

ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CALIDAD Y POLIFENOLES EN MANZANAS Y SIDRAS ARTESANALES DE LA QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY

ANALYSIS OF QUALITY PARAMETERS AND POLYPHENOLS IN APPLES AND ARTISAN CIDERS FROM THE HUMAHUACA GORGE, JUJUY

Peñaloza Reynaga, Julieta¹, Choque, Daniela¹, Castro, Virginia¹, Ávila Carreras, Natalia^{*}

¹Grupo INQA (Investigación Química Aplicada) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy

*Autor para correspondencia:

avila.carreras@gmail.com

Período de Publicación:

Septiembre 2023

Historial:

Recibido: 24/05/2023

Aceptado: 14/07/2023

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar, mediante análisis físico-químicos, manzanas y sidras procedentes de la Quebrada de Humahuaca Jujuy Argentina, cuantificando, además, el contenido polifenólico de ambas. Se estudiaron (n=17) manzanas de los Departamentos de Tumbaya y Humahuaca. Las variedades analizadas fueron: O´Henry, Granny Smith, Red Delicius, Gran deliciosa, Amarilla tempranera, Amarilla deliciosa, Melona, Criolla chata, Verde Deliciosa, Cara sucia y Rojita. En las mismas se determinó: pH, °Brix, acidez total, polifenoles totales, y se caracterizó en bloques tecnológicos. En las sidras artesanales (n=8) se determinó: acidez volátil, acidez total, grado alcohólico, pH y polifenoles totales. En manzanas se obtuvo: pH de 2,97 a 4,86; °Brix de 8 a 17; acidez total de 0,87 a 7,53 g ác. málico/L y polifenoles totales de 0,64 a 2,33 g EAG/L. De la caracterización de manzanas se obtuvo: ácidas (17,64%), ácida-amarga (5,88%), aciduladas (17,64%), amarga-acidulada (5,88%), dulces (41,17%), dulce-amarga (5,88%) y amarga (5,88%). En sidras se obtuvo: pH de 3,87 a 4,12; acidez total de 2,19 a 4,76 g ác. málico/L; acidez volátil de 0 a 1,476 g ác. acético/L; grado alcohólico de 6 a 12%vol y polifenoles totales de 0,132 a 1,656 g EAG/L. Se observó alto contenido de polifenoles en las manzanas. Todas las sidras cumplieron con los requisitos mínimos exigidos por el Código Alimentario Argentino. Sin embargo, se requiere mejorar el proceso de elaboración debido a que existe una importante pérdida de polifenoles.

Palabras clave: manzana, sidra artesanal, caracterización, polifenoles, antioxidantes

SUMMARY

The aim of this study was to characterise apples and ciders from the Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina, by means of physicochemical analysis, and to quantify the polyphenolic content of each of them. Apples

from the Departments of Tumbaya and Humahuaca (n=17) were studied. The varieties analyzed were: O'Henry, Granny Smith, Red Delicious, Great Delicious, Early Yellow, Delicious Yellow, Melona, Flat Creole, Delicious Green, Dirty Face, and Red. The following were determined: pH, °Brix, total acidity, total polyphenols, and it was characterized in technological blocks. In artisanal ciders (n=8), the following were determined: volatile acidity, total acidity, alcoholic degree, pH and total polyphenols. In apples the following were obtained: pH from 2.97 to 4.86; °Brix from 8 to 17; total acidity from 0.87 to 7.53 g ac. Malic acid/L and total polyphenols from 0.64 to 2.33 g GAE/L. From the characterization of apples, the following were obtained: sour (17.64%), sour-bitter (5.88%), sour (17.64%), bitter-sour (5.88%), sweet (41.17%), sweet bitter (5.88%) and bitter (5.88%). In ciders, the following was obtained: pH from 3.87 to 4.12; total acidity from 2.19 to 4.76 g ac. malic/L; volatile acidity from 0 to 1,476 g aq. acetic/L; alcoholic strength from 6 to 12%vol and total polyphenols from 0.132 to 1.656 g GAE/L. High polyphenol content was observed in apples. All ciders met the minimum requirements of the Argentine Food Code. However, the production process needs to be improved due to the significant loss of polyphenols.

Keywords: antioxidants, apple, characterization, craft cider, polyphenols

INTRODUCCIÓN

Las manzanas son frutos pomáceos pertenecientes a la familia de las rosáceas (Cárdenas & Fischer, 2013), estas ofrecen nutrientes variados como: azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) y fibra; agua en un 85-90%; vitaminas E, B3, y minerales como potasio en forma discreta (Hidalgo Filipovich et al., 2016). Además de ser una fruta con contenido nutricional diverso, contiene compuestos antioxidantes denominados polifenoles que resultan beneficiosos para la salud brindando protección frente a enfermedades degenerativas (Seipel et al., 2009).

A nivel mundial, la producción de manzanas está liderada por China con casi el 50% de producción. Argentina ocupa el décimo lugar entre los 15 principales países productores (Toranzo, 2016). En relación a este último, la producción de manzanas se encuentra distribuida en un 90% en las provincias de Río Negro y Neuquén, y en un 10% en Mendoza (Bruzzone, 2008), como así también en otras de las que no se tienen datos oficiales.

La región de la Quebrada de Humahuaca, ubicada en la provincia de Jujuy-Argentina, se destaca por la producción y comercialización de manzanas de manera informal. Entre las variedades comerciales se encuentran: Granny Smith, Red Delicious, O' Henry, por otro lado, también existen variedades criollas (ecotipos no tipificados) como Cara Sucia, Amarilla Tempranera y Rojita; nombres asignados por los pobladores de acuerdo a las características que presentan. Algunas zonas de la Quebrada de Humahuaca son de difícil acceso, lo que dificulta la venta de estos frutos en fresco, por tal motivo los productores buscan nuevas alternativas, como la elaboración de sidra artesanal.

La producción de esta bebida alcohólica fermentada artesanal a base de manzana (Ablin, 2011), resulta una buena opción para dar valor agregado a la producción de este fruto. Según Mangas Alonso (1996), la obtención de una sidra artesanal de buena calidad se logra con una mezcla equilibrada de distintas variedades de manzanas, y para esto, es necesario realizar un estudio preliminar de los parámetros

físico-químicos: polifenoles totales y acidez total, que permiten caracterizar (ver Figura 1) a estos frutos en bloques tecnológicos.

La bibliografía consultada indica que los porcentajes recomendados de mezcla de manzanas, son: ácidas 40%, semi-ácidas 30-25%, dulces 15-10%, dulce-amargas 15-20% y amargas 5% (Mangas Alonso, 1996).

De la evaluación de los antecedentes realizada en la Quebrada de Humahuaca, se observó que no existen estudios realizados de caracterización de manzanas. Por tal motivo, se consideró pertinente resolver esta problemática, lo que permitirá realizar una correcta selección de variedades de la materia prima para su posterior uso en la elaboración de sidra artesanal, planteando como objetivo del trabajo caracterizar mediante análisis físico-químico manzanas y sidras procedentes de la Quebrada de Humahuaca Jujuy Argentina, cuantificando, además, el contenido polifenólico de ambas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras y tratamiento de manzanas

El muestreo se realizó de manera aleatoria. Se trabajó con un n=17, provenientes de los Departamentos Tumbaya y Humahuaca de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. Cuatro muestras correspondientes al primer departamento (localidad de Volcán), y trece del segundo departamento (localidad de Ocumazo). Las variedades que se registraron se detallan en la Tabla N° 1.

Análisis físico-químicos

Las manzanas se almacenaron en bolsas de polietileno a temperatura de refrigeración (4°C) hasta el momento de su análisis. Posteriormente, se obtuvo el jugo y se procedió a realizar los siguientes análisis físico-químicos: Medición de °Brix indirecto por refractometría (AOAC, 2005) usando un refractómetro Atago HSR-500; pH por potenciometría (PANREAC, 1999) Altronix mod. EZDO-PC; acidez total por volumetría de neutralización (AOAC, 2005) con NaOH 0,1 N y azul de bromotimol como indicador.

Tabla 1. Muestras de manzanas analizadas de la Quebrada de Humahuaca.

Código	Departamento	Variedad
2	Tumbaya	Granny smith
3		Red delicious
4		Red delicious
5		Red delicious
1	Humahuaca	O' Henry
6		Gran delicious
7		Red delicious
8		Amarilla tempranera
9		Gran delicious
10		Melona

11		Verde deliciosa
12		Cara sucia
13		Rojita
14		Amarilla deliciosa
15		Desconocida roja I
16		Desconocida roja II
17		Criolla chata

Polifenoles totales

Se cuantificaron polifenoles totales mediante método de Folin-Ciocalteu (Silveira et al., 2007), se elaboró una curva de calibrado usando como patrón ácido gálico (0 a 10 mg/L). Para las muestras se realizó una dilución de 5 ml de zumo más 95 ml de agua, de la solución anterior se tomaron 2 ml y se agregó 10 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N (1:10) y 8 ml de Na₂CO₃ 7,5%, se dejó reposar 2 horas en oscuridad y se midió la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Spectrum SP- 2100 UV-Vis). Los resultados se expresaron como gramos de equivalente de ácido gálico por litro de jugo de manzana (g EAG/L).

Caracterización de manzanas

Con los valores obtenidos de polifenoles totales y acidez total se procedió a la clasificación de los frutos utilizando la Figura 1.

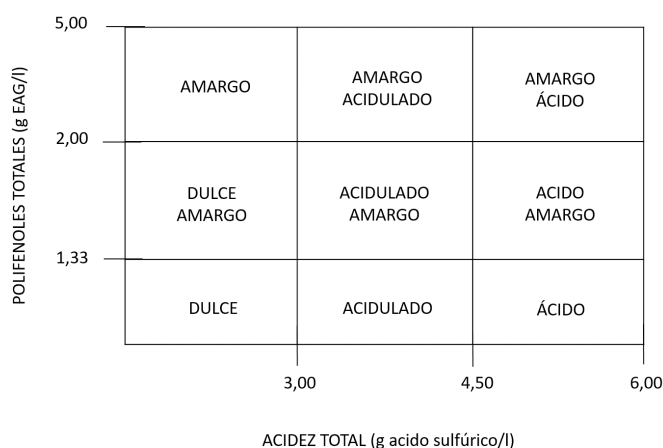


Figura 1. Bloques tecnológicos de manzanas según contenido de polifenoles totales y acidez total, Mangas Alonso (1996)

Muestras y tratamientos de sidras artesanales

Análisis físico-químicos

El muestreo se realizó de forma aleatoria. Se trabajó con un total de n=8 muestras: 5 provenientes de Volcán departamento de Tumbaya (M1, M2, M3, M6 y M7) y tres (M4, M5, M8) de la localidad de Ocumazo, departamento de Humahuaca.

Una vez recolectadas las muestras, se refrigeraron a 5°C hasta el momento de su análisis.

La medición de pH y acidez total se realizó siguiendo la metodología antes mencionada, para acidez volátil y grado alcohólico se siguió la metodología según OSG, 2017 (como se menciona en Camporro-Díaz, 2012) modificado.

Polifenoles totales

Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu modificado (BOE, 2017). Se realizó una curva de calibrado usando como patrón al ácido gálico (0 a 12 mg/L). Para las muestras se tomó 0,2 ml de la sidra, se agregó 0,5 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N y posteriormente 5 ml de Na₂CO₃ 20%. Se sonicó 5 minutos y se dejó reposar 30 minutos en oscuridad. Transcurrido el tiempo se midió la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Spectrum SP- 2100 UV-Vis). Los resultados se expresaron como gramos de equivalente de ácido gálico por litro de sidra (g EAG/L).

Tratamientos estadísticos

Se realizó ANOVA calculando las medias y desviaciones estándares para cada parámetro analizado, en manzanas y sidras, utilizando Infostat 2014.

RESULTADOS

Como se puede observar en la Tabla N°2 se destacan valores altos de °Brix en las variedades pertenecientes a Humahuaca: O' Henry, Amarilla tempranera, Melona, Desconocida roja I, Criolla chata. En cuanto a valores de pH, los más altos son los de las variedades Red delicius, Amarilla tempranera, Melona y Desconocida roja II correspondientes también, a Humahuaca. En el parámetro acidez total las variedades que se destacan por sus altos valores son: Granny Smith (Tumbaya), Cara sucia, Rojita y Amarilla deliciosa procedentes de Humahuaca. Con respecto al contenido de polifenoles totales, las que presentan valores más altos son: Amarilla tempranera, Melona y Criolla chata (Humahuaca).

Tabla 2. Parámetros físico-químicos y caracterización de manzanas analizadas.

Departamento	Variedad	°Brix	pH	AT	PT	Caracterización*
Tumbaya	Granny Smith	10,5	2,97	6,05	1,02	Acidulado
	Red Delicius	10	3,72	2,32	1,03	Dulce
	Red Delicius	11	3,70	2,18	1,30	Dulce
	Red Delicius	8	3,59	3,08	0,77	Dulce
Humahuaca	O' Henry	17	3,38	4,83	0,90	Acidulado
	Gran Delicius	10	3,40	6,52	1,27	Acido
	Red Delicius	12	4,71	1,06	0,95	Dulce
	Amarilla tempranera	15	4,86	0,96	0,33	Amargo
	Gran Delicius	9	3,17	5,61	1,01	Acidulado
	Melona	16	4,79	2,12	1,79	Dulce-amargo
	Verde deliciosa	10	3,94	3,31	0,86	Dulce
	Cara sucia	12	3,42	7,53	1,41	Acido-amargo

Rojita	9	3,28	6,28	0,83	Acido
Amarilla deliciosa	12	3,49	6,52	0,98	Acido
Desconocida roja I	14,5	3,74	2,99	0,64	Dulce
Desconocida roja II	12	4,73	0,87	1,18	Dulce
Criolla chata	16	3,95	4,71	2,05	Amargo-acidulado

Nota: AT (Acidez total): g ácido málico/L; PT (Polifenoles totales): g EAG/L

*La caracterización se realizó teniendo en cuenta la figura N°1, para lo cual se consideró la Acidez total expresada en g ác. sulfúrico/L.

Respecto a la caracterización, se lograron cubrir 6 bloques tecnológicos de los 9 que existen: 1) **ÁCIDA:** Gran Delicius, Rojita y Amarilla deliciosa; 2) **ÁCIDA AMARGA:** Cara sucia; 3) **ACIDULADAS:** Granny Smith, O´Henry y Gran Delicius; 4) **ACIDULADA AMARGA:** Criolla Chata; 5) **DULCES:** Red Delicius, Amarilla Tempranera, Verde Deliciosa y Desconocida roja I y II; 6) **DULCES AMARGA:** Melona.

En la Figura N° 2 se observa una comparación de las medias de los parámetros estudiados en manzanas de las dos zonas de estudio (Tumbaya y Humahuaca).

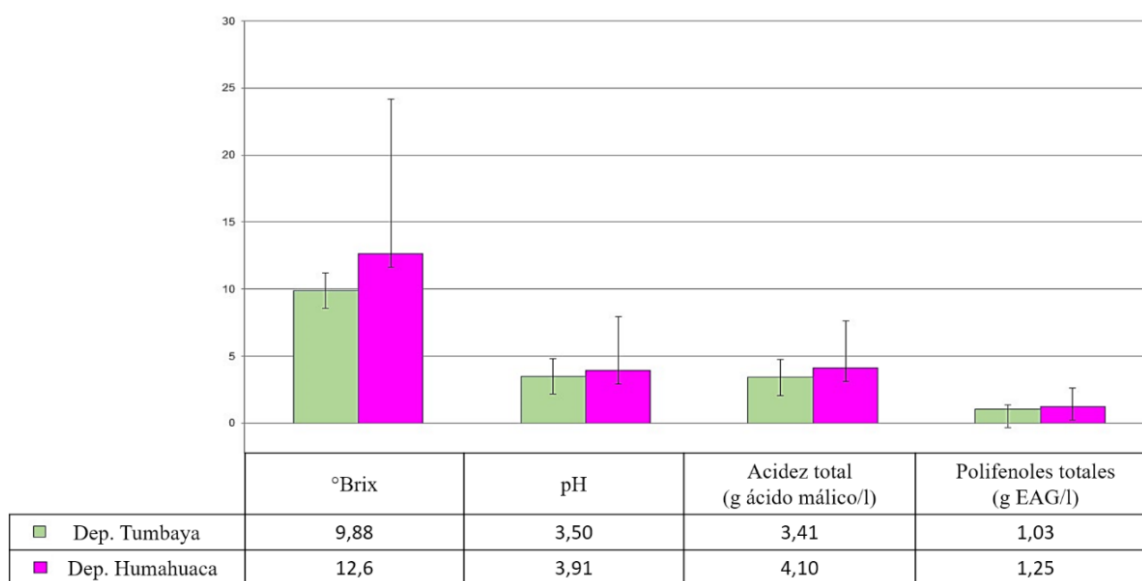


Figura 2. Comparación de parámetros analizados en manzanas de los dos Departamentos estudiados.

Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas entre ambas zonas de estudio, en ninguno de los parámetros analizados ($p \Rightarrow 0,05$).

Análisis físico-químicos de sidras

En la Tabla N° 3 se observan los resultados de las muestras M4, M5 y M8 que fueron elaboradas con manzanas de Humahuaca (Ocumazo), y las restantes con manzanas de Tumbaya (Volcán, Bárcena).

Tabla 3. Parámetros físico-químicos de sidras analizadas

Muestra	Departamento	AV	pH	AT	Grado alcohólico	PT
M1	Tumbaya	0	4,00	2,66	8	0,517
M2		0,078	3,89	2,79	8	0,361
M3		0	4,04	2,19	7	0,519
M6		0,144	3,89	4,31	9,5	1,475
M7		1,476	3,87	4,62	6	0,525
M4	Humahuaca	0,567	4,08	2,81	8,5	1,656
M5		0,624	4,12	2,95	10	1,583
M8		0,060	3,87	4,76	12	0,132

Nota: AV: acidez volátil (g ácido acético/L); AT: acidez total (g ácido málico/L); PT: polifenoles totales (g ác. EAG/L)

En la Figura N° 3 se muestra la comparación, en base a las medias, entre los resultados obtenidos en las sidras elaboradas en Tumbaya y Humahuaca, encontrando que no existen diferencias significativas a excepción de los polifenoles con un $p = < 0,0001$, indicando mayor concentración en las muestras analizadas de Humahuaca.

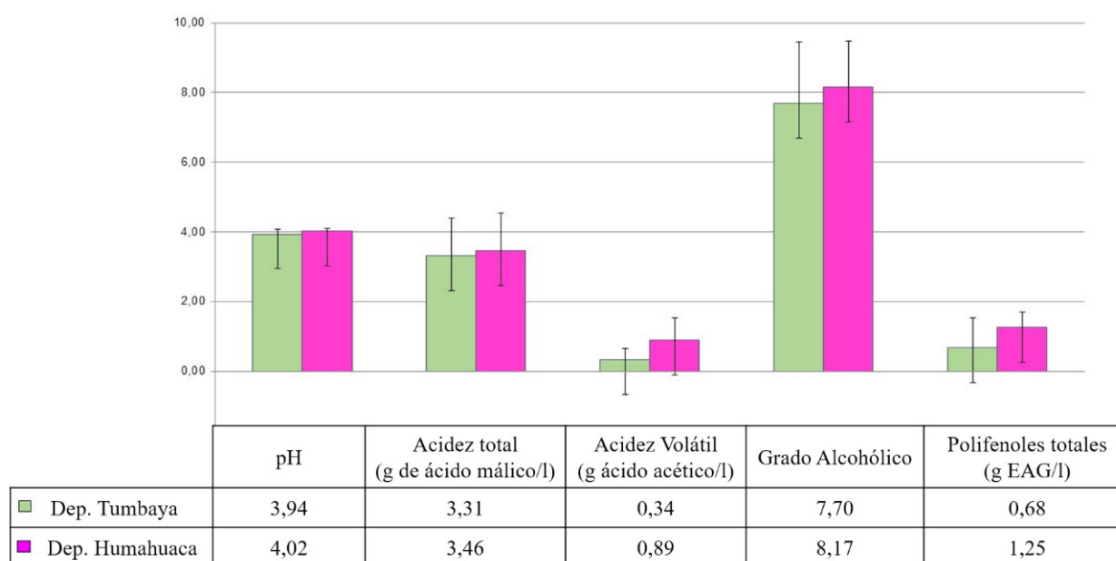


Figura 3. Comparación de parámetros analizados en sidras de los dos Departamentos estudiados.

DISCUSIONES

Manzanas

Los resultados de °Brix se hallaron en un rango de 8 a 17°Brix similares a los encontrados por otros estudios que fueron de 8,80 a 18,4 °Brix (Seipel et al., 2009; Silveira et al., 2007; Girschik et al., 2017; Pando Bedriñana et al., 2019). Los autores mencionan como rango adecuado para producción de sidra entre 12 a 14°Brix (Mangas Alonso et al., 1990); de los resultados obtenidos se puede observar que el 23,5% de las

manzanas analizadas cumplen con esta condición para la obtención de sidras, el 47,0% se encuentra por debajo y el 29,4% restante por arriba de los valores de referencia. Los azúcares son componentes que contribuyen a la calidad nutricional, organoléptica y tecnológica de un producto como la sidra, ya que estos son sustratos metabolizables por microorganismos para la obtención de productos de fermentación (Mera Patiño, 2013)

Los valores de pH se encontraron entre 2,97 a 4,86, estos se asemejan a otros datos consultados que varían en un rango de 3,20 a 4,20 (Seipel et al., 2009; Girschik et al., 2017; Mangas Alonso, 1996; Eisele & Drake, 2004). El pH bajo (levemente ácido) es necesario para favorecer al desarrollo de las levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, que encuentran un rango óptimo para su funcionamiento entre pH 3,5 a 5,5, además de proteger al sustrato contra posibles ataques bacterianos (Mangas Alonso et al., 1990). Del total de muestras analizadas, el 64,70% se encuentra en el pH óptimo y un 35,29% por debajo. Si bien, las levaduras son microorganismos que presentan la ventaja de poder soportar medios levemente más ácidos (Suárez Machin et al., 2016) para la elaboración de sidra se recomienda realizar una mezcla siguiendo los porcentajes recomendados para encontrar un equilibrio entre los componentes de los frutos (Mangas Alonso, 1996).

En cuanto a la acidez total determinada en las manzanas, se encontró un intervalo entre 0,870 a 7,53 g ácido málico/L. Se observaron valores muy bajos en las muestras Desconocida roja II, Amarilla tempranera y Red delicius (Ocumazo-Humahuaca): 0,870; 0,960 y 1,06 g ácido málico/L, respectivamente; estas 3 muestras constituyen una excepción con respecto a las demás. Estas se encuentran cercanas a valores mínimos encontrados: 1,27 (Campeanu et al., 2009) y 2,10 (Girschik et al., 2017) g ácido málico/L. Los 14 restantes concuerdan con valores encontrados por otros autores con un rango de 2,42 a 9,70 g ácido málico/L (Girschik et al., 2017; Pando Bedriñana et al., 2019; Mera Patiño, 2013; Eisele & Drake, 2004). La concentración de ácidos varía con respecto a diferentes factores que pueden ser genéticos, climáticos, culturales y agronómicos. Para el uso de estos frutos, en la elaboración de sidra, se indica un rango adecuado de acidez entre 2 y 6 g de ácido málico/L (Mera Patiño, 2013). En el departamento de Tumbaya se encontró que la variedad Red delicius se encuentra en este rango; en lo que respecta a Humahuaca fueron las variedades: O' Henry, Gran delicius, Melona, Verde deliciosa, Desconocida roja I y Criolla chata. La importancia de la acidez radica en que es fundamental para la caracterización de las manzanas y así poder definir los porcentajes que se usaran para determinar la calidad de la sidra.

Los resultados de polifenoles totales se encontraron en un rango de 0,640 a 2,33 (g EAG/L). Los autores consultados encontraron los siguientes valores: 0,320-0,356 g EAG/L (Heikefelt, 2011); 0,331-0,697 g EAG/L (Lachman et al., 2006) y 0,944-1,01 g EAG/L (Silveira et al., 2007). El primero analizó unidades experimentales de Kristianstad (Suecia) ubicada a 2,41 m.s.n.m, el segundo fruto proveniente de Praga (República Checa) a 399 m.s.n.m, y el último, de São Joaquín (Brasil) a 1.353 m.s.n.m. Se puede observar que las manzanas analizadas de la Quebrada de Humahuaca presentan valores superiores con respecto a los autores consultados. Uno de los motivos podría ser la altitud sobre nivel del mar, donde se cultivaron las unidades experimentales. Las condiciones edafoclimáticas del lugar pueden influir en el contenido polifenólico de los cultivos, ya que estos se originan ante situaciones de estrés y diversos estímulos como lo es la mayor intensidad de exposición solar, deficiencia hídrica, entre otras propias de la zona de cultivo (Quiñones et al., 2012; Palomo et al., 2010). Las zonas muestreadas, a su vez, muestran diferencias entre ellas. En Tumbaya (Volcán) se encuentran valores más bajos con un máximo de 1,30 g EAG/L en la variedad Red delicius (2.084 m.s.n.m), análogamente Humahuaca (Ocumazo) se encontró un máximo de 2,33 g EAG/L en la variedad Amarilla tempranera (2.930 m.s.n.m.), justificando así la diferencia significativa en contenidos de polifenoles ($p < 0,05$). La variación de temperaturas y altitudes pueden justificar estas diferencias, debido a que Volcán presenta una temperatura media de 14,4°C con una precipitación promedio de 468 mm, mientras que Ocumazo presenta una temperatura media de 11,1°C con precipitación promedio anual de 202 mm.

Caracterización de manzanas

Como se puede observar la caracterización de las manzanas realizadas en la Quebrada de Humahuaca, muestran gran variedad lo que posibilita la obtención de sidras con caracteres equilibrados y de buena calidad, pudiendo variar las proporciones según las preferencias de los consumidores.

Sidras artesanales

Análisis fisicoquímicos

Los valores de pH encontrados fueron de 3,87 a 4,12, esto es similar a lo encontrado por otros autores en un rango de 2,91 a 4,17 (Girschik et al., 2017; Betancurt et al., 2008; Picinelli Lobo et al., 2000; Picinelli Lobo et al., 2016; Qin et al., 2018; Suárez Valles, 2006). Estos resultados ayudan a evitar las bacterias lácticas y otros microorganismos (Girschik et al., 2017). Sin embargo, el 100% presenta valores superiores al valor recomendado.

Se encontraron valores de acidez total comprendidos entre 2,19 y 4,76 g ác. málico/L, concordante con lo reportado por diferentes autores consultados que obtuvieron resultados entre 1,90 a 8,00 g ác. málico/L (Girschik et al., 2017; Heikefelt, 2011; Betancurt et al., 2008; Picinelli Lobo et al., 2000; Picinelli Lobo et al., 2016; Qin et al., 2018; Suárez Valles, 2006; Lorenzini et al., 2019; Budak et al., 2015).

Los resultados de acidez volátil se encontraron en un rango de 0 a 0,62 g ác. acético/L, estos son similares a otros estudios consultados que fueron de 0,1 a 2,9 g ác. acético/L (Betancurt et al., 2008; Picinelli Lobo et al., 2000; Suárez Valles, 2006; Lorenzini et al., 2019; Picinelli Lobo et al., 1995). La presencia de este ácido en forma significativa puede provocar la alteración de la sidra tanto de sus características organolépticas, nutricionales y microbiológicas (Picinelli Lobo et al., 1995). La reglamentación vigente en Argentina sobre sidras (Código Alimentario Argentino) hace referencia a un valor máximo de acidez volátil de 2,5 g/L expresada en ácido acético, si superara a este se considera al producto como no apto para consumo. Todas las muestras analizadas, con respecto a este parámetro, muestran ser aptas para consumo.

Los datos encontrados sobre grado alcohólico variaron de 6 a 12%vol., similar a lo que han encontrado otros autores con valores entre 4,0 a 13,0 (Girschik et al., 2017; Heikefelt, 2011; Betancurt et al., 2008; Picinelli Lobo et al., 2000; Picinelli Lobo et al., 2016; Qin et al., 2018; Suárez Valles, 2006; Lorenzini et al., 2019; Budak et al., 2015; Picinelli Lobo et al., 1995; Riekstina Dolge & Kruma, 2017).

El Código Alimentario Argentino (C.A.A) en el capítulo XIII, artículo 1086 reglamenta que el grado alcohólico mínimo será de 4,5%vol para denominarse sidra base, el 100% de las muestras analizadas cumplen con lo exigido por la reglamentación argentina referida a sidra industrial. En cuanto a la legislación española referida a la sidra natural o artesanal la exigencia mínima de grado alcohólico es de 5%vol.

Los resultados de polifenoles totales se encontraron en un rango de 0,132 y 1,656 g EAG/L. Los valores más altos 1,475, 1,583 y 1,656 g EAG/L fueron las pertenecientes a las muestras M6 (Tumbaya), M5 y M4 (Humahuaca) respectivamente, estos valores fueron similares a los máximos encontrados por Budak et al. (2015) con 1,02 y Picinelli Lobo et al. (2009) con 1,18 g EAG/L, sin embargo resultan muy bajos en comparación con el máximo que obtuvo Riekstina Dolge & Kruma (2017) con 3,83 g EAG/L, esto puede estar influenciado principalmente por pérdidas de estos antioxidantes durante el proceso de elaboración de la sidra.

Las cinco muestras restantes (M1, M2, M3, M7 y M8) estuvieron en un rango de 0,132 a 0,525 g EAG/L, similares a los mínimos encontrados por Picinelli Lobo et al. (2009) de 0,447 g EAG/L, Budak (2015) de 0,459 g EAG/L, Heikefelt (2011) en un rango de 0,219 a 0,321 y Riekstina-Dolge & Kruma (2017) con 0,324 g EAG/L.

Como se puede observar a pesar de tener, en ambas zonas de estudio, manzanas con altos valores de polifenoles, en el producto final se observaron valores muy bajos en comparación a otros autores, contrario a los que se esperaba. La principal causa puede estar dada por pérdidas de estos nutrientes durante el proceso tecnológico (Agüero et al., 2017 y Quitral et al., 2014). Estas, deben ser detectadas en las diferentes etapas y aplicar medidas preventivas y correctivas necesarias.

Estos compuestos además de ser interesantes desde el punto de vista nutricional, como se mencionó anteriormente, tienen un papel importante en cuanto a las propiedades sensoriales de la sidra como lo son el color, amargura y astringencia (Gutiérrez et al., 2016). Al mismo tiempo, influyen en la dulzura y la acidez por lo que se destacan en el desarrollo general del flavour (Laaksonen, et al., 2017 y Rocha Gámez, 2020).

En ambas zonas de estudio se encontraron valores similares, sin embargo, el análisis estadístico mostró diferencias significativas, indicando valores más bajos en el Departamento de Tumbaya respecto de los valores del Departamento de Humahuaca.

CONCLUSIONES

Con los análisis físico-químicos realizados a las manzanas de la Quebrada de Humahuaca se logró caracterizar 13 variedades en diferentes bloques tecnológicos, los suficientes para realizar amplias combinaciones de estas para la obtención de sidras.

En el Departamento de Humahuaca se encuentran mayores opciones en cuanto a variedades de manzanas en comparación al Departamento de Tumbaya.

Se encontraron altos valores de polifenoles en los frutos analizados en la Quebrada de Humahuaca en comparación a otros estudios consultados, lo que da valor agregado a los mismos.

Con este aporte se puede afirmar que la elaboración de sidra artesanal es una buena alternativa para el agregado de valor de estos frutos pomáceos. Se recomienda tener control de los parámetros que indican la madurez de las manzanas ($^{\circ}$ Brix, penetrabilidad, etc.) teniendo en cuenta la variedad.

Los valores obtenidos de polifenoles en sidras resultaron menores a las medias obtenidas en manzanas y con respecto a valores encontrados por otros autores en sidras artesanales. Esto muestra la necesidad de mayor control en la producción de las sidras con el fin de evitar la pérdida de estos antioxidantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Ablin A. 2011. Sidra. Alimentos Argentinos: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Recuperado en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/52/productos/r52_09_Sidra.pdf
- Agüero, M. S., Buglione, M. B., Martínez, D. A., Filippi, M. V., Cayolo, F., & Maldonado, F. 2017. Compuestos polifenólicos en bagazo de pera y manzana. XVI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de alimentos. Argentina. Recuperado en: <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6589>
- AOAC. 2005. Official Method 942.15 Acidity (Titrable) of fruit products. Recuperado en: <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=15499>
- AOAC. 2005. Official Method 932.14 Solids in syrups. Recuperado en: https://www.aoac.org/AOAC_Prod/Imis/AOAC_Docs/OMA/OMA_932.1_Revised_3-16-17.pdf
- Betancurt, P., Gioscia, D., Bentancor, J., & Arcia, P. (2008). Productos a base de jugo de manzana:

- aprovechamiento agroindustrial de un excedente. INNOTECH. Uruguay. Recuperado en: <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTECH/article/view/71>
- BOE (Boletín Oficial del Estado). 2017. Núm. 44. Sec. I. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2017/02/21/pdfs/BOE-A-2017-1749.pdf>
- Bruzzone, I. (2008). Manzana y pera. SAGyP (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca). Argentina. Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/47/cadenas/r47_05_ManzanaPera.pdf
- Budak, N. H., Ozçelik, F., & Güzel-Seydim, Z. B. 2015. Antioxidant activity and phenolic content of apple cider. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 3(6), 356-360. Turkey. Recuperado en: <http://agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/view/265>
- Campeanu, G., Neata, G. & Darjanschi, G. 2009. Chemical Composition of the Fruits of Several Apple Cultivars Growth as Biological Crop. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. Bucharest. Romania. Recuperado en: <https://www.notulaeobotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/3465>
- Camporro, A. Díaz, M. B. 2012. Elaboración de sidras con manzanas gallegas de producción ecológica. IV CONGRESO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGIA E AGRICULTURA ECOLOGICA: iniciativas agroecológicas innovadoras para a transformación dos espazos rurais. Universidad de Vigo. Recuperado en: <https://es.scribd.com/doc/132405896/Libro-IV-Congreso-Agroecologia>
- Cárdenas, J. & Fischer, G. 2013. Clasificación botánica y morfología de manzano, peral, duraznero y ciruelo. Universidad Nacional de Bogotá. Colombia. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/256495323_Clasificacion_botanica_y_morfologia_de_manzano_peral_duraznero_y_ciruelo/link/0c9605231c18fdc273000000/download
- Código Alimentario Argentino. Capítulo XIII. Bebidas fermentadas. Recuperado en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_XIII.pdf
- Eisele, T. A., & Drake, S. R. 2004. The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties. Journal of food composition and analysis, 18(2-3), 213-221. EE.UU Recuperado en: https://scholar.google.com/scholar?cluster=6530872634582111757&hl=es&as_sdt%20=0,5&scioldt=0,5
- Girschik, L., Jones, J. E., Kerslake, F. L., Robertson, M., Damberg, R. G., & Swarts, N. D. 2017. Apple variety and maturity profiling of base ciders using UV spectroscopy. Food chemistry, 228, 323-329. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814617302005>
- Gutiérrez Luque, M.R., Tudela López, E., García Méndez, E.M., Lopez Marcos, L. 2016. El manzano de sidra: producción y transformación. CIFA (Centro de Investigación y Formación Agraria). Cantabria. Recuperado en: http://www.cifacantabria.org/Documentos/7acce9R1896895501folletomanzana_FNBAJA.pdf
- Heikefelt, C. 2011. Chemical and sensory analyses of juice, cider and vinegar produced from different apple cultivars. Swedish University of Agricultural Sciences . Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Sciences. Department of Plant Breeding and Biotechnology. Alnarp. Suecia. Recuperado en: <https://stud.epsilon.slu.se/2481/>
- Hidalgo Filipovich, R., Gómez Ugarte, M., Escalera Cruz, D., Rojas Navi, P., Moya Santos, V., Delgado Flores, P., Hinojosa Castellón, J. 2016. Beneficios de la manzana (Malus domestica) en la salud. Revista de Investigación e Información en Salud. Bolivia. Recuperado de: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/riis/v11n28/v11n28_a9.pdf
- Laaksonen, O., Kuldjärv, R., Paalme, T., Virkki, M., Yang, B. 2017. Impact of apple cultivar, ripening stage,

fermentation type and yeast strain on phenolic composition of apple ciders. *Food chemistry*, 233, 29-37 Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814617306362>

Lachman, J., Šulc, M., Sus, J., Pavlíková, O. 2006. Polyphenol content and antiradical activity in different apple varieties. *Agriculture journals*. Faculty of Agrobiological Sciences, Food and Natural Resources, Czech University of Agriculture in Prague, Prague, Czech Republic. Recuperado en: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/51349.pdf>

Lorenzini, M., Simonato, B., Slaghenauf, D., Ugliano, M., & Zapparoli, G. 2019. Assessment of yeasts for apple juice fermentation and production of cider volatile compounds. *LWT*, 99, 224-230. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818308077>

Mangas Alonso, J. J. 1996. Guía práctica de elaboración de la sidra artesana. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria. Asturias, España. Recuperado en: <http://www.serida.org/pdfs/772.pdf>

Mangas Alonso, J.J., Dapena de la Puente, E., Noval Vallina, A., Díaz Campillo, E., Moreno Fernández, E., Blanco Gomis, D., (...) Moran Gutiérrez, W.J. 1990. Estudio bioquímico del proceso de maduración en variedades asturianas de manzano de sidra (campana 1987-88): aplicación a la determinación del momento óptimo de madurez. Principiado de Asturias. Consejería de Medio Rural y Pesca. España. Recuperado en: https://www.researchgate.net/profile/Enrique_Dapena/publication/242196461_ESTUDIO_BIOQUIMICO_DEL_PROCESO_DE_MADURACION_DE_VARIEDADES_ASTURIANAS_DE_MANZANO_DE_SIDRA_CAMPANA_1987-88_APLICACION_A_LA_DETERMINACION_DEL_MOMENTO_OPTIMO_DE_MADUREZ/links/54362b610cf2643ab986a6b3.pdf

Mera Patiño, N.F. 2013. Evaluación de variedades locales de manzana (*malus comunis*) como materia prima en la elaboración de sidra (Obt. Título Ing. En alimentos). Universidad de Azuay. Facultad de ciencia y Tecnología. Escuela de Ingeniería. Cuenca. Ecuador. Recuperado en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3262>

Palomo, I., Yuri, J., Moore-Carrasco, R., Quilodrán, A. Neira, A. 2010. El consumo de manzanas contribuye a prevenir el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. *Revista Chilena de Nutrición*. Recuperado en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v37n3/art13.pdf>

Pando Bedriñana, R., Picinelli Lobo, A. & Suárez Valles, B. 2019. Influence of the method of obtaining freeze-enriched juices and year of harvest on the chemical and sensory characteristics of Asturian ice ciders. *Food chemistry*, 274, 376-383. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618315619>

PANREAC 1999. Métodos oficiales de análisis Productos derivados de uva, aguardientes y sidras. BOE. España. Editado por: PANREAC QUIMICA S.A. 045-16-500-9/99. Recuperado en: <https://www.usc.gal/caa/MetAnalisisStgo1/uva.pdf>

Picinelli Lobo, A., Antón-Díaz, M. J., Alonso, J. J. M., & Valles, B. S. 2016. Characterization of Spanish ciders by means of chemical and olfactometric profiles and chemometrics. *Food chemistry*, 213, 505-513. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616309566>

Picinelli Lobo, A., García, Y. D., Sanchez, J. M., Madrera, R. R., & Suárez Valles, B. 2009. Phenolic and antioxidant composition of cider. *Journal of food composition and analysis*, 22 (7-8), 644-648. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157509001549>

Picinelli Lobo, A., Suárez Valles, B., Mangas Alonso, J.J. 1995. Estudio comparativo de métodos para el análisis de la acidez volátil en sidras. CIATA (Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria).

- Departamento de Sidras y otros Derivados. Asturias. España. Recuperado en: <http://www.serida.org/pdfs/882.pdf>
- Picinelli Lobo, A., Suárez, B., Moreno, J., Rodríguez, R., Caso-García, L., Mangas, J.J. 2000. Chemical Characterization of Asturian Cider. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Asturias. Spain. Recuperado en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf991284d>
- Qin, Z., Petersen, M. A., & Bredie, W. L. 2018. Flavor profiling of apple ciders from the UK and Scandinavian region. *Food research international*, 105, 713-723. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917308578>
- Quiñones, M., Miguel, M. Aleixandre, A. 2012. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*. Madrid, España. Recuperado en: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revison_08.pdf
- Quitral, V., Sepúlveda, M., Schwartz, M., Kern, W. 2014. Antioxidant capacity and content of total polyphenols in apples of different varieties grown in Chile. *Journal of Science and Technology*. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81327871006.pdf>
- Riekstina-Dolge, R., Kruma, K. 2017. Comparison of volatile and phenolic composition of commercial and experimental ciders. *FoodBalt*. Faculty of Food Technology, Latvia University of Agriculture. Jelgava. Latvia. Recuperado en: http://llufb.llu.lv/conference/foodbalt/2017/Riekstina_Kruma_FoodBalt2017.pdf
- Rocha Gámez, D. 2020. Propuesta del aprovechamiento de la manzana del marañón para aplicación en producto cosmocéutico de alto valor agregado. :Universidad de los Andes. Recuperado en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/49037>
- Seipel, M. Pirovani, M. E. Güemes, D. R. Gariglio, N. F. Piagentini, A. M. 2009. Características fisicoquímicas de los frutos de tres variedades de manzanas cultivadas en la región centro-este de la provincia de Santa Fe. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*. Recuperado en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEAgrarias/article/view/1340>
- Silveira, A. C., Sautter, C., Tonetto de Freitas, S., Galietta, G., Brackmann, A. 2007. Determinación de algunos atributos de calidad de la variedad Fuji y sus mutantes al momento de cosecha. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas, Brasil. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940081026>
- Suárez Machín, C., Garrido Carralero, N. A., Guevara Rodríguez, C.A. 2016. Levadura *saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol: revisión bibliográfica. *ResearchGate*. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/313899904_LEVADURA_SACCHAROMYCES_CEREVISIAE_Y_LA_PRODUCCION_DE_ALCOHOL_Revison_bibliografica_YEAST_SACCHAROMYCES_CEREVISIAE_AND_THE_PRODUCTION_OF_ALCOHOL_A_Review
- Suárez Valles, B. 2006. Calificación analítica y sensorial de sidras amparadas por la DOP" Sidra de Asturias". *Tecnología agroalimentaria: Boletín informativo del SERIDA*, (3), 48-51. Asturias. España. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/28239888_Calificacion_analitica_y_sensorial_de_sidras_amparadas_por_la_DOP_Sidra_de_Asturias
- Toranzo, J. 2016. Producción mundial de manzanas y peras. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Argentina. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_produccion-mundial-de-manzanas-y-peras_0.pdf