

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. Alimentos funcionales	1
1.2. Frutas y verduras: propiedades nutraceuticas	3
1.3. Flores y propiedades nutraceuticas	5
1.3.1. ¿Qué son las flores?	6
1.3.2. Partes y funciones de la flor	8
1.3.3. Clasificación de las flores	10
1.4. Florifagia y flores comestibles	11
1.4.1. El consumo de flores a lo largo de la Historia	13
1.4.2. El consumo de flores en el momento actual, usos y elaboraciones	14
1.4.3. El cultivo de las flores comestibles	17
1.5. Composición de las flores comestibles	19
1.6. Características organolépticas de las flores comestibles	21
1.6.1. El color en las flores comestibles	21
1.6.2. El aroma y sabor en las flores comestibles	27
1.6.3. Consumo de las flores comestibles y beneficios sobre la salud	28
1.7. Conservación poscosecha de las flores comestibles	29
1.7.1. Conservación de flores comestibles a baja temperatura	32
1.7.2. Conservación de flores comestibles por secado	33
1.7.3. Conservación de flores comestibles por alta presión hidrostática	33
1.7.4. Conservación de flores comestibles por recubrimientos comestibles	34
1.8. La complejidad en la familia de las <i>Liliaceae</i>	34
<b>2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO</b>	
2.1. Objetivos	38
2.2. Plan de trabajo	39
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	
3.1. Material vegetal	42
3.1.1. La cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.)	42
3.1.2. El puerro ( <i>Allium porrum</i> L.)	44
3.1.3. El cebollino ( <i>Allium schoenoprasum</i> L.)	46
3.1.4. El ajo ornamental ( <i>Tulbaghia violacea</i> Harv.)	48
3.1.5. El puerro silvestre ( <i>Allium ampeloprasum</i> )	50
3.2. Localización de los cultivos	51
3.3. Métodos analíticos	54
3.3.1. Tratamiento de la muestra	54
3.3.2. Determinación de la materia seca en las flores	54
3.3.3. Determinación del contenido en proteínas en las flores	55
3.3.4. Determinación del contenido en fibra en las flores	56
3.3.5. Determinación del contenido en grasa en las flores	57
3.3.6. Determinación del contenido en minerales totales en las flores	58
3.3.7. Determinación del contenido en hidratos de carbono en las flores	59

3.3.8.	Determinación del contenido en polifenoles en las flores	59
3.3.9.	Determinación de la actividad antioxidante en las flores	59
3.3.10.	Determinación del contenido individual de minerales en las flores	60
3.3.11.	Determinación de la fracción volátil en las flores	60
3.3.12.	Tratamiento estadístico	61
3.4.	Elaboraciones gastronómicas	62
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1.	Resultados descriptivos	64
4.1.1.	Resultados del análisis proximal de las flores de <i>Allium</i>	65
4.1.2.	Resultados del contenido mineral de las flores de <i>Allium</i>	72
4.1.3.	Resultados del potencial en sustancias antioxidantes de las flores de <i>Allium</i>	84
4.2.	Relaciones entre variables de los macronutrientes y minerales	89
4.2.1.	Relaciones afines a la humedad de las flores de <i>Allium</i>	90
4.2.2.	Relaciones afines a la proteína de las flores de <i>Allium</i>	92
4.2.3.	Relaciones afines a la grasa de las flores de <i>Allium</i>	94
4.2.4.	Relaciones afines a la fibra e hidratos de carbono de las flores de <i>Allium</i>	95
4.2.5.	Relaciones afines entre los elementos minerales de las flores de <i>Allium</i>	97
4.3.	Resultados de la fracción volátil de las flores de <i>Allium</i>	100
4.3.1.	Resultados descriptivos de la fracción volátil de las flores de <i>Allium</i>	100
4.3.2.	Diferencias significativas en la fracción volátil de las flores de <i>Allium</i>	109
4.4.	Análisis de componentes principales	113
4.5.	Elaboraciones gastronómicas usando flores de <i>Allium</i>	116
4.5.1.	Suprema de pollo en falso praliné de quinua y crocante de banana y flores de cebolla	116
4.5.2.	Champiñón al grill rellenos de risotto de cebada, con flor de ajo, aire de limón con malvarrosa y esferas de extracto de granada	117
4.5.3.	Picaña en chimichurri de flor de puerro y de ajo ornamental con patatas <i>sous vide</i>	119
4.5.4.	Timbal de pescado con puré de zanahoria amarilla con mashua y flor de cebollino	120
4.5.5.	Ceviche de mejillones y gambas, acidulado en lima con flor de cebolla roja	121
4.5.6.	Gambas <i>sous vide</i> con flor de ajo y crocante de verde, gel de espárragos, salsa de agridulce de ají rocoto y encurtidos de rábanos	123
4.5.7.	Quenelles de almidón de achira con pak choi, tentáculos de calamar, flores de cebolla y crocantes de quinua con amaranto	124
4.5.8.	Filete de lenguado y vegetales al vapor con flor de cebollino, envuelto de achira	125
4.5.9.	Caldo de pollo saborizado y perfumado con flores de cebolla	126

4.5.10.	Tortillas de maíz con flor de ajo rellenas de queso fresco, ají y café de chuspa	127
4.5.11.	Salchicha artesanal con flor de cebolla roja pulverizada	129
4.5.12.	Chorizo artesanal con flor de ajo pulverizada	130
4.5.13.	Lomo artesanal curado en seco aromatizado con pimientas y flores de cebollino y puerro	132
4.5.14.	Jamón cocido artesanal con flor de cebolla blanca pulverizada	133
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	
	Conclusiones	135
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	Bibliografía	137

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. Aplicaciones gastronómicas de las flores comestibles	16
Tabla 2. Relación de plantas con flores comestibles con pigmentación variable	23
Tabla 3. Relación de plantas con flores comestibles con color de pétalo amarillo-rojo	24
Tabla 4. Relación de plantas con flores comestibles con color de pétalo blanco-amarillo	25
Tabla 5. Relación de plantas con flores comestibles con color de pétalo rosa-morado-azul	26
Tabla 6. Tecnologías poscosecha aplicadas en conservación de flores comestibles	31
Tabla 7. Composición nutricional de las partes comestibles de especies comúnmente usadas del género <i>Allium</i> (USDA, 2018)	64
Tabla 8. Composición proximal y valor calórico total de las flores de <i>Allium</i> , en base fresca, valor promedio $\pm$ desviación estándar	65
Tabla 9. Coeficiente de variación (%) de la composición nutricional en las flores de <i>Allium</i>	66
Tabla 10. Composición mineral de las flores de <i>Allium</i> , en base fresca, valor promedio $\pm$ desviación estándar	73
Tabla 11. Coeficiente de variación (%) de la composición mineral en las flores de <i>Allium</i>	75
Tabla 12. Relaciones significativas entre los contenidos individuales de macroelementos minerales en las flores de <i>Allium</i>	79
Tabla 13. Contenido en polifenoles totales y actividad antioxidante de las flores de <i>Allium</i> , en base fresca, valor promedio $\pm$ desviación estándar	85
Tabla 14. Coeficiente de variación (%) del contenido en polifenoles totales y actividad antioxidante en las flores de <i>Allium</i>	85
Tabla 15. Relaciones significativas entre la actividad antioxidante (AOT) y polifenoles totales (EAG) y los elementos minerales en las flores de <i>Allium</i>	89
Tabla 16. Relaciones significativas entre el contenido en hidratos de carbono (HC) y los elementos minerales en las flores de <i>Allium</i>	97
Tabla 17. Relaciones significativas entre el contenido entre los elementos minerales en las flores de <i>Allium</i>	98
Tabla 18. Componentes aromáticos (%) de la familia química de los compuestos del benceno y compuestos heterocíclicos detectados en las flores de <i>Allium</i>	100
Tabla 19. Componentes aromáticos (%) de la familia química de los monoterpenos y ácidos carboxílicos y ésteres detectados en las flores de <i>Allium</i>	102
Tabla 20. Componentes aromáticos (%) de la familia química de los aldehídos de cadena corta y los alcoholes detectados en las flores de <i>Allium</i>	104
Tabla 21. Componentes aromáticos (%) de la familia química de los alcanos y cetonas detectados en las flores de <i>Allium</i>	105
Tabla 22. Componentes aromáticos (%) de la familia química de los compuestos órgano sulfurados detectados en las flores de <i>Allium</i>	107

Tabla 23. Composición global de la fracción volátil, en función de la familia química, en las flores de *Allium*

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Partes principales de la flor	9
Figura 2. Detalle de las hojas de plantas de liliáceas	35
Figura 3. Inflorescencias de las plantas de liliáceas	36
Figura 4. Detalle de la flor de las plantas de liliáceas	36
Figura 5. Esquema del Plan de Trabajo	40
Figura 6. Muestras florales conservadas al vacío	41
Figura 7. Eje floral de las plantas de cebolla blanca ( <i>Allium cepa</i> L.)	43
Figura 8. Ejes florales de las plantas de cebolla roja ( <i>Allium cepa</i> L.).	44
Figura 9. Eje floral de las plantas de puerro ( <i>Allium porrum</i> L.)	46
Figura 10. Eje floral de las plantas de cebollino ( <i>Allium schoenoprasum</i> L.)	48
Figura 11. Detalle del eje floral de las plantas de ajo ornamental ( <i>Tulbaghia violacea</i> Harv.)	49
Figura 12. Detalle del eje floral de las plantas de puerro silvestre ( <i>Allium ampeloprasum</i> )	51
Figura 13. Ubicación de la parcela de cultivo en el municipio de Alboraya, L'Horta Nord (Valencia)	52
Figura 14. Ubicación de la parcela de cultivo en la ciudad de Chambo (Chimborazo)	53
Figura 15. Desecado de flores por aire a baja temperatura	62
Figura 16. Molinillo y trituración de las flores secas para uso en cocina	63
Figura 17. Modelo de regresión lineal entre la humedad y el valor energético de las flores de <i>Allium</i>	67
Figura 18. Valores promedio de los contenidos en humedad (%) y valor energético (kcal/100 g) de las flores de <i>Allium</i>	68
Figura 19. Valores promedio de los contenidos en cenizas, grasa, proteína, fibra y carbohidratos (%) de las flores de <i>Allium</i>	71
Figura 20. Modelo de regresión lineal entre la materia seca y la fibra (izquierda) y entre la materia seca y la grasa (derecha) de las flores de <i>Allium</i>	72
Figura 21. Valores promedio de los contenidos en fósforo, potasio, calcio, magnesio y sodio (mg 100 g <sup>-1</sup> ) de las flores de <i>Allium</i>	77
Figura 22. Modelo de regresión lineal entre el contenido en cenizas y la concentración en sodio de las flores de <i>Allium</i>	78
Figura 23. Valores promedio de los contenidos en hierro, zinc, manganeso, boro y cobre (mg 100 g <sup>-1</sup> ) de las flores de <i>Allium</i>	81
Figura 24. Valores promedio de los contenidos en plomo, molibdeno, cromo, selenio, cadmio y mercurio (mg 100 g <sup>-1</sup> ) de las flores de <i>Allium</i>	83
Figura 25. Contenido en polifenoles totales y actividad antioxidante de las flores de <i>Allium</i>	86
Figura 26. Modelo de regresión lineal entre la actividad antioxidante total y la concentración en molibdeno de las flores de <i>Allium</i>	88
Figura 27. Matriz de correlaciones de <i>Pearson</i>	90

Figura 28.	Modelo de regresión lineal entre la humedad y el contenido en hidratos de carbono (izquierda), la concentración en calcio (derecha) y la concentración en hierro (bajo) en las flores de <i>Allium</i>	92
Figura 29.	Modelo de regresión lineal entre la proteína y el contenido en grasa (arriba izquierda), la concentración en polifenoles (arriba derecha), la concentración en hierro (bajo izquierda) y la concentración en cobre (bajo derecha) en las flores de <i>Allium</i>	94
Figura 30.	Modelo de regresión lineal entre el contenido en grasa y el contenido en polifenoles (izquierda) y la concentración en hierro (derecha) en las flores de <i>Allium</i>	95
Figura 31.	Modelo de regresión lineal entre el contenido en fibra y el contenido en calcio (izquierda) y la concentración en manganeso (derecha) en las flores de <i>Allium</i>	96
Figura 32.	Contenido total de la fracción volátil, agrupada por familias químicas, de las flores de <i>Allium</i>	109
Figura 33.	Concentración en benzaldehído en las flores de <i>Allium</i>	110
Figura 34.	Concentración de componentes de la familia de los monoterpenos en las flores de <i>Allium</i>	110
Figura 35.	Concentración en nonanal y decanal en las flores de <i>Allium</i>	111
Figura 36.	Concentración de componentes de la familia de los órgano sulfurados en las flores de <i>Allium</i>	112
Figura 37.	Diagrama de dispersión de los pesos de tres componentes principales en las flores comestibles de <i>Allium</i>	114
Figura 38.	Diagrama de dispersión de los pesos de las componentes principales y variables en las flores comestibles de <i>Allium</i>	114
Figura 39.	Diagrama de conglomerados resultante de las flores comestibles de <i>Allium</i>	115
Figura 40.	Suprema de pollo en falso praliné de quinua y crocante de banana y flores de cebolla	117
Figura 41.	Champiñón al grill rellenos de risotto de cebada, con flor de ajo, aire de limón con malvarrosa y esferas de extracto de granada	118
Figura 42.	Picaña en chimichurri de flor de puerro y de ajo ornamental con patatas <i>sous vide</i>	120
Figura 43.	Timbal de pescado con puré de zanahoria amarilla con mashua y flor de cebollino	121
Figura 44.	Ceviche de mejillones y gambas, acidulado en lima con flor de cebolla roja	122
Figura 45.	Gambas <i>sous vide</i> con flor de ajo y crocante de verde, gel de espárragos, salsa de agridulce de ají rocoto y encurtidos de rábanos	124
Figura 46.	Quenelles de almidón de achira con pak choi, tentáculos de calamar, flores de cebolla y crocantes de quinua con amaranto	125
Figura 47.	Filete de lenguado y vegetales al vapor con flor de cebollino, envuelto de achira	126

Figura 48.	Caldo de pollo saborizado y perfumado con flores de cebolla	127
Figura 49.	Tortillas de maíz con flor de ajo rellenas de queso fresco, ají y café de chuspa	129
Figura 50.	Proceso de elaboración de salchicha artesanal con flor pulverizada de cebolla roja	129
Figura 51.	Proceso de elaboración de salchicha artesanal con flor pulverizada de cebolla roja	130
Figura 52.	Proceso de elaboración de chorizo artesanal curado empleando flor de ajo pulverizada	131
Figura 53.	Lomo artesanal curado con pimientas y flores de cebollino y puerro pulverizadas	132
Figura 54.	Proceso de elaboración de lomo artesanal curado a las pimientas con flores de cebollino y puerro pulverizadas	133
Figura 55.	Jamón cocido artesanal con flor de cebolla blanca pulverizada	134
Figura 56.	Proceso de elaboración de jamón cocido artesanal con flor de cebolla blanca pulverizada	134