062	7,896	7,286	7,479	7,383
Vinagre 2,5%	7,952	7,578	6,692	7,479	7,765	7,085	7,425
Vinagre 5%	8,610	7,425	6,988	7,657	8,017	7,322	7,670
SE	0,508	0,566	0,588	0,514	0,492	0,515	0,464
Valor P	0,308	0,831	0,896	0,849	0,576	0,863	0,895
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

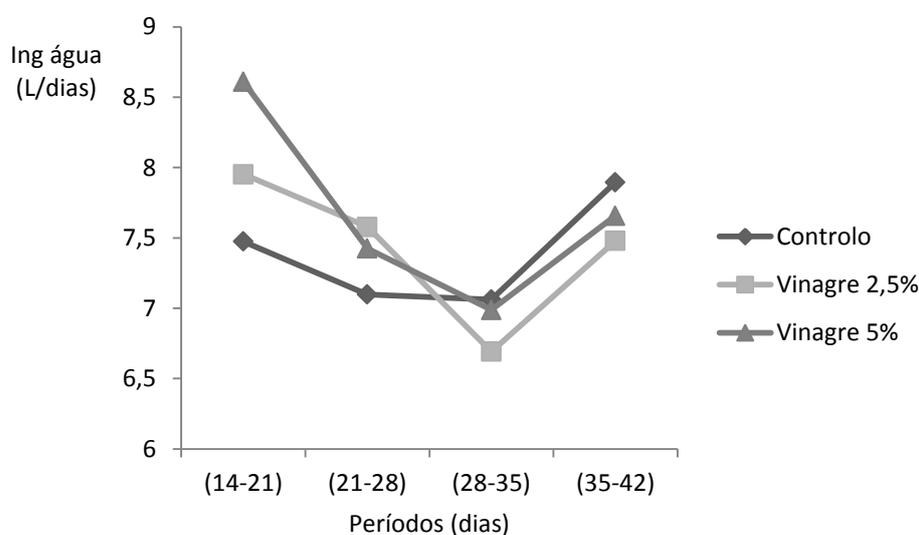


Figura 13: Ingestão (Ing) de água (L/dia)

#### 4.2.2.6- Índice de conversão da água

No Quadro 15 mostram-se os valores correspondentes ao índice de conversão da água. Não se observam diferenças significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamentos. O decréscimo numérico deste índice durante os três primeiros períodos em estudo reflecte, fundamentalmente, o decréscimo da ingestão de água nesta fase, paralelamente a um crescimento estabilizado. No último período, ocorreu um aumento do consumo de água, mas também aumentou o crescimento o que tende a estabilizar o rácio entre os dois valores, como de facto aconteceu.

**Quadro 15:** Índice de conversão da água (Ingestão de água (kg)/Aumento médio diário (kg))

Tratamento	Índice de conversão da água						
	(14-21)	(21-28)	(28-35)	(35-42)	(14-28)	(28-42)	(14-42)
Controlo	7,15	7,05	7,28	7,14	7,91	7,24	7,62
Vinagre 2,5%	8,92	8,25	7,24	6,81	7,33	6,84	7,31
Vinagre 5%	9,06	8,29	7,43	7,86	7,76	7,37	7,51
SE	1,161	1,253	0,904	1,103	0,712	0,622	0,626
Valor P	0,449	0,733	0,989	0,791	0,833	0,825	0,939
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

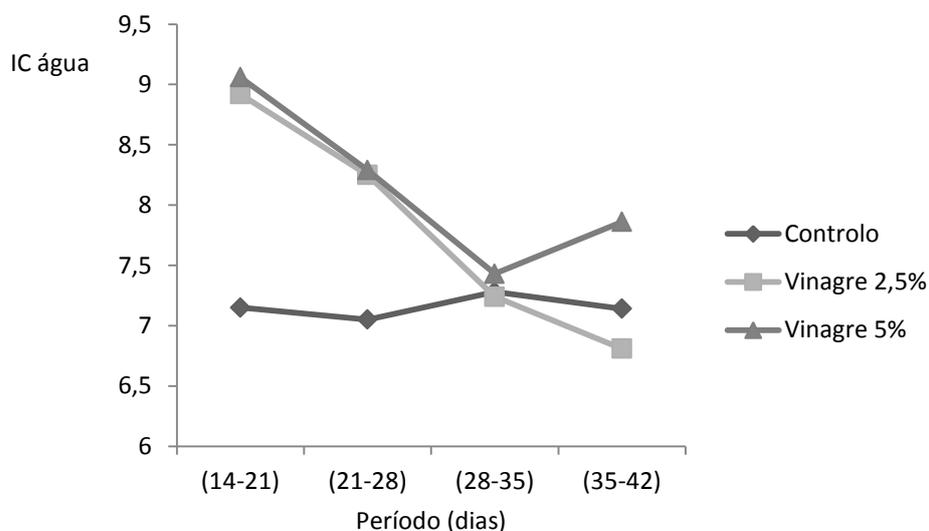


Figura 14: Índice de conversão (IC) da água (Ingestão de água (kg)/Aumento médio diário (kg))

#### 4.2.2.7- Rácio Ingestão de água: Ingestão de alimento

No quadro 16 e Figura 15 abaixo mostram-se os valores do rácio ingestão de água: ingestão de alimento, determinados em intervalos semanais. Não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos.

**Quadro 16:** Ingestão de água (kg): Ingestão de alimento (kg)

Tratamento	Ingestão de água/Ingestão de alimento						
	(14-21)	(21-28)	(28-35)	(35-42)	(14-28)	(28-42)	(14-42)
Controlo	2,500	2,324	2,312	2,288	2,406	2,298	2,349
Vinagre 2,5%	2,545	2,414	2,127	2,129	2,478	2,131	2,300
Vinagre 5%	2,676	2,285	2,192	2,167	2,479	2,177	2,326
SE	0,138	0,150	0,167	0,146	0,128	0,143	0,125
Valor P	0,654	0,825	0,733	0,728	0,899	0,702	0,962
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

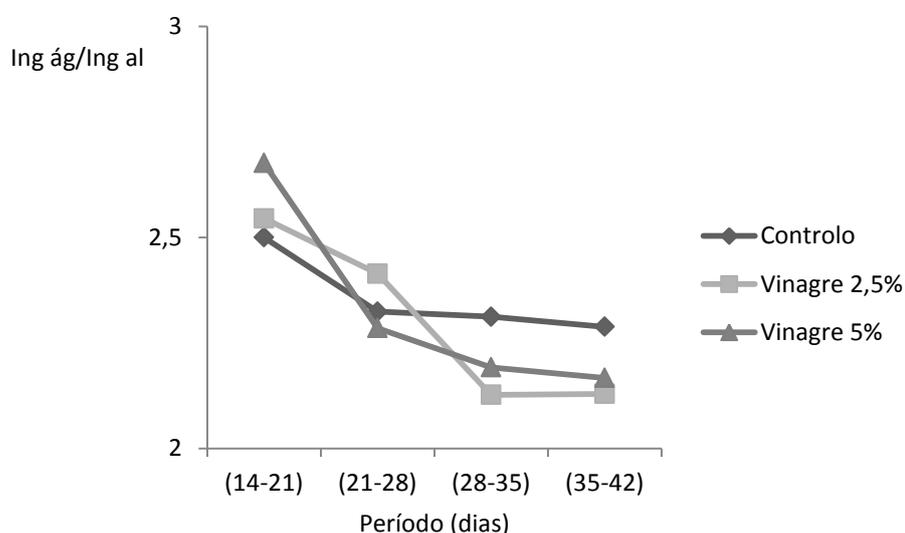


Figura 15: Ingestão de água (Ing ág, kg) : Ingestão de alimento (Ing al, kg)

#### 4.2.3. Conclusões

No contexto do ensaio com porcos em crescimento dos 50 aos 100kg de peso vivo, a inclusão de vinagre a 2,5% e a 5% na água de bebida, também não afectou os parâmetros zootécnicos referidos.

#### 4.3- Discussão

Alguns investigadores citados por (Tung & Pettigrew, 2008), obtiveram efeitos positivos com acidificantes alimentares para melhorar a taxa de crescimento e aumentar a eficiência (Manzanilla *et al.*, 2004, Tsiloyiannis *et al.*, 2001a & b, Boling *et*

*al.*, 2000, Eckel *et al.*, 1992, Giesting *et al.*, 1991, Burnell *et al.*, 1988). Também Heo *et al.*, (2012) e Mroz (2005) obtiveram efeitos positivos nas performances zootécnicas. Já (Eidelsburger *et al.*, 1992a, Radecki *et al.*, 1988), citados por (Tung & Pettigrew, 2008) não obtiveram respostas conclusivas ou então tiveram respostas negativas. Os acidificantes utilizados no nosso estudo não mostraram efeitos nos parâmetros atrás referidos tal como ocorreu com alguns dos autores enunciados. Os resultados inconsistentes e as respostas altamente variáveis podem ser devido a vários factores, como a fase de crescimento, a complexidade da dieta, do ácido, o seu nível de inclusão, a idade ao desmame e o estado de saúde do animal. O papel dos ácidos na melhoria do desempenho de crescimento carece ainda de mais estudos para averiguar o modo exacto de acção e o seu resultado (Tung & Pettigrew, 2008).

#### **4.4 - Perspectivas Futuras**

A inclusão destes produtos não afectou os animais positivamente mas também não teve efeitos negativos. Por esta razão, sugerimos a realização de estudos posteriores com o aumento do número de animais. Sugerimos ainda que sejam testadas novas concentrações dos produtos estudados, tal como feito por outros autores e um tratamento com adição simultânea de mel e vinagre o que pode manter a acção eventual do vinagre mitigando o seu impacto na ingestão. Também nos parece positivo o estudo de outros parâmetros zootécnicos como o desenvolvimento e morfologia do tracto gastrointestinal (vilosidades, criptas, AGV, flora microbiana) e alguns parâmetros, celulares e bioquímicos do sangue, indicadores da função hepática do animal.

## 5 - Bibliografia

- A., A. A., Romero, D. C., & Torre, H. d. (1993). Caracterización fisicoquímica de distintos tipos de vinagres, determinación del color.
- Allen, K., Molan, P., & Reid, G. (1991). A survey of the antibacterial activity of some New Zealand honeys.
- Al-Waili, N. S., Salom, K., & Al-Ghamdi, A. A. (2011). Honey for wound healing, Ulcers, and Burns; Data Supporting. Its use in clinical Practice. *TheScientificWorldJournal*, 11: 766 - 787.
- Angelo, P. M., & Jorge, N. (2007). Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 1-9.
- Bartolini, F., Sant`Anna, E. S., & Torres, R. C. (2001). Comportamento das fermentações alcoólicas e acéticas de sucos de kiwi (*actinidia deliciosa*); composição dos mostos e métodos de fermentação acética. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 236-243.
- Bartowsky, E. J., & Henschke, P. A. (2008). Acetic acid bacteria spoilage of bottled red wine - A review. *International Journal of Food Microbiology*, 125: 60–70.
- Blecha, F., Pollmann, D., & Nichols, D. (1985). Immunologic reactions of pigs regrouped at or near weaning.
- Brudzynski, K., Abubaker, K., St-Laurent, M., & Castle, A. (2011). Re-examinig the role of hydrogen peroxide in bacteriostatic and bacricidal activites of honey . *Front Microbiol*, 2.213.
- Bruininx, E. M., Binnendijk, G. P., van de Peet-Schwering, C. M., Schrama, J., Hartog, L., Everts, H., et al. (2002). Effects of creep feed consumption on individual feed intake characteristic and performance of group-housed weaning pigs. *J ANIM SCI*, 1413-1418.
- Bruininx, E. M., van der Peet-Schwering, C., Schrama, J., Vereijken, P., Vesseur, P., Everts, H., et al. (2001). Individually measured feed intake characteristics and growth performance of group-housed weaning pigs: effects of sex, initial body weight, and body weight distribution within groups. *Journal of Animal Science*, 301-308.
- Hadfield, LC, Beard, LP, Leonard-Green, LT (1989). Calcium content of soup stocks with added vinegar.
- Canibe, N., Pedersen, A. O., & Jensen, B. B. (2010). Impact of acetic acid concentration of fermented liquid feed on growth performance of piglets. *Livestock Science*, 133: 117-119.
- Carol S. Johnston, P. R., J., A., & Buller, M. R. (2005). Vinegar and Peanut Products as Complementary Foods to Reduce Postprandial Glycemia.
- Christison, G. (1996). Dim light does not reduce fighting or wounding of newly mixed pigs at weaning. *Department of Animal and Poultry Science, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada*, 141-143.
- Chun Yang Wen, a. ,, Nakashimaa, M., Nakayamaa, T., & Sekine, I. (2002). Mechanism of the antiulcerogenic effect of IL-11 on acetic acid-induced gastriculcer in rats.
- Cortopassi-Laurino, M., & Gelli, D. (1991). Analyse pollinique, propriétés physico-chimiques et action antibactérienne des miels d'abeilles africanisées *Apis mellifera* et de *Méliponinés* du Brésil. *Instituto Adolfo Lutz, Seção de Microbiologia Alimentar, 01255 São Paulo, Brasil*, Volume 22:61 - 73.

- Costa, C. M., Takahashi, J. S., & Villamonte, M. R. (2006). Produção de vinagre. *Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico- Departamento de Eng. química e Eng. de Alimentos*.
- Costa, L. B., & Miyada, V. S. (2011). Ácidos orgânicos na nutrição de suínos.
- Degáparý, C. H., & Waszynskyj, N. (2004). PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE COMPOSTOS FENÓLICOS. *Visão Acadêmica, Curitiba*, v. 5, n. 1, p. 33-40.
- Dijk, A. V. (2011). Strategies for maintaining intestinal health after weaning.
- Embrapa. (2003). Produção de Mel.
- Ferreira, R. A., & Sousa, R. V. (2011). O desenvolvimento do sistema imune de leitões e suas correlações com as práticas de manejo.
- FREIRE, J. P. (1998). Maneio alimentar dos leitões: adaptação digestiva ao regime de desmame. *1ªs Jornadas internacionais de suinicultura. - Vila Real : Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*, 111-120.
- Friend, T., Knabe, D., & Tanksley, T. (1983). Behavior and performance of pigs grouped by three different methods at weaning. *Journal of Animal Science* , Vol. 57.
- Gheldof, N., Wang, X., & Engeseth, N. (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21):5870-7.
- Hadfield, L. B.-G. (1989). Calcium content of soup stocks with added vinegar. *Journa of the American Dietetic Association*, 89(12):1810-1.
- Hill, G. M., Gromwell, G., Crenshaw, T., Dove, C., Ewan, R., Knabe, D., et al. (2000). Growth promotion effects and plasma changes from feeding high dietary concentrations of zinc and copper to weanling pigs (regional study). *J ANIM SCI*, 1010-1016.
- Just, S., & Nespolo, C. (2010). O mel e suas propriedades. *SB Rural*, Edição 47.
- Kähkönen, M. P., Vuorela, A. I., J., H., Rauha, J.-P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., et al. (1999). Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds.
- Kartal, S., Imamura, Y., Tsuchiya, F., & Ohsato, K. (2004). Preliminary evaluation of fungicidal and termiticidal activities of filtrates from biomass slurry fuel production.
- Knarreborg, A., Miquel, N., Granli, T., & Jensen, B. (2002). Establishment and application of an in vitro methodology to study the effects of organic acids on coliform and lactic acid bacteria in the proximal part of the gastrointestinal tract of piglets.
- Kondo, S., Tayama, K., Tsukamoto, Y., Ikeda, K., & Yamori, Y. (2001). Antihypertensive effects of acetic acids and vinegar on spontaneously hypertensive. *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 65: 2690- 2694.
- Kyriazakis, L., & Whittemore, C. T. (2006). *Wittemore`s Science and Praticce of Pig Production*. Trird Edition : Blakwell Publishing Ltd.
- Dybkjær, L.; Jacobsen, A.P.; Tøgersen, F.A.; Poulsen, H.D., (2006). Eating and drinking activity of newly weaned piglets: Effects of individual characteristic, social mixing and addition of extra zinc to the feed. *Journal of Animal Science* , 84: 702- 711.
- LLAGUNO, C., & POLO, M. (1991). El Vinagre de Vino. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid*.
- Madec, F., Bridoux, N., Bounaix, S., & Jestin, A. (1989). Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors.
- Mamede, M. E., & Pastore, G. M. (2004). COMPOSTOS FENÓLICOS DO VINHO: ESTRUTURA E AÇÃO ANTIOXIDANTE. *B.CEPPA, Curitiba*.

- Mamede, M. E., & Pastore, G. M. (2004). COMPOSTOS FENÓLICOS DO VINHO: ESTRUTURA E AÇÃO ANTIOXIDANTE. *B.CEPPA, Curitiba*, 22: 233-252.
- Marques, F. P., Sinosa, W., Fernandes, K. F., Castro, C. F., & Callari, M. (2010). Padrões de identidade e qualidade de fermentados acéticos comerciais de frutas e vegetais. *Ciencia Tecnologia de Alimentos*, 30: 119- 126.
- Martins, R., Lopes, V., Valentão, P., Carvalho, J., Isabel, P., Amaral, M., et al. (2008). Relevant principal component analysis applied to the characterisation of Portuguese heather honey. *Nat Prod Res*, 22(17): 1560-82.
- McCracken, B. A., Gaskins, H. R., Ruwe-Kaiser, P. J., Klasing, K. C., & Jewell, D. E. (1995). Diet-Dependent and Diet-Independent metabolic responses underlie growth stasis of pigs at weaning. *American Institute of Nutrition*.
- McCracken, B. A., Spurlock, M. E., Roos, M. A., Zuckermann, F. A., & Gaskins, R. (1999). Weaning anorexia may contribute to local inflammation in the piglet small intestine. *Journal of Nutrition*, 613–619.
- Meeusen, A., Horst, Y. V., & Chem, K. (2011). The use of sodium benzoate in piglet diets.
- Meio-Norte, E. (2003). Produção de Mel.
- Mekungwan, A., Yamauchi, K., & Sakaida, T. (2003). Intestinal villus histological alterations in piglets fed dietary charcoal powder including wood vinegar compound liquid.
- Mekungwan, A., Yamauchi, K., & Sakaida, T. (2003). Intestinal villus histological alterations in piglets fed dietary charcoal powder including wood vinegar compound liquid. *Anat. Histol. Embryol*, 33: 11- 16.
- Molan, P., & Russell, K. (1988). Non-peroxide antibacterial activity in some New Zealand honeys. .
- Montagne, L., Cavaney, F., Hampson, D., Lallès, J., & Pluske, J. (2004). Effect of diet composition on postweaning colibacillosis in piglets. *J ANIM SCI* , 2364-2374.
- Montagne, L., Cavaney, F., Hampson, D., Lallès, J., & Pluske, J. (2004). Effect of diet composition on postweaning colibacillosis in piglets. *Journal of Animal Science*, 2364-2374.
- Mores, N., Jurij, S., Costa, O. A., Júnior, W. B., Paiva, D. P., Lima, G. J., et al. (1998). Factores de risco associados aos problemas dos leitões no período pós-desmame. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de suínos e aves*.
- Mroz, Z. (2005). Organic Acids as Potential Alternatives to Antibiotic Growth Promoters for Pigs. *Advances in Pork Production, Volume 16*, 169.
- Mroz, Z., & Partanen, K. (1999). Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutrition Research reviews*, 117-145.
- Nakayama, F., Vinyarda, S., Chowb, P., Bajwab, D., Youngquist, J., Muehl, J., et al. (2001). Guayule as a wood preservative.
- Namkung, H., Li, M., Gong, J., Yu, H., Cottril, M., & Lange, C. F. (2004). Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs. *Journal of Animal Science*.
- Namkung, H., Li, M., Gong, J., Yu, H., Cottril, M., & Lange, C. F. (2004). Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs .
- Partanen, K. (2001). Organic acids – their efficacy and modes of action in pigs. *Gut Environment of Pigs. Nottingham University Press*, 201-218.

- Pereira, P. J. (2007). Propriedades anti bacterianas do mel. *Faculdade de Ciências de Nutrição e Alimentação- Universidade do Porto*.
- Peterson, D. M., Emmons, C. L., & Hibbs, A. H. (2001). Phenolic Antioxidants and Antioxidant Activity in Pearling Fractions of Oat Groats. *Journal of Cereal Science*.
- Peterson, D. M., Hahna, M. J., & Emmons, C. L. (2002). Oat avenanthramides exhibit antioxidant activities in vitro. *Food Chemistry*.
- Qiu, J., Ren, C., Fan, J., & Li, Z. (2010). Antioxidant activities of aged oat vinegar in vitro and in mouse serum and liver. *J. Sci. Food Agric*, 90: 1951- 1958.
- Rizzon, L. A. (1998). Características Analíticas de Vinagres Comerciais de Vinhos Brasileiros. *Braz. J. Food Technol., Campinas*, 1(1,2): 25-31.
- Rizzon, L. A. (2006). Sistemas de produção de vinagre. *Embrapa*.
- Santos, C. M. (2010). Efeito da utilização de óleos essenciais e ácidos orgânicos microencapsulados na alimentação do leitão. *Tese apresentada ao Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa*, 1-3.
- SCHEPARTZ, A., & SUBERS, M. (1966). Catalase in honey. *Journal of Apicultural Research*.
- Schöner, F. J. (2000). Nutritional effects of organic acids. *BASF Aktiengesellschaft, LNF/AT*.
- Schramm, D., Karim, M., Schrader, H., Holt, R. C., & Keen, C. (2003). Honey with high levels of antioxidants can provide protection to healthy human subjects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(6):1732-5.
- Serra, C. M. (s.d.). As propriedades antioxidantes do mel. *Centro de Estudos de Engenharia Química- Instituto Superior de Engenharia de Lisboa*.
- Silva, R. A., Maia, G. A., Sousa, P. H., & Costa, J. M. (2006). Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. *Alim. Nutr., Araraquara*, 17: 113-120.
- Soares, S. E. (2002). Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista de Nutrição*.
- Steinberg, D., Kaine, G., & Gedalia, I. (1996). Antibacterial effect of propolis and honey on oral bacteria. *Am J Dent*, 9(6): 236-9.
- Takemoto, S. Y. (2000). Avaliação do teor de acetoína em vinagres como forma de verificação de sua genuinidade. *Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Química*.
- Tesfaye, W., Morales, M. L., García-Parrilla, M. C., & Trancoso, A. M. (2002). Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. *Trends in Food Science & Technology*, 12–21.
- Tsiloyiannis VK, K. S. (2001). The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhoea.
- Tsujihataa, S., Entania, E., Asaia, M., Tsukamoto, Y., & Othta, M. (1998). Mathematica modeling to predict the bactericidal effect of processed vinegar on Escherichia coli O157:H7. *International Journal of Food Microbiology*.
- Vargas Vargas, J., Craig, J., & Hines, R. (1987). Effects of feeding systems on social and feeding behavior and performance of finishing pigs. *Journal Animal of Science*, 463-474.
- Vegas, C., Mateo, E., González, Á., Jara, C., Guillamón, J. M., Poblet, M., et al. (2010). Population dynamics of acetic acid bacteria during traditional wine vinegar production. *International Journal of Food Microbiology*, 130–136.
- Verzelloni, E., Tagliacucchi, D., & Conte, A. (2007). Relationship between the antioxidant properties and the phenolic and flavonoid content in traditional balsamic vinegar. *Food Chemistry*.

- Wahdan, H. (1998). Causes of the antimicrobial activity of honey.
- Wang, H., Wang, J., Wang, C., Zhang, W., Liu, J., & Dai. (2012). Effect of bamboo vinegar as an antibiotic alternative on growth performance and fecal bacterial communities of weaned piglets. *Livestock Science*, 144: 173–180.
- Wang, H., Wang, J., Wang, C., Zhang, W., Liu, J., & Dai. (2012). Effect of bamboo vinegar as an antibiotic alternative on growth performance and fecal bacterial communities of weaned piglets .
- Wang, Q., Chen, Y., Yoo, J., Kim, H., Cho, J., & Kim, I. (2007). Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*, 117: 270–274.
- Weston, R. J., Brocklebank, L. K., & Lu, Y. (2000). Identification and quantitative levels of antibacterial components of some New Zealand honeys. *Food Chemistry*, Volume 70, Issue 4: 427–435.
- White, J. (1975). Physical characteristics of honey. *National Honey Board Food Technology/Product Research Program*.
- White, J., & Subers, M. (1963). Studies on honey inhibine. 3. Effect of heat.
- WHITE, J., SUBERS, M., & SCHEPARTZ, A. (1963). The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system.
- Whittemore, C., & Green, D. (2001). *The Weaner pig: Nutrition and Management*. M.A Varley and J. Wiseman.
- Xu, Q., Tao, W., & Ao, Z. (2007). Antioxidant activity of vinegarmelanoidins.
- Yan, L., Kim, I., & Huh, K. (2012). Influence of bamboo vinegar supplementation on growth performance, apparent total tract digestibility, blood characteristics, meat quality, fecal noxious gas content, and fecal microbial concentration in finishing pigs. *Livestock Science*, 144: 240–246.
- Yang, T., Howard, B., & Macfarlane, W. (1981). Effects of food on drinking behaviour of growing pigs.
- Yoo, S. K., & Huttenlocher, A. (2009). Innate Immunity: Wounds Burst H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Signals to Leukocytes. *Department of Biochemistry and Molecular Genetics, University of Virginia Medical School, Charlottesville VA 22901, USA*.