

Formulación de una bebida carbonatada de algarrobina



UNIVERSIDAD
DE PIURA

Ing. Luis Karlo Maticorena Torres
Dr. Ing. Gastón Cruz Alcedo
UNIVERSIDAD DE PIURA - UDEP

Bebida Carbonatada

Producto obtenido por disolución de edulcorantes nutritivos y dióxido de carbono en agua potable tratada, pudiendo estar adicionado de saborizantes, acidulantes, conservadores, emulsionantes, estabilizantes, colorantes, etc. (Norma Técnica Peruana - NTP 214.001).

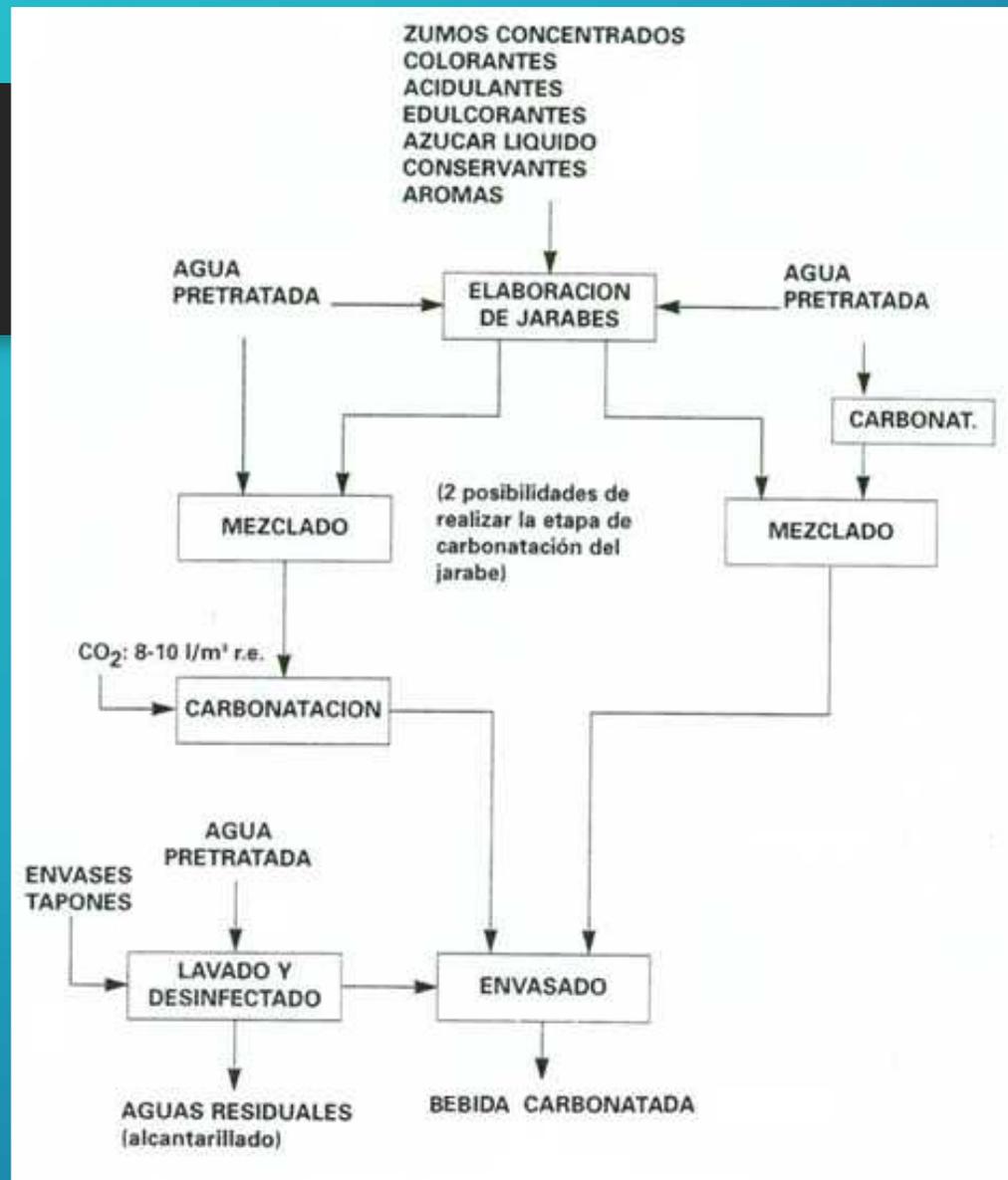


Ingredientes convencionales

- Agua
- Edulcorantes
 - Edulcorante nutritivo
 - Edulcorante no nutritivo
- Acidulantes
 - Ácido fosfórico
 - Ácido cítrico
- Conservantes
 - Sorbato de potasio
 - Benzoato de Sodio
 - Dióxido de carbono (CO₂)
- Saborizantes
 - Saborizante natural
 - Saborizante artificial
- Colorantes



Fabricación



Tratamiento del agua

Posibilidad de usar fuentes hídricas, como: aguas primarias, aguas de red y aguas brutas. Tratamientos usados:

- Tratamiento químico
- Osmosis inversa
- Ultrafiltración
- Intercambio iónico

Elaboración del jarabe

Se elabora el jarabe simple a una temperatura entre 80 y 90 °C. Luego, pasa por dos procesos para eliminar impurezas y/o contaminación microbiológica.

- Pasteurización
- Filtración

Elaboración del jarabe terminado

Adición del resto de ingredientes, según la fórmula, como: colorantes, saborizantes, etc.

Carbonatación

El jarabe terminado se mezcla con agua para luego pasar al carbonatador, en donde es enfriado y mezclado con CO_2 .

Es muy usual también, carbonatar el agua y luego mezclarla con el jarabe.

La carbonatación depende de los siguientes factores:

- Tiempo de contacto
- Temperatura del líquido
- Presión del gas
- Composición del líquido
- Cantidad de aire en el sistema

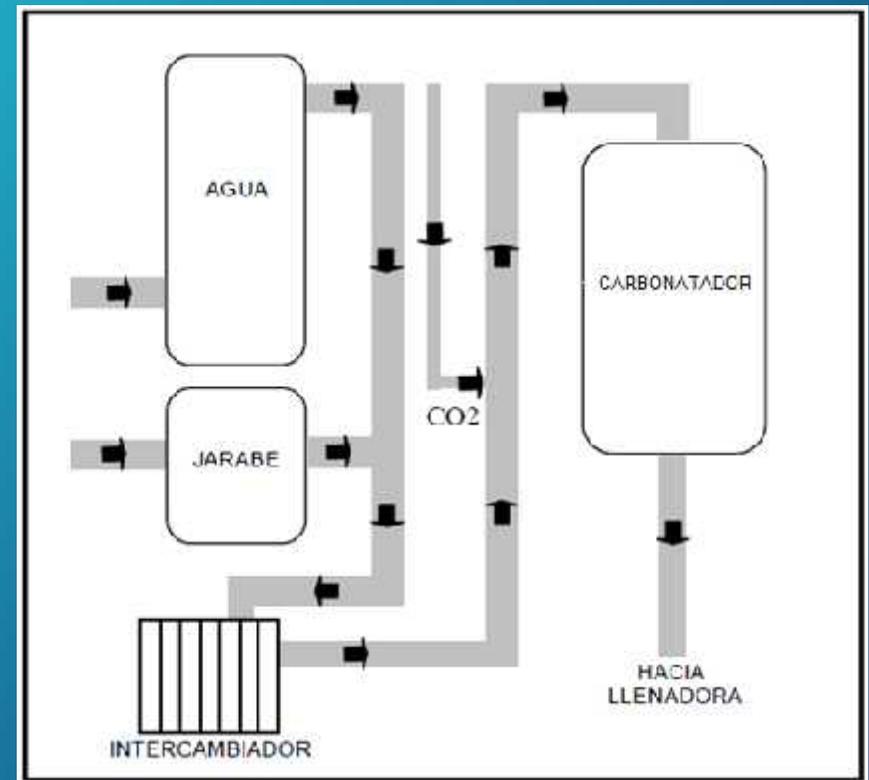
Tecnologías de carbonatación

Existen básicamente dos tipos de carbonatadores:

- Carbonatadores de batch
- Carbonatadores por inyección

Equipos carbonatadores:

- Carbonatador MSF 54/2
- Carbonatador Mojonnier
- Ventmix
- Post-mix



Experimentación

Materiales e insumos

- Cocina, olla, cuchara
 - Tazas medidoras
 - Botellas plásticas
 - Tela (filtro)
-
- Agua embotellada
 - Algarrobina
 - Azúcar
 - Benzoato de sodio
 - Ácido cítrico



Equipos e instrumentos

- Refractómetro
- Termómetro
- Tanque de CO₂
- Regulador de presión
- pH metro
- Balanza digital



Pruebas preliminares

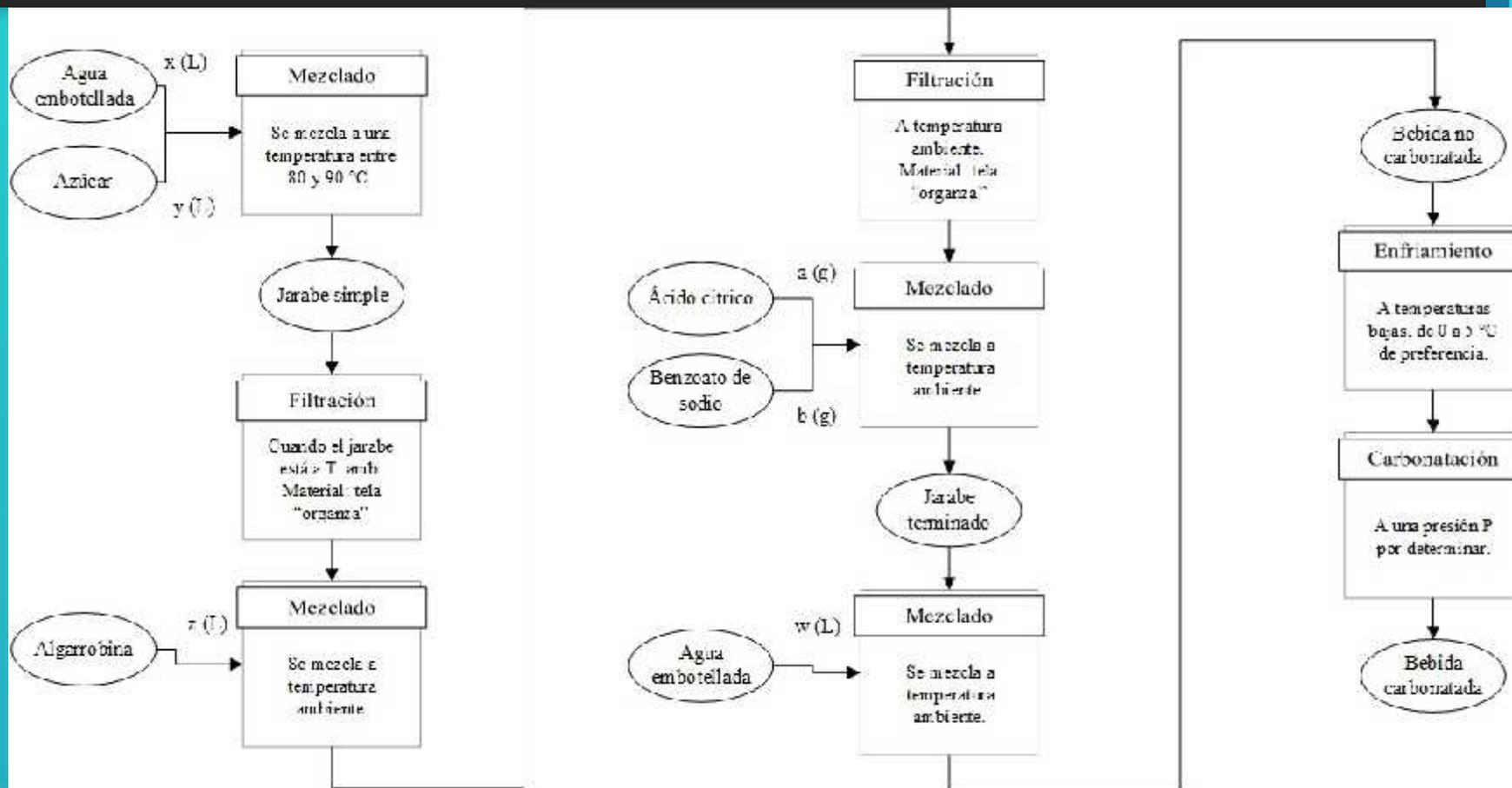
- Menor concentración

Muestra	Jarabe			Agua
	Agua	Azúcar	Algarrobina	
P01	1,07%	1,49%	0,36%	97,09%
P02	1,07%	1,49%	0,36%	97,09%
P03	2,08%	2,89%	0,69%	94,34%
P04	3,03%	4,21%	1,01%	91,74%

- Mayor concentración

Muestra	Jarabe			Agua
	Agua	Azúcar	Algarrobina	
P05	1,39%	2,89%	1,39%	94,34%
P06	2,62%	5,47%	2,62%	89,29%

Pruebas de laboratorio



- Jarabes más concentrados

Muestra	Jarabe			Ácido cítrico	Benzoato de sodio
	Agua	Azúcar	Algarrobina		
J01	40,32%	40,32%	19,36%	-	-
J02	37,88%	37,88%	24,24%	-	-
J03	40,06%	40,06%	19,23%	0,58%	0.06%

Muestra	°Bx medido		°Bx calculado
	°Bx	T (°C)	°Bx
J01	64	23	55,8
J02	65,5	21	57,3
J03	62	20	55,8

- Bebida sin carbonatar

Muestra	Jarabe			Ácido cítrico	Benzoato de sodio	Agua
	Agua	Azúcar	Algarrobina			
G01	4,82%	10,04%	4,82%	-	-	80,32%
G02	4,81%	10,02%	4,81%	0,15%	0,01%	80,20%
G03	11,03%	11,03%	4,41%	-	-	73,53%
G04	9,43%	7,55%	7,55%	-	-	75,47%

Muestra	Carbonatación			°Bx medido		°Bx calculado
	Tiempo (s)	Presión (psi)	T (°C)	°Bx	T (°C)	°Bx
G01	60	40	6	13,2	18,5	13,9
G02	60	40	5	13,4	19	13,9
G03	60	60	13	15,2	17	14,6
G04	120	40	12	16,2	18	13,6

- Jarabes mejorados

Muestra	Jarabe		
	Agua	Azúcar	Algarrobina
J04	50%	50%	-
J05	41,67%	41,67%	16,67%
J06	41,67%	41,67%	16,67%

Muestra	°Bx medido		°Bx calculado
	°Bx	T (°C)	°Bx
J04	46	30	50
J05	52,5	29	55
J06	53	24	55

Filtrada

- Bebida estandarizada, solo con ácido cítrico

Muestra	Jarabe			Ácido cítrico	Agua
	Agua	Azúcar	Algarrobina		
B01	11,03%	11,03%	4,41%	-	73,53%
B02	11,03%	11,03%	4,41%	0,02%	73,52%
B03	11,03%	11,03%	4,41%	0,03%	73,51%
B04	11,02%	11,02%	4,41%	0,06%	73,49%

Muestra	°Bx medido		°Bx calculado	pH	
	°Bx	T (°C)		pH	T (°C)
B01	13,8	27	14,6	4,3	25,1
B02	14,8	25	14,6	4,2	26
B03	14,8	26	14,6	3,6	26
B04	14,8	25,5	14,6	3,3	26,1

- Bebida estándar, con ácido cítrico y benzoato

Muestra	Jarabe			Ácido cítrico	Benzoato de sodio	Agua
	Agua	Azúcar	Algarrobina			
B05	11,03%	11,03%	4,41%	-	-	73,53%
B06	11,03%	11,03%	4,41%	0,03%	-	73,51%
B07	11,03%	11,03%	4,41%	0,03%	0,01%	73,50%
B08	11,02%	11,02%	4,41%	0,03%	0,03%	73,48%
B09	11,02%	11,02%	4,41%	0,03%	0,07%	73,46%

Muestra	pH	
	pH	T (°C)
B05	4,52	27,6
B06	3,86	27,7
B07	3,93	27,7
B08	4,03	28
B09	4,24	27,5

- Pruebas de carbonatación

Muestra	Carbonatación		
	Tiempo (s)	Presión (psi)	T (°C)
G05	60	60	5
G06	120	60	9
G07	60	80	9
G08	120	80	7



Resultados

Resultados fisicoquímicos

	NTP 214.001 - Requisitos	Resultado
pH	2,5 - 4,0	3,9
Acidez	0,5 g/100 cm ³	0,5 g/L
Conservante	0,1 % en masa	0,2 g/L
Sulfato de quinina	98 ppm	No contiene
Cafeína	200 ppm	No contiene
CO ₂	1,5 - 5,0 volúmenes	Sin resultados
° Brix	No requerido	14,8

Composición de bebidas gaseosas

Componente	Cantidad (g/kg)
Agua	936,58
Azúcar	119,7
Ácido cítrico	3,93
Colorantes y enturbiantes	2,5
Conservante	0,31
Esencias	0,51
Gas carbónico	9,8

Densidad = 994.56 kg/m³

Concentraciones iniciales:

- Benzoato de sodio: 0,308 g/L ≈ 0,3 g/L
- Ácido cítrico: 3,9086 g/L ≈ 3,0 g/L

Cálculo de volúmenes de CO₂ (Ley de Henry)

$$= 0,0185 \text{ mol/L} \times \left(\frac{-\Delta H_{\text{vap}}}{RT_2} - \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \right)$$

$$= 0,0185 \text{ mol/L} \times \left(\frac{-2400 \text{ J/mol}}{80 \text{ K} \times 551,6 \text{ K}} - \left(\frac{1}{277,15 \text{ K}} - \frac{1}{4 \text{ K}} \right) \right)$$

$$= 3,4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Concentración molar y número de moles

$$= 0,1006 \text{ mol/L} \times 10 \text{ L} = 1,006 \text{ mol}$$

Volúmenes de CO₂

$$= 101,3 \text{ kPa} \quad = 1 \text{ atm}$$

$$= 298,15 \text{ K}$$

$$= 0,082 \text{ L·atm/mol·K}$$

$$= 2,46 \text{ L} \quad = 2,46 \text{ L}$$

Resultados sensoriales

Condiciones de la evaluación sensorial

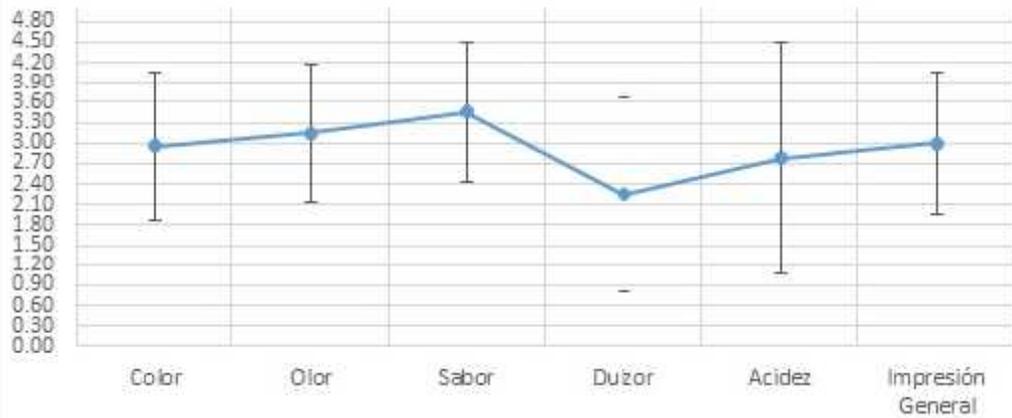
- Hoja de respuestas
- Lapicero
- Botella de agua
- Vaso plástico
- Galletas
- Servilletas
- Muestras

Atributos sensoriales evaluados

- Color
- Olor
- Sabor
- Dulzor
- Acidez
- Impresión General

Muestra	Algarrobina (mL/L)	Ácido cítrico (g/L)	Benzoato de sodio (g/L)
M1	200	0,5	0,2
M2	200	0,5	0,3
M3	200	0,5	0,1
M4	200	0,75	0,2
M5	200	0,25	0,2
M6	300	0,5	0,2
M7	100	0,5	0,2

Promedio de la calificación y desviación estándar "M1"



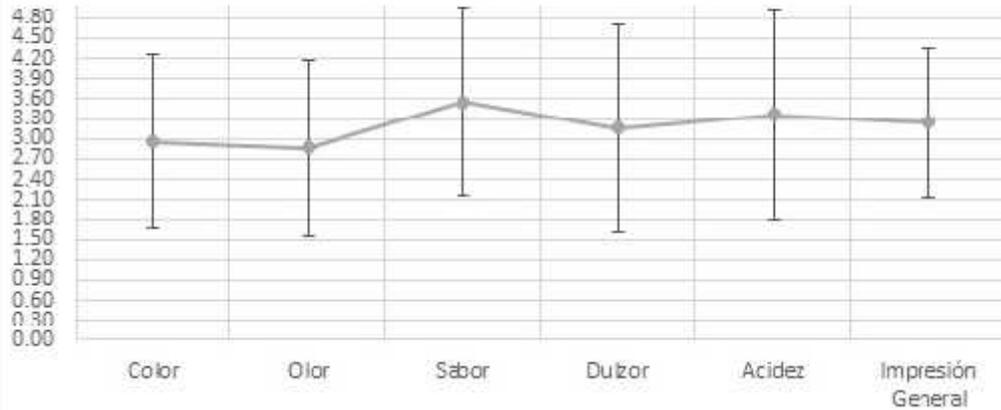
Muestra	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Acidez	Impresión general
M1	2,96 ± 1,09	3,15 ± 1,01	3,46 ± 1,04	2,24 ± 1,44	2,78 ± 1,70	3,00 ± 1,05

Promedio de la calificación y desviación estándar "M2"



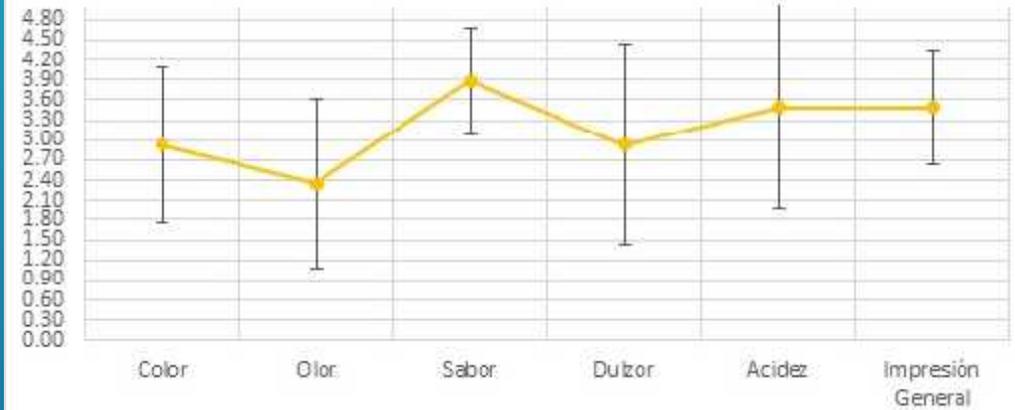
Muestra	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Acidez	Impresión general
M2	2,78 ± 1,04	3,13 ± 1,16	3,45 ± 0,99	3,18 ± 1,43	3,13 ± 1,56	3,24 ± 0,83

Promedio de la calificación y desviación estándar "M3"



Muestra	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Acidez	Impresión general
M3	2,96 ± 1,31	2,87 ± 1,31	3,57 ± 1,40	3,16 ± 1,54	3,38 ± 1,56	3,25 ± 1,11

Promedio de la calificación y desviación estándar "M4"



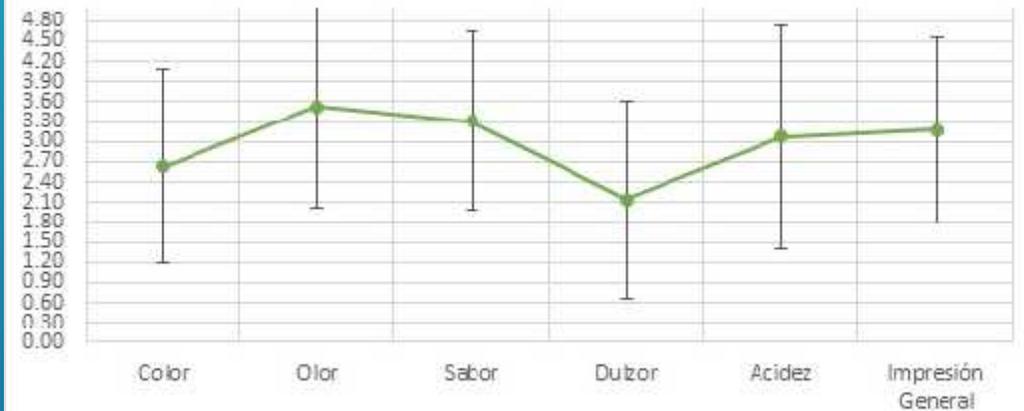
Muestra	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Acidez	Impresión general
M4	2,92 ± 1,16	2,35 ± 1,28	3,88 ± 0,80	2,93 ± 1,51	3,48 ± 1,53	3,49 ± 0,85

Promedio de la calificación y desviación estándar "M5"



Muestra	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Acidez	Impresión general
M5	2,74 ± 1,34	3,09 ± 1,58	4,03 ± 0,85	2,65 ± 1,83	2,92 ± 1,72	3,19 ± 1,30

Promedio de la calificación y desviación estándar "M6"



Muestra	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Acidez	Impresión general
M6	2,64 ± 1,43	3,53 ± 1,49	3,30 ± 1,33	2,14 ± 1,47	3,07 ± 1,66	3,17 ± 1,39

Promedio de la calificación y desviación estándar "M7"



Muestra	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Acidez	Impresión general
M7	3,14 ± 1,58	2,48 ± 1,63	3,67 ± 1,13	2,78 ± 1,65	2,91 ± 2,00	3,39 ± 1,27

	1° mejor calificación	2° mejor calificación	3° mejor calificación	Menor calificación
Color	M7	M1 y M3	M4	M6
Olor	M6	M1	M2	M4
Sabor	M5	M4	M7	M6
Dulzor	M2	M3	M4	M6
Acidez	M4	M3	M2	M1
Impresión g.	M4	M7	M3	M1
Nota	M3	M4	M2	M1

Conclusiones

- Es factible producir una bebida carbonatada con algarrobina, sin colorantes ni saborizantes artificiales, y ésta tiene una buena aceptación.
- Muestra M4, la más aceptada. Presenta una mejor calificación del parámetro impresión general y es la segunda mejor calificada del parámetro nota. Además, tiene una menor desviación estándar. Esta muestra tiene una concentración de 200 mL/L de algarrobina, 0,75 g/L de ácido cítrico y 0,2 g/L de benzoato de sodio.
- El método de carbonatación empleado, permite tener un buen nivel de carbonatación, a pesar de las dificultades presentadas (pequeña pérdida de gas al momento desconectar el inyector de gas y tapar la botella).
- El principal problema durante la elaboración de la bebida, fue la repetibilidad del método de carbonatación empleado, de tal manera que permita obtener una gasificación uniforme para las diferentes muestras.

Gracias

gaston.cruz@udep.pe