

Adições de lúpulo tardias- Nada novo, mas um novo entendimento!



Florian Schüll
Adrian Forster
Andreas Gahr

Your German Hopportunity!

agraria 



A alma do lúpulo ...

...está contida nos seus metabolitos secundários, os 3 grupos de compostos:

Amargor:

α -ácidos, que isomerizam na fervura, tornando-se mais solúveis; β -ácidos praticamente insolúveis; Humulinonas solúveis; Huluponas solúveis; e muitos outros.

Aroma:

Mono- & Sesquiterpenas pouco solúveis; seus álcoois solúveis como Linalool e Geraniol; ésteres solúveis de ácido carbônico e outros.

Polifenóis:

Em especial polifenóis preciosos de baixo peso molecular como Flavanois, Flavonoidas, Multifidois, Xanthohumol e outros.

Na cerveja, estes compostos geram...

- ...no mínimo: amargor da cerveja
- ...de forma ideal: usando variedades de lúpulo específicas e combinando varias adições no processo pode-se conseguir um sabor único e inigualável da cerveja.

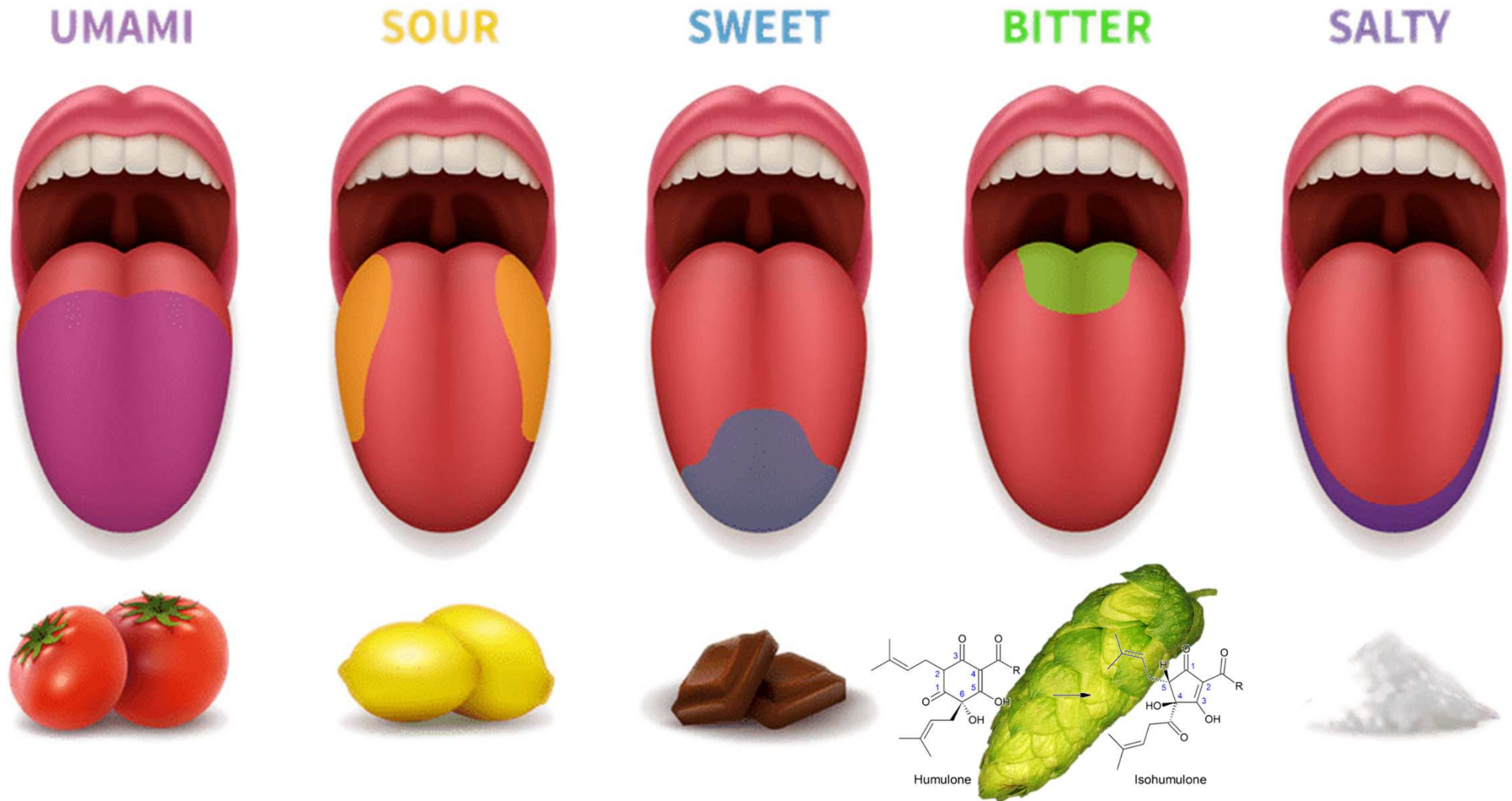
Entre estes dois extremos existem muitas possibilidades de utilizar lúpulo como “tempero da cerveja”

Não se conhece até o momento compostos do lúpulo que tenham impacto negativo á qualidade da cerveja, desconsiderando contaminantes ambientais como agrotóxicos, nitrato ou metais. Assim não há necessidade de eliminar compostos de lúpulo para melhorar a qualidade sensorial, da cerveja

Lúpulo na cerveja pode...

- gerar **amargor** através de **Ácidos Iso- α** (IA)
- definir a **qualidade do amargor** através de **compostos de amargor não-iso- α** .
- gerar um grande numero de **impressões de aroma** pelos **componentes aromáticos**.
- **gerar impressões de sabor** através de Substancias solúveis em agua como **polifenóis e glicosídeos**:
Corpo, sensação na boca, drinkability e harmonia.
- melhorar a **estabilidade da espuma**
- melhorar a **estabilidade do paladar**.

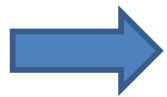
Compostos de amargor do lúpulo



Complexidade do amargor da cerveja

Principais grupos de compostos:

- α -ácidos > iso- α -ácidos
- **Auxiliary Bitter Compounds (ABC)** ou compostos secundários de amargor:
(Todos os compostos na cerveja que não sejam caracterizados como ácidos iso-Alpha)
 - Ácidos α não isomerizados
 - Derivados de **ácidos- α** , que existem no lúpulo (Humulinonas)
 - Derivados de **ácidos- α e iso- α** , criados durante a fervura
 - **Traços de ácidos- β**
 - **Derivados de ácidos- β** (Huluponas...)
 - Resinas moles não caracterizadas
 - **Substâncias de amargor polifenólicas**



Todos estes componentes ABC conferem um amargor suave e harmonico.

Como posso influenciar a quantidade dos ABC's?

Negativamente:

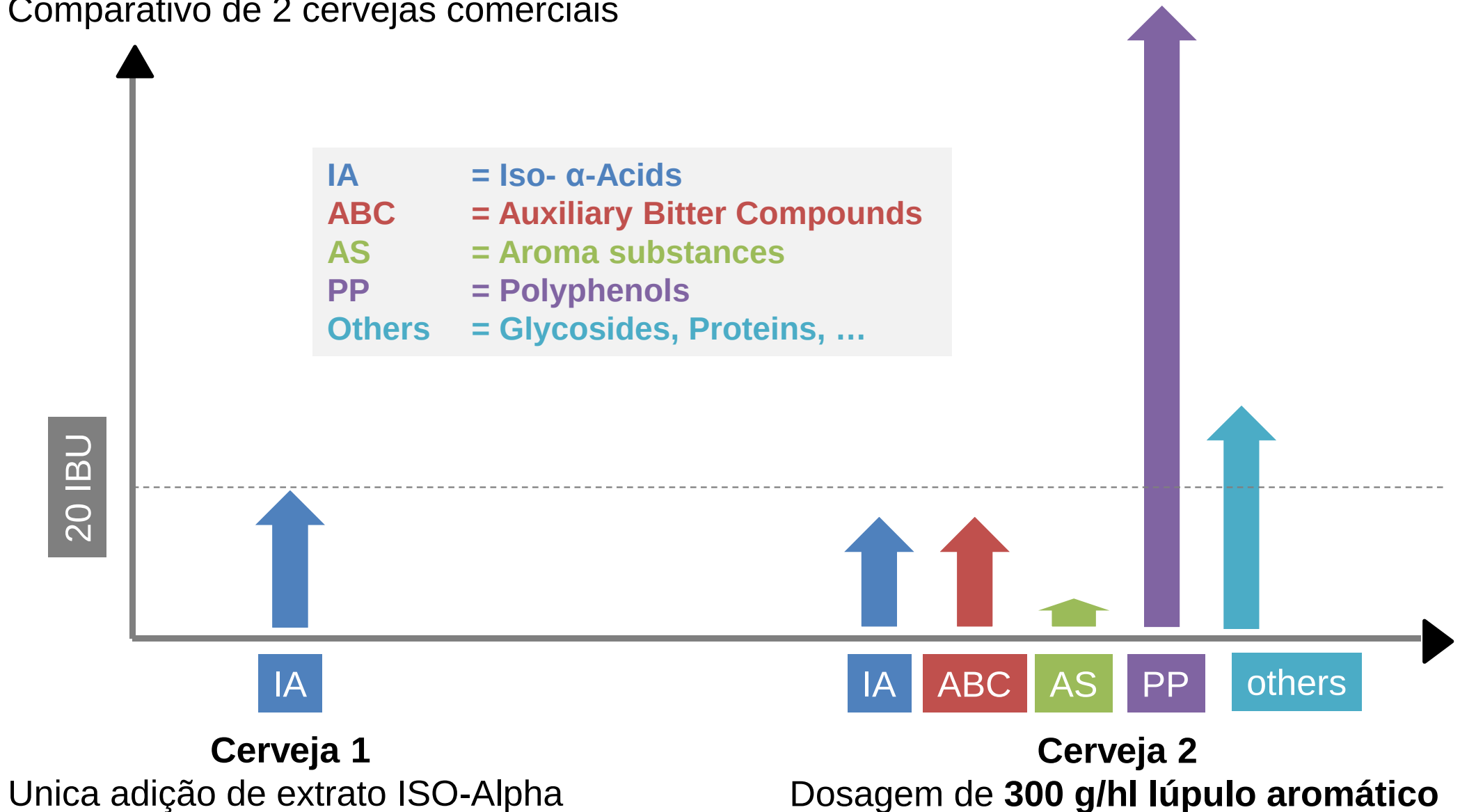
- Usando qualquer forma de produtos (pre-isomerizados) **Iso-Alpha**
- Dosar **unicamente** lúpulo com alto teor de **Alpha** (relação Beta:Alpha $\sim 0,4$)

Positivamente:

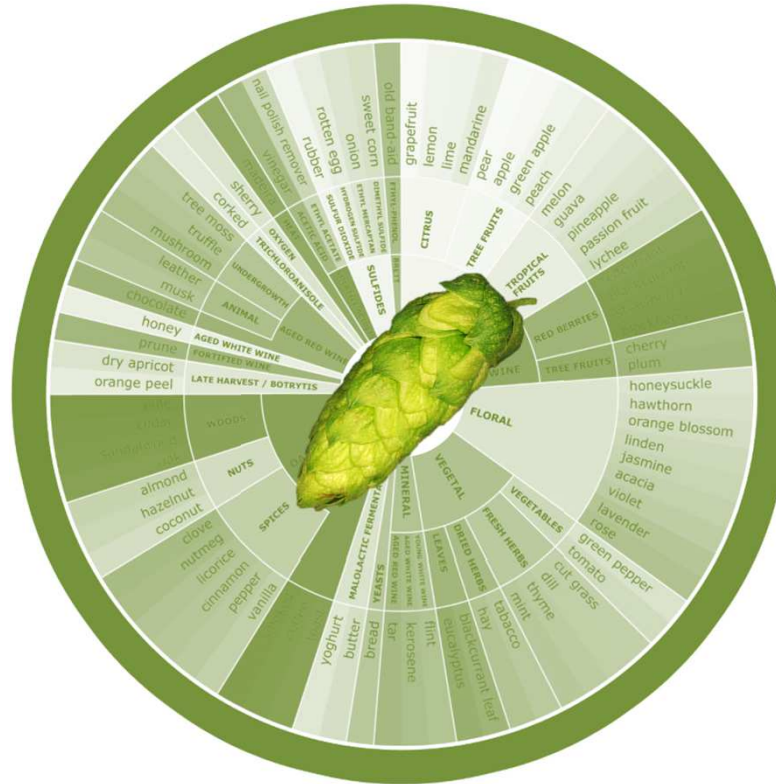
- **Usar lúpulo aromático** (Beta:Alpha $> 0,7$)
 - Variedades tradicionais (Beta:Alpha = 1.3 - 2.4)
 - Saphir (Beta:Alpha = 1.9)
 - Outros (Beta:Alpha = 0,8 - 1,0)
- **Varias dosagens** de lúpulo aromático ao longo da brassagem

Compostos de amargor e dosagens complexas

Comparativo de 2 cervejas comerciais



Compostos aromáticos do lúpulo



Óleo de lúpulo é definido como a soma de todos os aromas do lupulo

Atualmente: identificados mais que 400 compostos aromáticos do lúpulo

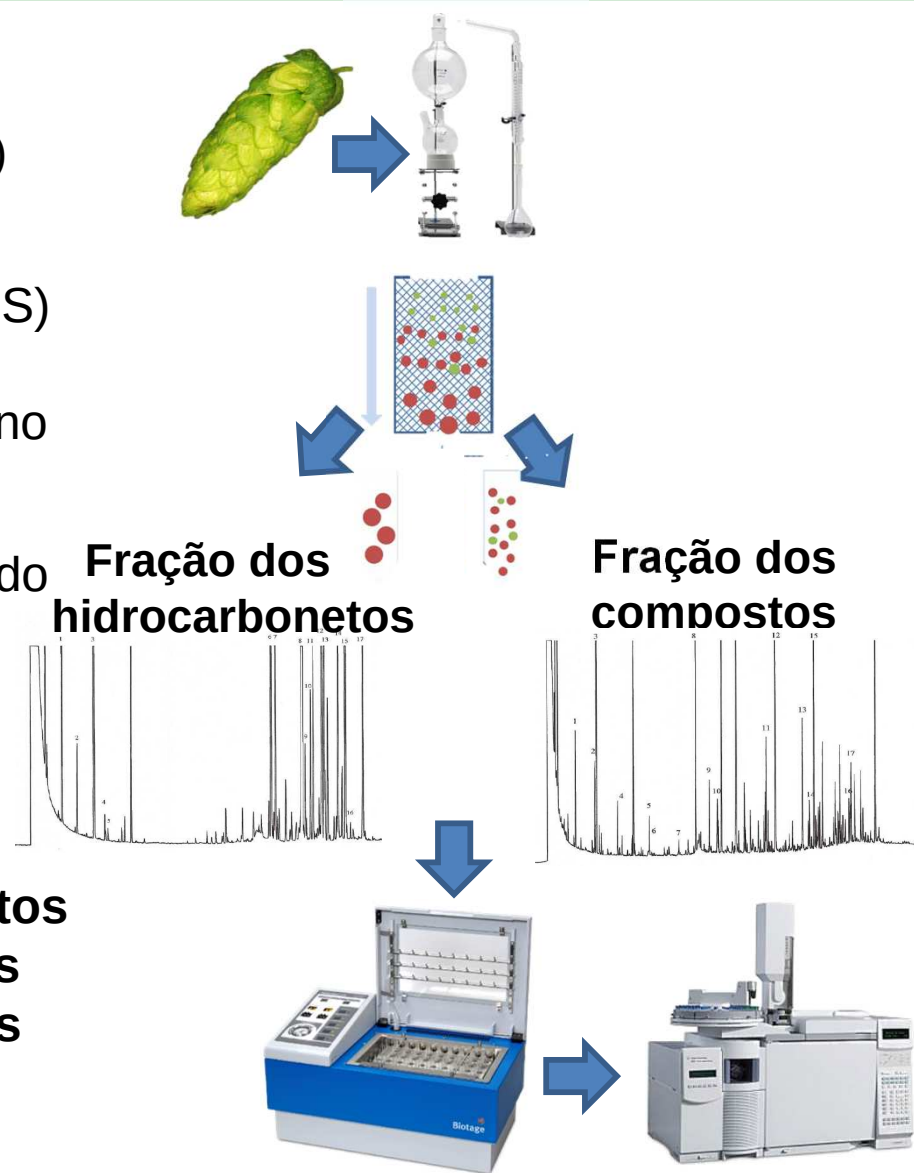
Em comparação á Baunilha ou frutas por exemplo, onde um ou poucos componentes químicos definem o aroma, o aroma do lúpulo é muito complexo.

O que é o óleo de lúpulo?

- **Óleo de lúpulo é a soma de todos os compostos que volatizam no vapor.**
- São isolados no laboratório através de destilação á vapor (destilação á vapor ou destilação por arraste)
- Dependendo de **variedade, safra, região, maturidade** e processamento temos óleos de lúpulo na faixa de **0,2 á 4,0 ml por 100g de lúpulo seco.**
- Dependendo da **volatilidade** de uma substancia perdemos **20 á 60% do teor inicial no lúpulo verde durante a secagem do lúpulo** (que é conduzida ate 10%), ou seja, as vezes perdemos a metade do composto na secagem.
- Infelizmente precisamos secar:
Lúpulo verde estraga em poucas horas.
- 1 ml de óleo de lúpulo é equivale aproximadamente á 0,85 g (dependendo da composição)

Análise dos componentes aromáticos do lúpulo na empresa Nateco₂

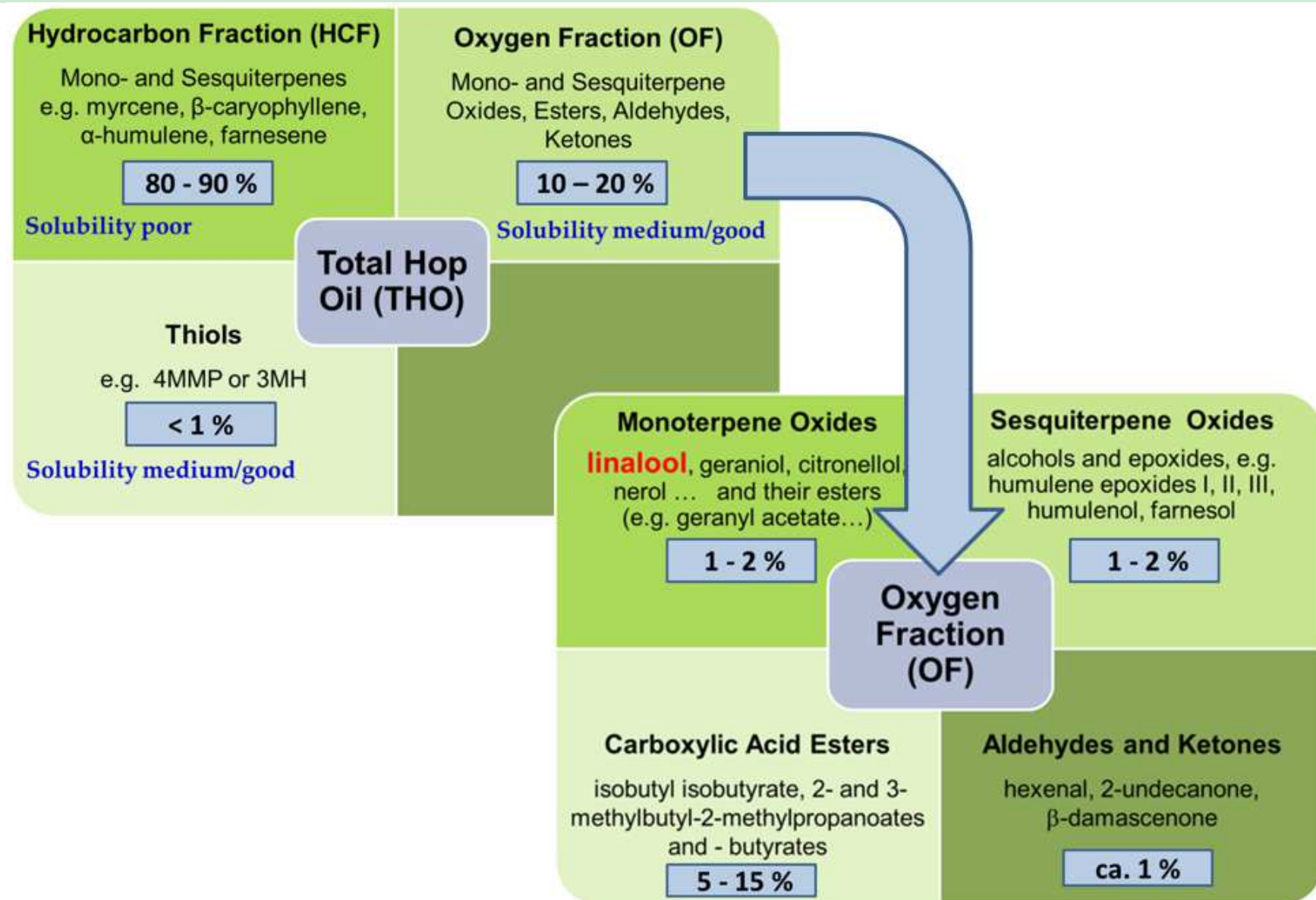
- Extração dos aromas de lúpulo através uma destilação de arraste suave (destilador tipo Büchi) de lúpulo inteiro, pellets ou extrato.
- Através de cromatografia em coluna de sílica (CCS) separa-se as frações de hidrocarbonetos dos compostos oxigenados para diminuir co-eluições no cromatograma gasoso.
- Após estreitamento suave das duas frações usando um evaporizador Zymark separa-se os aromas através de cromatografia gasosa (CG) e determina-se os tipos através de um detector por ionização de chama (FID).
- Assim identifica-se e quantifica-se os compostos principais, sendo 22 substâncias na fração dos hidrocarbonetos e 43 na fração dos compostos oxigenados.



Componentes principais do aroma de lúpulo

Componentes do aroma de lúpulo	10	Monoterpeno	Com Mirceno sendo o componente principal, além de α - e β - Pineno , Limoneno , α - e β - Ocimeno , α - Cubebeno
	12	Sesquiterpeno	Componentes principais β - Caryophylleno , Farneseno , α - Humuleno , α - e β - Selineno , α -, γ - e δ - Cadineno , Germacreno
	10	Esteres de acido carbonico	como butirato de iso butila, propanoato metilico de isoamila-2- e 3
	6	Acidos decenicos ou esterres de acidos dodecenicos	como Methyl-4,7- e -4,8-Decadienoato
	9	Cetonas	como 2-Undecanono , 2-Dodecanono , 2-Pentadecanono
	2	Aldeidos	
	4	Álcoois monoterpênicos	Linalool , α - Terpineol , Geraniol , Nerol , β - Citronellol
	2	Esteres de álcoois monoterpênicos	Acetato de Geranyla , Geraniato de Methilethila
	6	Álcoois sesquiterpênicos	β - Eudesmol , Humulen-2-ol , Farnesol
	4	Epoxidos sesquiterpênicos	Oxido Caryophyllenico e Humulenico I a III

Composição do óleo de lupulo [% rel. do óleo total]



Definição do termo “Potential de Aroma”

Comparamos duas substancias de aroma do lúpulo:

Mirceno e o componente principal de praticamente todas as variedades, enquanto a concentração de **Linalool** costuma **1/100 daquela de mirceno**.

Mesmo assim, Linalool é um componente mais importante para o aroma de lúpulo na cerveja.

		Mirceno	Linalool
Concentração no lupulo	mg/100g	1.000	10
Taxa de transferencia do lupulo para cerveja	% rel.	<1	> 30
Concentração na cerveja	µg/l	<100	30
Limite sensorial na cerveja	µg/l	>120	10-15
Tem potencial aromático		não	sim

Potential de aroma dos compostos aromaticos do lupulo

Para estimar o potential de aroma de certos compostos precisamos 2 informações:

- 1) Limite sensorial (**Dificuldade: efeitos sinergicos**)
- 2) Taxas de transferencia de substancias aromáticas

Ex. de taxas de transferencia de substancias aromaticas dosando baseado em oleo de:
Huell Melon: **2,4 ml óleo/hl tardia** & **1,2 ml óleo/hl dryhop**

	TR % rel.	TR % rel.	TR % rel.
	tardia	somente dry	total
Terpenos			
Mirceno	1,1	0,8	1
α -Humuleno	2,1	-	2
Álcoois terpênicos			
Linalool	63	82,4	70
α -Eudesmole	8,5	30	16
Ésteres			
Butirato de iso butila	40,2	83,5	55
3-methylbutyl 2-methylpropanoate	19,2	44,8	28
2-methylbutyl 2-methylpropanoate	25,5	78,9	43

Potential de aroma das variedades Perle e Saphir

- Dosagem tardia de 100g/hl no final da fervura.
- Para taxa de isomerização dos ácidos- α suponha-se 10%.
- O aproveitamento (= taxa de transferência) do Linalool é pelo menos 30 %.

		Perle	Saphir
α-concentração no lúpulo	Peso %	7.4	4.1
Concentração de óleo	ml/100g	1.3	1.1
Concentração de linalool no lupulo	mg/100g	4	10
Dosagem de linalool no mosto	$\mu\text{g/l}$	40	100
Limite sensorial na cerveja	$\mu\text{g/l}$	10-15	
Linalool na cerveja	$\mu\text{g/l}$	12	30



Perle tem um potencial de Aroma inferior ao Saphir, apesar de ter mais óleo e ácido- α

Resumo das propriedades do óleo de lúpulo

Apesar dos **Mono- e Sesquiterpenos** compondo **80 - 90% do óleo total**, eles contribuem pouco por serem **muito voláteis** e por ter **baixa solubilidade em mosto e ainda menor em cerveja**. O limite de detecção sensorial $> 100 \mu\text{g} / \text{l}$ significa que seus **efeitos sensoriais**, mesmo com altas dosagens no Whirlpool, costumam ser „**nulos**“.

Substancias contendo **oxigênio** são voláteis, mas também **solúveis** e como tem limite de detecção sensorial baixo, podem ser considerados **sensorialmente „eficazes“** em mosto e cerveja.

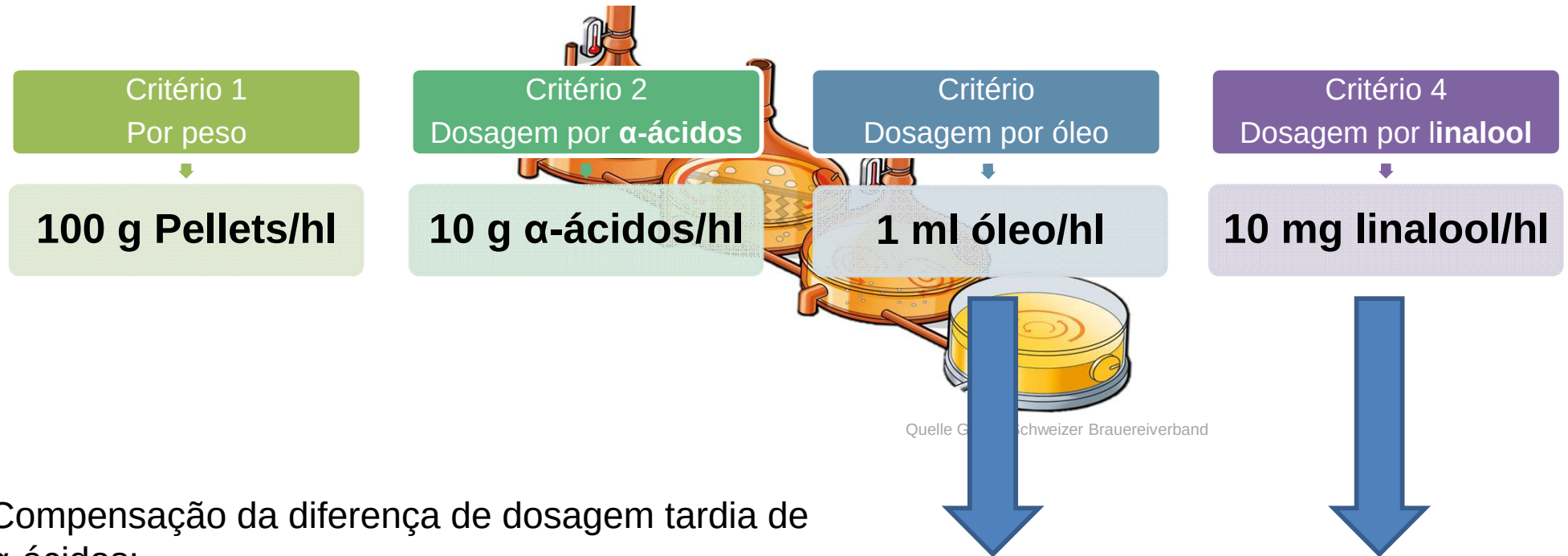
Substancias contendo **enxofre (tióis)** também são **sensorialmente relevante**, mas são difíceis de quantificar analiticamente.



A análise volumétrica do teor total de óleo de lúpulo (ml óleo / 100 g lúpulo ou pellets) só serve como ajuda para ter ideia do que se pode esperar de aroma de lúpulo na cerveja.

Resumo serie de testes de criterios de dosagem

Adição tardia



Compensação da diferença de dosagem tardia de α -ácidos:

Dosagem por **óleo** ou **linalool**, quando feita com lúpulos **de baixo teor de α** mas **alto potencial de aroma**, significa **menores adições em peso na lupulagem tardia**. Isto tem pouco impacto no amargor, porque a isomerização da adição tardia é muito baixa. Aproveitando a economia que terá na adição tardia logo no início ou meio da fervura, é possível compensar o baixo teor de **α -ácidos dos lúpulos de aroma**.

Resumo: Componentes aromáticos do lupulo na Cerveja

Substancias de aroma e sua composição no lúpulo não são identicos com que encontramos na cerveja



Dos
**>400 componentes
aromáticos**
do lúpulo

Evaporam ou são
absorvidos
> 300
Durante a brassagem

**Na cerveja
encontramos:**
Substancias de aroma
**identicos, mas tambem
quimicamente
modificados (levedura)**

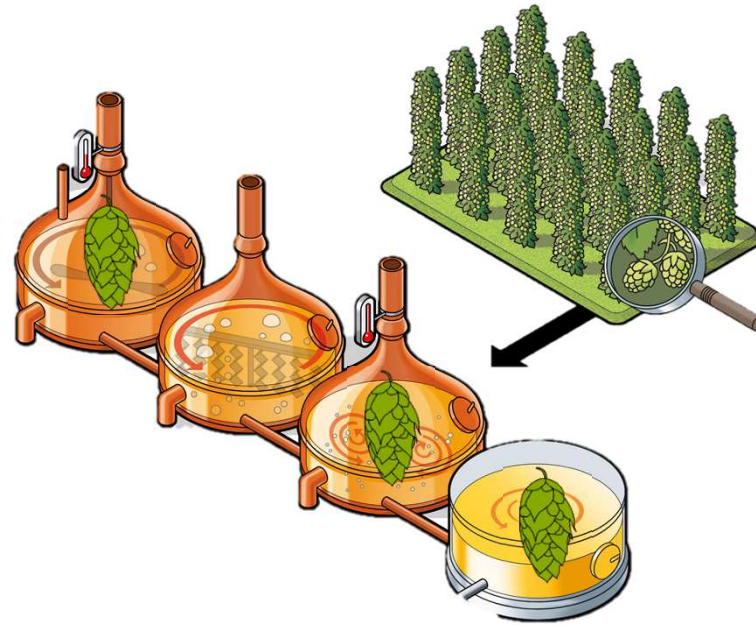
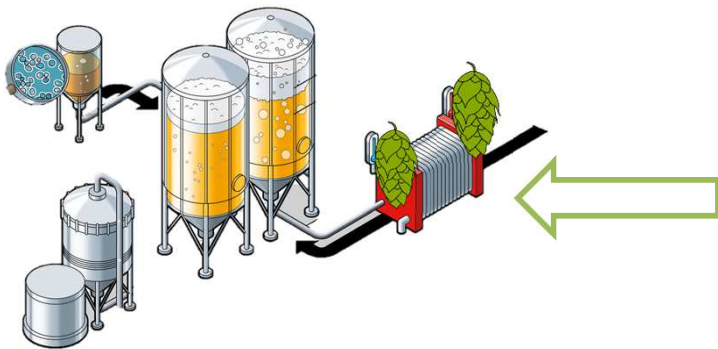
Fatores que impactam o aroma de lúpulo na cerveja

Dosagem na brassagem

- Momento
- Temperatura
- Tecnologia da cozinha (Tina de fervura á vácuo, fervedor interno/externo)

Palavras chave:

Volatilização/solubilização de compostos aromáticos



Quelle Grafik: Schweizer Brauereiverband

Aroma de lúpulo:

- Variedade
- Safra
- Ponto de colheita

Fermentação / Maturação / Filtração

- Dry Hopping: método; temperatura; tempo; momento da dosagem (ferm. primaria, maturação, lagering)
- Tecnologia de filtragem (centrifuga; membrana; terra diatomácea)
- Levedura: Transformação e adsorção de compostos aromáticos

Fatores que impactam o aroma de lúpulo na brassagem

Momento da dosagem

1

Na mostura?

Lúpulo não é fervido:

- Não há isomerização dos ácidos-
alpha
- Perde de aroma na fervura que
segue.

**Palavras chave: Polifenóis;
compostos secundários de
amargor (ABC)**

2

Lupulagem no primeiro mosto?

- Ao contrario da lupulagem na mostura, o lúpulo será
fervido e contribui para o amargor oriundo dos ácidos iso-
alpha.
- Porem, há perda da maior parte dos óleos.

**Palavras chave: Polifenóis, comp. sec. de amargor
(ABS), isomerização dos compostos de amargor,
aroma de lupulagem de fervura**

1

3

Adição de amargor

- Meta: Isomerização dos ácidos alpha
- Perda da maior parte dos óleos.

**Palavras chave: Polifenóis, comp. sec. de
amargor (ABS), isomerização dos compostos
de amargor, aroma de lupulagem de fervura**

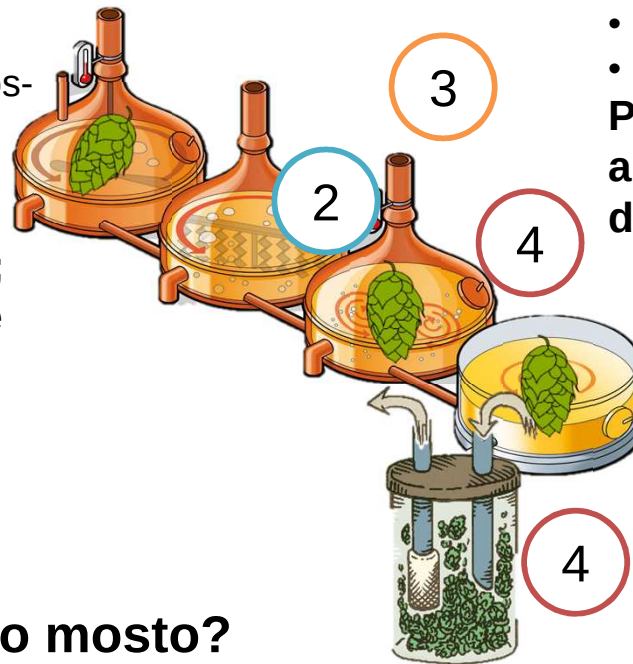
4

Adição tardia!!

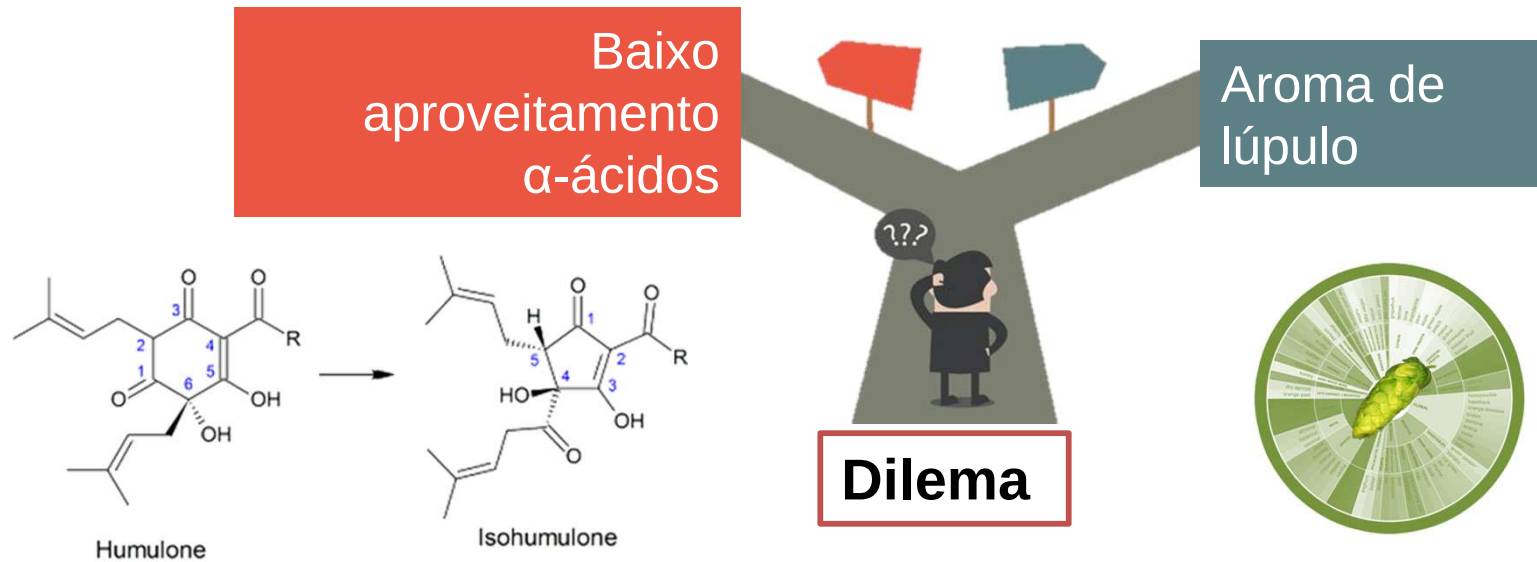
- A partir de 20' antes do fim da fervura tudo é
possível. Desde adição no whirlpool ate
aplicação no Hopback.
- **Regra simples:**
Quanto mais tarde no processo, quanto mais
baixa a temperatura (limite 85°C) e quanto
maior a dosagem, mais intenso fica o aroma.

Palavras chave:

**Polifenóis; comp. sec. de amargor (ABS);
baixa isomerização dos ácidos alpha,
preservação de parte dos compostos
aromáticos voláteis**



Aproveitamento de α -ácidos e Linalool dependendo do momento da dosagem no mosto em % rel.



	α – ácidos	Linalool
Início da fervura	30 ate 50	abaixo 3
Meio	10 ate 20	1 ate 5
Final	5 ate 10	10 ate 30
Whirlpool	3 ate 8	20 ate 60

Motivo de dosagem tardia de lúpulo aromático no mosto

- Criar um **aroma nítido de lúpulo** na cerveja
- Solução de **polifenóis de baixo peso molecular** para melhoramento do corpo da cerveja e da sua **estabilidade sensorial**.
- Solução de **compostos secundários de amargor** (ABC) que transmitem um **amargor agradável**.



Variáveis de uma adição aromática tardia

- **Diferentes lotes de uma variedade dentro de uma safra:**
O tamanho de variação dos compostos relevantes, por ex. a relação óleo:alpha varia dentro de uma faixa estreita:
A dosagem pode ser feita baseada em **quantidade (ruim)** ou **alpha (melhor)**.
- **Safras diferentes de uma variedade: A relação óleo:alpha** varia de acordo com o clima, como mostrado na variedade Saphir dentro dos últimos 10anos.

Substancia		minimo	Ø	maximo	max:min
α-ácidos	Peso.-%	2.5	3.8	5.3	2.1
Óleo	ml/100g	0.8	1.1	1.4	1.8
Linalool	mg/100g	7	10	12	1.7

Dosar baseado em **peso (péssimo)**, **α-ácidos (ruim)**, ou **óleo (melhor)**.

- **Diferentes variedades:**
A relação de óleo/α ou Linalool:α varia bastante; Mesmo o critério “óleo” não satisfaz.
Unicamente a dosagem baseado em Linalool é de serventia.

Como gerar o mesmo aroma de lúpulo na minha cerveja á cada produção?

Se todos os **variáveis são constantes** (momento da dosagem, tempo de fervura, temperatura, pH, extrato inicial (OG)....)

⇒ fora das diferencias de safra, decide somente a quantidade sobre o **perfil e a intensidade aromática:**

A dosagem pode ser baseada em:

- **Quantidade de lúpulo** em g/hl ou g/l
- **α -ácidos** em g/hl ou mg/l
- **Óleo de lúpulo*** em ml/hl
- **Linalool**** em mg/hl ou μ g/l

*Análise com repetibilidade problemática e grande variação entre laboratórios, precisão +/- 10 % rel

** Necessita de análise de cromatografia gasosa

Comparando os 4 critérios de dosagem baseado em 3 variedades

* Media de vários anos extraída do livro “Hopfenbuch”; ** Media dos 3 anos desde o início do seu cultivo.

Análise do lupulo		Perle* 	Saphir* 	Callista** 
alpha-ácidos	Peso %	7.4	4.1	2.5
Óleo	ml/100g	1.3	1.1	1.1
Linalool	mg/100g	4	11	11

Dosagem ao final da fervura



Quelle Grafik: Schweizer Brauereiverband

Comparando os 4 critérios de dosagem baseado em 3 variedades

Critério 1
Por peso

100 g Pellets/hl

Critério 2
Dosagem por α -ácidos

10 g α -ácidos/hl

Critério 3
Dosagem por óleo

1 ml óleo/hl

Variante 4
Dosagem por Linalool

10 mg Linalool/hl

Quantidade resultante no mosto

		Perle	Saphir	Callista
α -ácidos	g/hl	7.4	4.1	2.5
Óleo	ml/hl	1.3	1.1	1.1
Linalool	mg/hl	4.0	11.0	11.0

A simples dosagem de 100 g Pellets/hl causa uma variação grande de Perle comparado diretamente com Saphir e Callista

Comparando os 4 critérios de dosagem baseado em 3 variedades

Critério 1
Por peso



100 g Pellets/hl

Critério 2
Dosagem por α -ácidos



10 g α -ácidos/hl

Critério 3
Dosagem por óleo



1 ml óleo/hl

Critério 4
Dosagem por Linalool



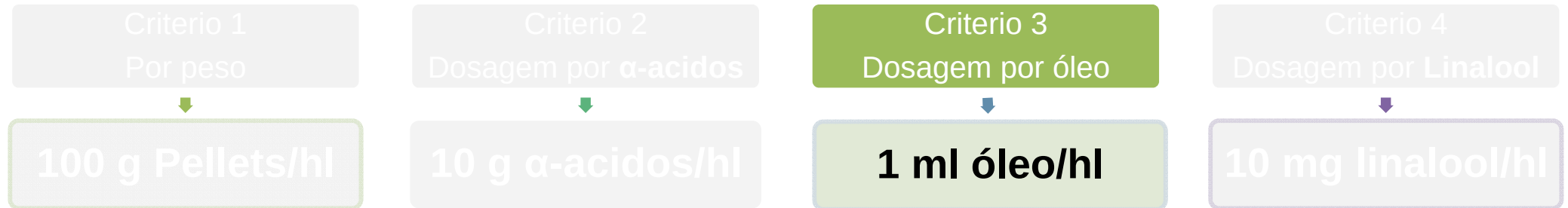
10 mg linalool/hl

Quantidade resultante no mosto

		Perle	Saphir	Callista
Pellets	g/hl	135	244	400
Óleo de lupulo	ml/hl	1.76	2.44	4.40
Linalool	mg/hl	5.4	24	44

A dosagem de 10g α ácidos/hl costuma gerar grandes variações de teor de óleo e linalool

Comparando os 4 critérios de dosagem baseado em 3 variedades



Quantidade resultante no mosto

		Perle	Saphir	Callista
Pellets	g/hl	77.0	91	91
α -ácidos	g/hl	6.0	3.7	2.3
Linalool	mg/hl	3.1	10	10

A dosagem de 1 ml óleo / hl é adequada para comparar Saphir e Callista, mas não para Perle.

Comparando os 4 critérios de dosagem baseado em 3 variedades



Quantidade resultante no mosto

		Perle	Saphir	Callista
Pellets	g/hl	250	91	91
α -acidos	g/hl	18.5	3.7	2.3
Oleo de lupulo	ml/hl	3.25	1.00	1.00

**A dosagem de 10 mg Linalool / hl
causa discrepância de peso, α e óleo, se aplicado no Perle**

Resumo dosagem (1)

- Dosagem tardia de lúpulo não isomeriza os ácidos alpha, mas solubiliza compostos secundários de amargos (ABC), polifenóis de baixo peso molecular e especialmente compostos aromáticos.
- Comparando safras e variedades, não adianta dosar por peso e ácido alpha.
- O cervejeiro só consegue criar uma intensidade de aroma de lúpulo aproximadamente comparável, se ele conhece o potencial aromático dos lúpulos.

Resumo dosagem (2)

- O critério “teor total de óleo do lúpulo” como é usado atualmente não satisfaz completamente, porque há um erro significativo de comparabilidade e repetibilidade.
- Mais exato, porem mais complicado e caro já que precisa fazer uma análise de cromatografia gasosa, parece ser a dosagem baseada no teor de **linalool**.
- No momento testamos se o critério “fração de compostos oxigenados” seria apropriado. Esta fração é a soma de todos os compostos aromáticos que contem oxigênio na sua estrutura molecular. Estes compostos são relativamente solúveis em mosto e cerveja e seus limites de detecção sensorial são baixos. Para determinar esta fração do lúpulo precisa também de analisa via cromatografia gasosa.

Experiencias na pratica I: Lupulagem tardia (Substituição)

Desejo da cervejaria:

Substituir Hersbrucker usado em dosagem tardia

- **Dosagem dos pellets** de acordo com o **teor total de óleo de lúpulo (ml/100g de lúpulo) dividido** em duas adições de **1,2 ml/hl** cada, no final de **fervura** e no **whirlpool**.
- Calculamos com uma isomerização de 5% da adição no final da fervura e de 3% da adição no whirlpool.
- Queremos 25 IBU. Assim precisa de uma dosagem de Polaris no início da fervura para somar aos IBU's resultantes da quantidade de lupulo tardio dosado de acordo com o criterio "óleo total"
- Como possiveis candidatos selecionamos **Tradition, Spalter, Hallertauer mfr., Saphir. Melon, Callista e Diamant.**

Analysen der Pellets

	Utilização na ferv.	α (ASBC) %	$\beta:\alpha$ (ASBC!)	HSI	Óleo ml/100g
Hersbrucker	Final	1,9	2,4	0,29	0,75
Saphir	Final	3,0	1,7	0,35	1,35
Tradition	Meio/Final	5,2	0,8	0,29	0,65
Hallertauer mfr.	Final	3,1	1,4	0,32	0,90
Spalter	Final	4,8	1,6	0,30	1,15
Callista	Final	2,7	2,9	0,30	1,10
Diamant	Final	4,5	1,0	0,35	1,00

Dosagem no final da fervura/whirlpool

- A dosagem de **Polaris** no início da fervura flutua entre **33,6 g/hl** e **44,5 g/hl**, dependendo dos **IBU's** resultantes das dosagens tardias de **lúpulo aromático**
- Na tabela listamos os **quantidades totais**; 50% de cada no **final da fervura** e no **whirlpool**.
- **Dosagem** baseada no **critério óleo**, sendo **1,2 ml/hl** da **adição no final**, **1,2ml** do **WP**.

	g/hl
Hersbrucker	320
Saphir	178
Tradition	369
Melon	209
Hallertauer mfr.	267
Spalter	209
Callista	218
Diamant	240

Analise das cervejas – Final da fervura/whirlpool

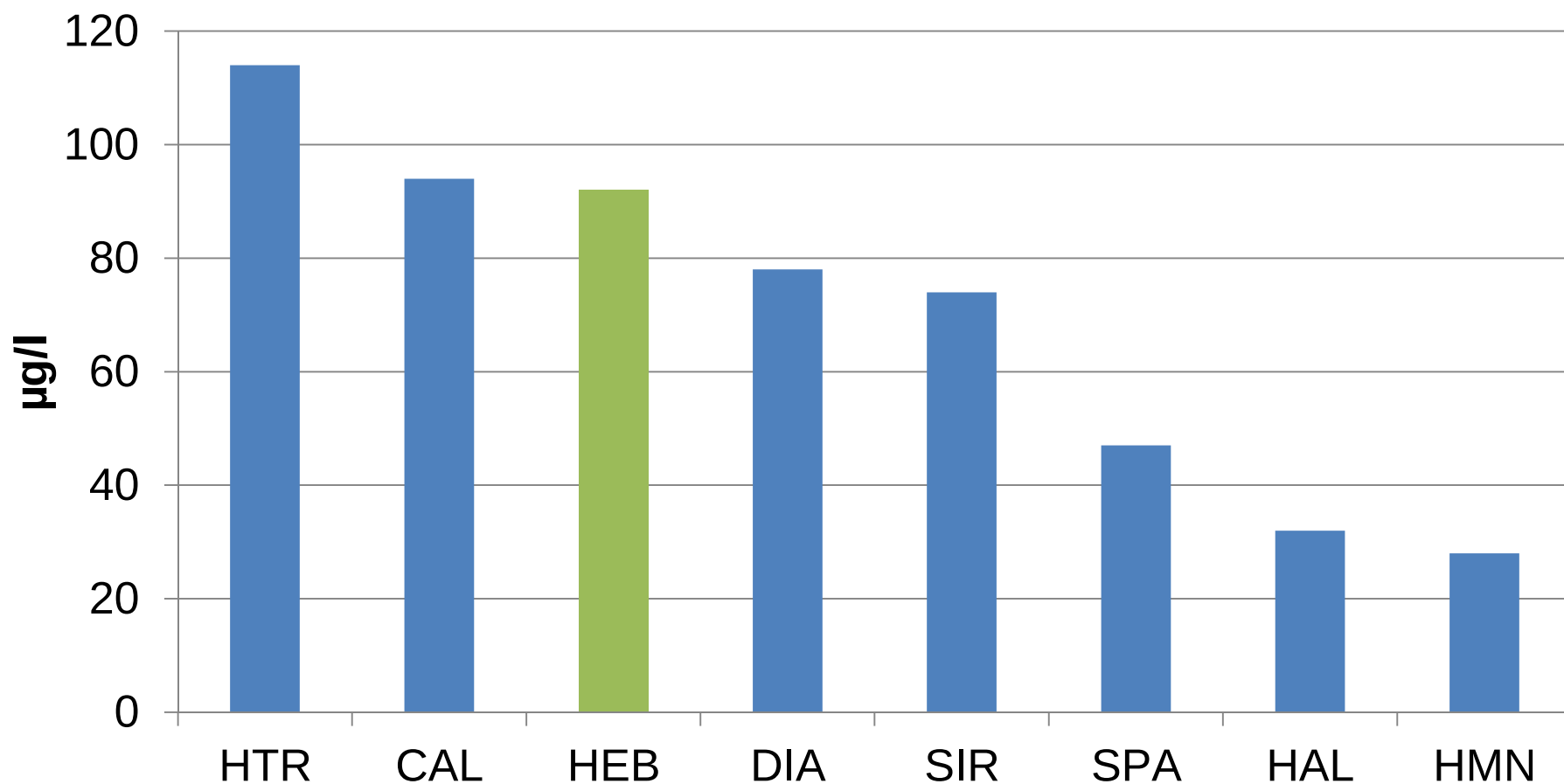
		Hersbrucker	Saphir	Tradition	Melon	Hallertauer	Diamant (89/2/25)	Spalter	Callista
Extrato original	%	12,6	13,0	12,9	12,6	12,6	12,6	12,8	12,8
pH		4,54	4,63	4,59	4,58	4,57	4,46	4,55	4,56
Amargor	IBU	24	21	23	24	23	21	23	22
Isohumulonas	mg/l	22,0	19,5	17,9	19,7	18,4	18,0	19,5	20,1
Humulonas	mg/l	2,3	2,9	4,7	4,2	3,2	2,0	3,5	3,0
Humulinonas	mg/l	2,5	1,6	2,8	3,0	3,6	3,3	2,8	2,1
Huluponas	mg/l	0,3	0,1	0,2	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4
XN + Iso-X	mg/l	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	1,0
Polifenois	mg/l	241	233	254	204	212	211	223	219
Linalool	µg/l	90	90	164	23	32	99	52	173

Comentarios sobre lúpulagem no final da fervura/whirlpool

- Os teores **diferentes** de compostos amargos **não importam**.
- Os valores de polifenóis **flutuam** entre 204 mg/l (Melon) e 254 mg/l (Tradition) e seguem a quantidade em peso.
- As **diferencias** dos valores de **Linalool** são **altos**; **Variam** desde
 - o limite sensorial (Melon e Hallertauer)
 - á 53 µg/l no caso do Spalter
 - ao redor de 100 µg/l no caso de Hersbrucker, Saphir e Diamant
 - chegando á +-170 µg/l no Tradition e Callista.

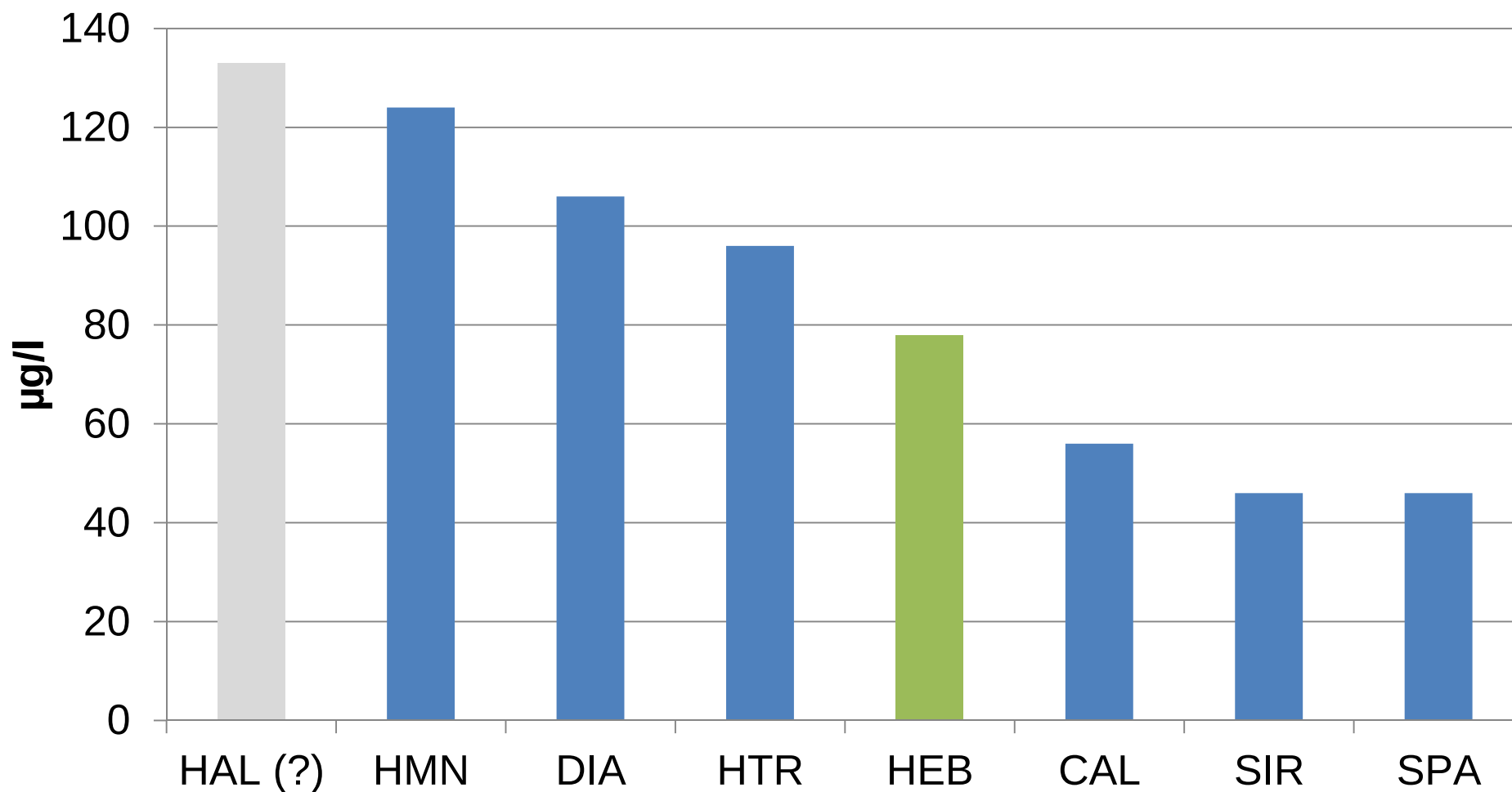
Análise das cervejas – Final da fervura/whirlpool

Soma dos álcoois monoterpênicos e seus ésteres (principalmente Linalool)



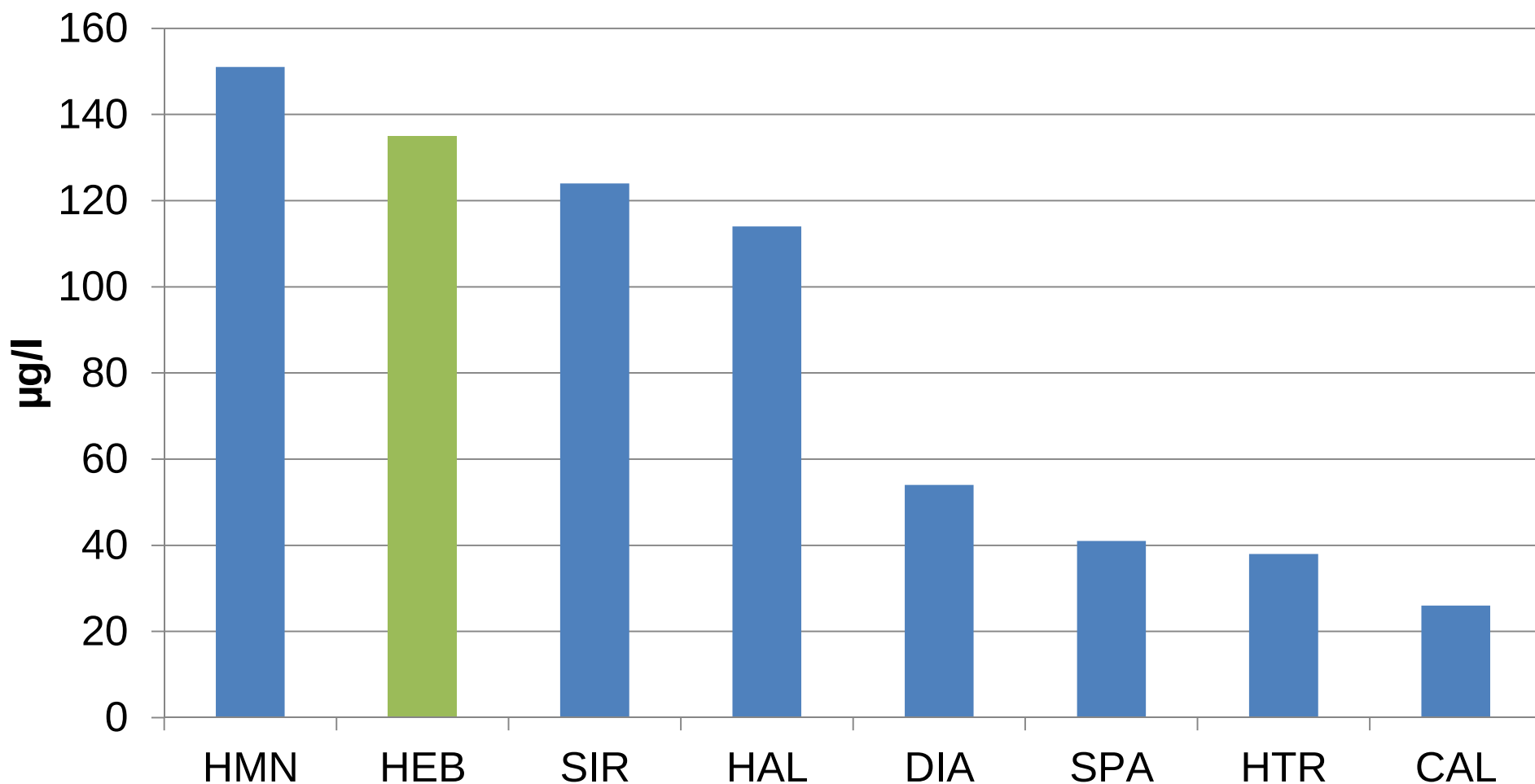
Analise das cervejas – Final da fervura/whirlpool

Soma dos ésteres de ácido carbônico



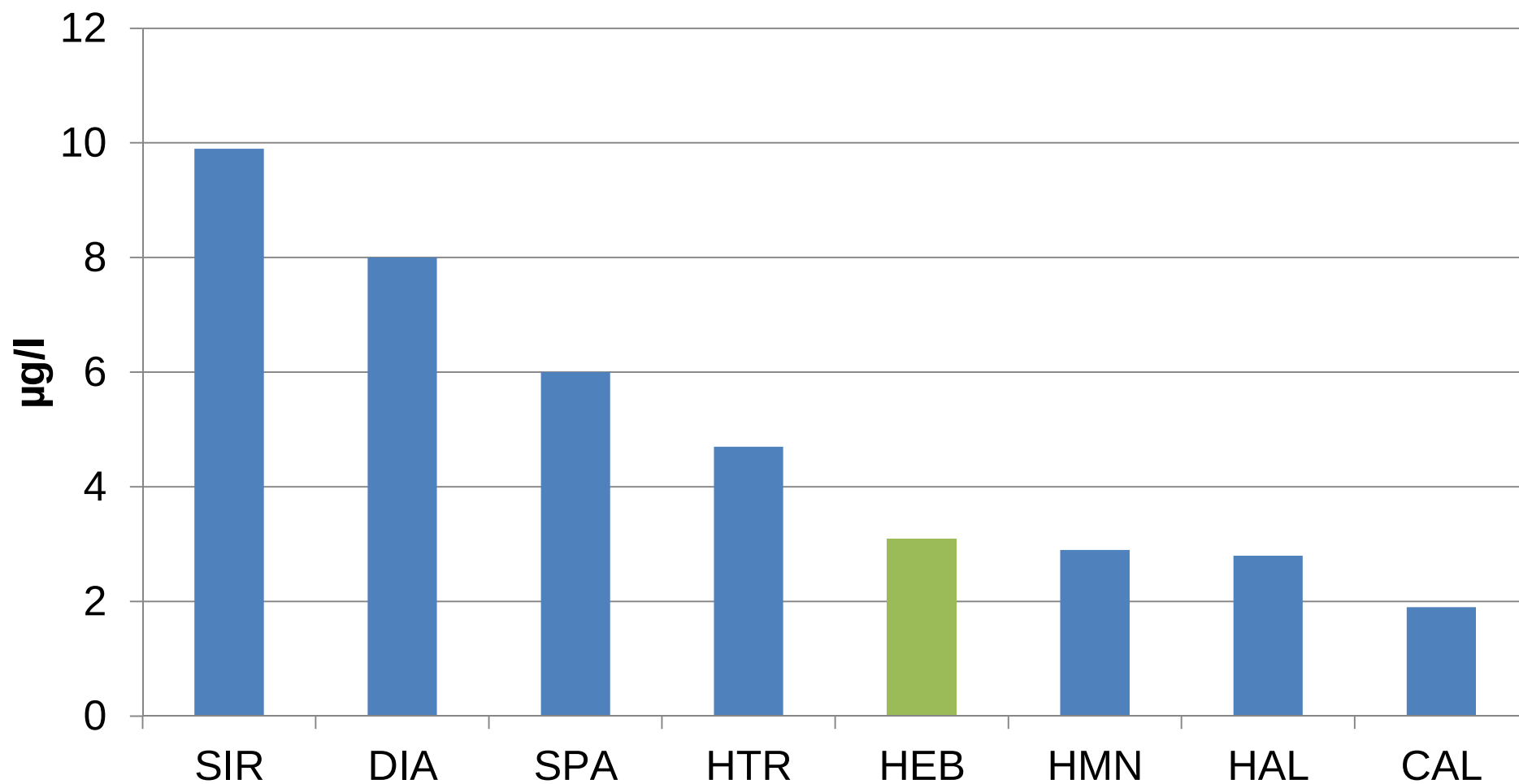
Análise das cervejas – Final da fervura/whirlpool

Soma dos **Oxide de sesquiterpeno** (álcoois e epoxidos)



Analise das cervejas – Final da fervura/whirlpool

Soma das Ketonas



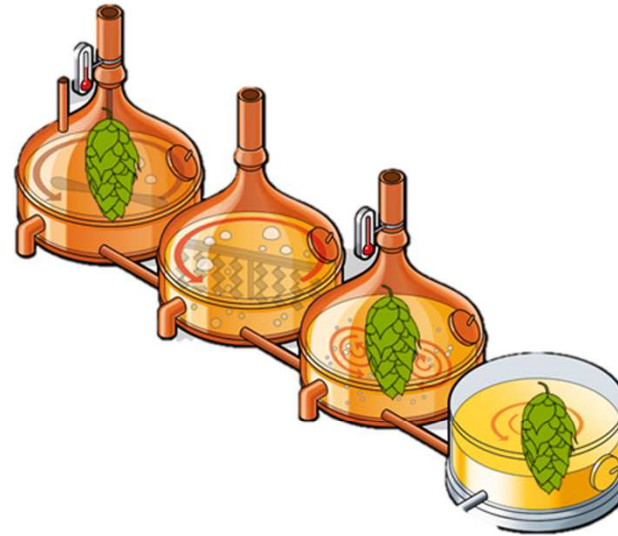
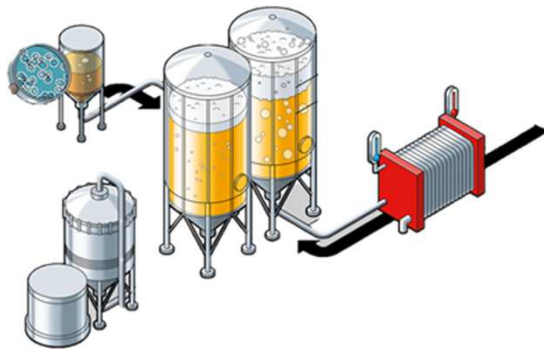
Comentarios sobre lúpulagem no final da fervura/whirlpool

- Não encontramos uma variedade que poderia substituir completamente a variedade Hersbrucker.
- Observando a análise de compostos aromaticos, as variedades Tradition, Saphir, Callista e Diamant seriam os mais proximos.
- Um blend destas variedades poderia ser um caminho para conseguir representar o perfil aromatico do Hersbrucker.
- Outra vantagem de trabalhar com blends de variedades seria a possibilidade de reagir a diferencias no perfil aromatico causado por safras diferentes.

Experiencia na prática II: Envelhecimento de compostos aromaticos

Experiencia:

Lager puro malte



Quelle Grafik: Schweizer Brauereiverband

Lupulagem tardia com 300 g/hl no final da fervura e no Whirlpool usando Huell Melon (= 2,4 ml óleo/hl)

As brassagens foram divididas depois da fermentação primaria. Metade recebeu DH de 150 g/hl Hüll Melon ($\triangleq$ 1,2 ml óleo/hl).

Estabilidade de compostos aromáticos de lúpulo na cerveja

Álcoois monoterpenicos com lúpulagem tardia [µg/l]

		0 °C		4 °C	20 °C	30 °C
	fresco	240 d	470 d	470 d	470 d	470 d
Linalool	17,1	20,6	17,8	16,4	16,9	8,2
p-menth-1-en-4-ol	2,2	2,8	3,2	2,8	2,9	2,7
α-terpineol	5,7	5,5	5,8	4,7	9,2	14,5
Citronellol	13,7	15,5	14,2	13,4	12,0	6,8
Sum	38,7	44,4	41,0	37,3	41,0	32,2

Soma 100 % 114 % 105 % 96 % 105 % 83 %

Hidrocarbonetos Monoterpenicos com lúpulagem tardia [µg/l]

		0 °C		4 °C	20 °C	30 °C
	fresco	240 d	470 d	470 d	470 d	470 d
β-myrcene	5,1	5,0	4,3	4,5	3,3	2,5
limonene	2,2	2,0	1,7	1,7	1,5	1,1
cis-ocimene	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	< 0.1
trans-ocimene	1,3	0,9	0,7	0,8	0,8	0,6
terpinolene	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	< 0.1
Sum	9,0	9,2	6,9	7,2	5,8	4,2

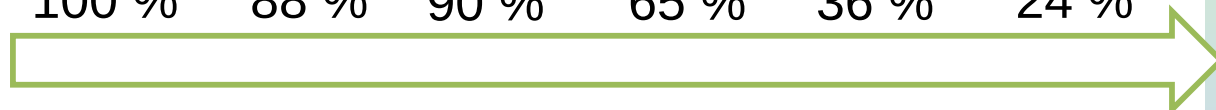
Soma 100 % 102 % 77 % 80 % 64 % 46 %

Estabilidade de compostos aromáticos de lúpulo na cerveja

Grupo dos ésteres de lúpulo com lúpulagem tardia [µg/l]

Temperatura de armazenamento		0 °C		4 °C	20 °C	30 °C
Tempo de armazenamento	fresco	240 d	470 d	470 d	470 d	470 d
isobutyl isobutyrate (2-methylpropyl 2-methylpropanoate)	49,8	52,0	51,9	42	31,6	21,1
butyl isobutyrate (butyl 2-methylpropanoate)	1,2	1,4	1,5	1,2	0,8	0,5
2-methylbutyl propanoate	6,5	7,7	7,6	5,6	5,7	4,8
3-methylbutyl 2-methylpropanoate	32,5	29,7	28,7	20,7	10	7,8
2-methylbutyl 2-methylpropanoate	392	319	331	227	108	81
methyl 4-methylhexanoate	8,2	9,3	8,3	7,6	5,5	4,0
ethyl 4-methylnonanoate	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,2
2-methylbutyl 3-methylbutanoate	8,1	7,3	7,9	5,1	2,6	0,9
2-methylbutyl 2-methylbutanoate	6,1	5,7	5,9	4,0	2,7	0,8
unidentified ethyl ester (éster de fermentação?)	18,5	24,2	22,6	19,9	17,1	5,0
ethyl 4-methyloctanoate	1,9	2,6	2,4	2,1	1,6	0,3
ethyl 4-decanoate (éster de fermentação?)	4,4	9,0	9,4	8,7	6,0	1,7
Soma	530	468	478	345	192	128
Sem 2 ésteres oriundos de fermentação (só éster de lúpulo)	507	435	446	316	169	121

Soma 100 % 88 % 90 % 65 % 36 % 24 %



Estabilidade de compostos aromáticos de lúpulo na cerveja

Grupo dos ésteres em cervejas com lupulagem **tardia** e **DH** [valores em µg/l]

Temperatura de armazenamento		0 °C		4 °C	20 °C	30 °C
Tempo de armazenamento	fresca	240 d	470 d	470 d	470 d	470 d
isobutyl isobutyrate (2-methylpropyl 2-methylpropanoate)	152	165	146	155	152	117
butyl isobutyrate (butyl 2-methylpropanoate)	4,2	4,3	4,4	4,8	3,0	2,4
2-methylbutyl propanoate	12,3	9,9	8,7	7,1	4,1	5,9
3-methylbutyl 2-methylpropanoate	108	105	94,5	96,1	35,6	34,3
2-methylbutyl 2-methylpropanoate	1109	980	945	915	337	319
methyl 4-methylhexanoate	19,5	21,5	28,7	24,5	15,7	13,2
ethyl 4-methylnonanoate	0,7	1,2	1,7	2,7	1,5	0,9
2-methylbutyl 3-methylbutanoate	25,9	30,1	28,7	29,4	18,4	6,7
2-methylbutyl 2-methylbutanoate	18,9	21,9	21,2	22,5	19,4	6,8
ethyl ester não identificado (éster de fermentação?)	36,7	54,2	49,6	46,1	36,1	8,6
ethyl 4-methyloctanoate	3,8	6,6	7,1	7,9	4,4	0,7
ethyl 4-decanoate (éster de fermentação?)	8,1	18,6	16,5	19,8	11,5	3,1
Soma	1499	1418	1352	1331	639	519
Sem 2 ésteres oriundos de fermentação (só éster de lúpulo)	152	165	146	155	152	117

Sum 100 % 94 % 90 % 88 % 42 % 34 %

Estabilidade de compostos aromáticos de lúpulo na cerveja

- Os **monoterpenos** foram **relativamente estáveis** quando **armazenado frio (0 e 4°C)**, mas a **20°C** perderam **+/- 25%** e a **30°C +/- 50%**.
- Os **ésteres de ácido carbônico** do lúpulo diminuem **+/- 10%** em **0°C**. As perdas relativas crescem até **60-70% em 20°C** e chegam a **70 % em 30°C**.
- O **total de linalool** sofreu somente à **30°C** de forma significativa. Porém, houve aumento do teor de α -terpineol. **Citronellol** sofreu perdas significativas somente em **30°C**.
- A racemização de R-linalool sensorialmente ativo para o mais inativo S-linalool aconteceu significativamente entre 20 e 30 °C.

O aroma muda e se perde parcialmente- porém menos que até então se supunha.

Os maiores causadores de envelhecimento sempre foram e continuarão sendo: temperatura e oxigênio!



Your German Hopportunity

Danke!

Florian Schüll

Technical Manager

f.schuell@hvg-germany.de

“MAKE USE OF HOPS IN ITS NATURAL FORM!”