



Efecto de tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de licor de café

Sanmartín Loaiza, Carlos Andrés

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Vargas Arboleda, Martha Cecilia Mgtr.

2 de agosto de 2023



INTRODUCCIÓN

Bebidas alcohólicas

- BCE: 2007 y 2018 participación del 61 %
- **Composición:** 91 % origen local, y 9 % importados (Andrade, 2020).

Consumo nacional de alcohol

- OMS (2014): 9 lugar en América Latina; 7,2 L/hab/año.
- 900 mil personas (INEC, 2013).

Producción de licores

- Licores del mercado (licores de café)
- Ecuador: elaboración de algunos licores.

Licor de café

- Producción: maceración de destilado alcohólico, café y edulcorante.
- Preparaciones culinarias, repostería y coctelería.

Producción de caña de azúcar

A nivel mundial:

- 1700 millones de t y 24 millones de ha.
- Productores: Colombia, Argentina y Australia (FAO, 2010).

Ecuador:

- Aporta 3,3 % al VAB Agropecuario.
- 8 % de la superficie de cultivos permanentes (SIPA, 2023).



IICA (2018)

Consumo de café

A nivel mundial

- América Latina: 1,5 % hasta 2029 (FAO, 2021).

Ecuador

- 2019: 132 mil toneladas (Anecafé, 2020).
- Per cápita 2022: 135 tazas (0,7 kg/habitante)

Producción de café

A nivel mundial

- 85 %: Latinoamérica (Yara, 2014).
- 2029: aumentará 1,8 % anual (FAO, 2021).

Ecuador

- Desde Loja y Galápagos, hasta Carchi.
- Responde la demanda de Europa y Asia.

JUSTIFICACIÓN

La superficie de **café** ha reducido, así, 2018 registró 61254 ha, mientras que 2022 registró 29901 ha (disminución del 51,18 %). Comportamiento debido a los **altos costos** de producción, **importación** de café verde, y **bajos precios**; situaciones que desmotivan a productores y nuevas generaciones, fomentando el abandono y cambio del cultivo por otros más rentables (SIPA, 2023).



Yara (2022)



Agritotal (2020)

La producción de **caña de azúcar** ha sido creciente, sin embargo, se registró una reducción en 2022 (8,11 millones de t) del 30,47 % con respecto a 2021 (11,67 millones de t). Los precios a nivel de productor, mantuvieron una tendencia creciente en 2022 (\$30,17/t), no obstante, durante el tercer trimestre de 2022 los precios a nivel de productor bajaron(\$ 29,70/t) (SIPA, 2023).

León (2016) y Calderón (2021) y realizaron **planes de negocios** y **proyectos de factibilidad** para la creación de empresas productoras y comercializadoras de licor de café, en la ciudad de Loja, llegando a la conclusión que si es factible poner en ejecución dichos proyectos. Sin embargo, **no** se ha realizado estudios acerca de una **formulación** para elaborar licor de café base de **aguardiente, café molido y panela**.



Se tomó ventaja de esta oportunidad para **obtener la formulación** del licor de mayor aceptabilidad, que además cumpla con los requisitos establecidos la norma **INEN 1837**. Con el propósito de a corto plazo ofrecer al **mercado** un producto con los atributos característicos del café de altura, aguardiente y panela. Contribuyendo así al **desarrollo económico, cultural y social** del productor. Así, este estudio busca ser un paso importante para el **desarrollo agroindustrial** y **crecimiento de la economía** local.



OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar el efecto de tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de licor de café.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de tres tiempos de maceración y dos concentraciones de café sobre las características fisicoquímicas grado alcohólico, sólidos solubles y pH.
- Establecer la formulación del tratamiento de mayor aceptabilidad organoléptica en color, olor y sabor.
- Determinar si las características fisicoquímicas grado alcohólico, productos congéneres y azúcares totales del tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica, se ajustan a las normas establecidas por el INEN para una bebida alcohólica tipo licor.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula

El tiempo de maceración y la concentración de café no influyen significativamente en el sabor del licor de café.

Hipótesis alterna

El tiempo de maceración y la concentración de café influyen significativamente en el sabor del licor de café.

REVISIÓN DE LITERATURA

Café (*Coffea arabica* L.)

Origen e Importancia	→	África 1830: Manabí-Ecuador Exportación (1,2 % y 0,6 %)
Producción nacional	→	2022: superficie 30 mil ha, producción 8 mil, rendimiento de 0,27 t/h
Producción en Loja	→	2022: superficie 3600 ha, producción 1300, rendimiento de 0,34 t/h
Producción en Puyango	→	2022: superficie 94 ha, 400 a 1 300 msnm, 19 a 23 °C



Yara (2020)

Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Origen e Importancia	→	India Exportación: 90 %
Producción nacional	→	2022: superficie 113 mil ha, producción 7,7 millones ton.
Producción en Loja	→	2022: superficie 2300 ha, producción 215 mil t, rendimiento de 103,84 t/h
Producción en Puyango	→	2020: superficie 520 ha



FEDEGAN (2022)

Aguardiente de caña

Producto obtenido de fermentación y destilación (INEN 362, 2014).
INEN 362: 28 a 50 %

Azúcar de caña sin refina o Panela

Sacarosa parcialmente purificada, cristalizada a partir de jugo de caña parcialmente purificado sin más purificación (INEN 192, 2016)

Maceración

Extracción sólido líquido

Licor de café

Bebida alcohólica obtenida por maceración alcohólica de café y edulcorada (INEN 338, 2014)

Grado alcohólico (%)

Relación entre el volumen del alcohol etílico contenido en una mezcla hidroalcohólica, y el volumen total (INEN 338, 2014)

Productos congéneres

Impurezas o sustancias volátiles

Sólidos solubles (°Brix)

Concentración de sacarosa

Azúcares totales

Azúcares presentes de forma natural y añadidos

Normas INEN

Servicio Ecuatoriano de Normalización



DISEÑO EXPERIMENTAL

DCA en arreglo bifactorial (3*2) con 5 repeticiones

Factores

Tiempo de maceración: 3 niveles (T1=10 días, T2=15 días y T3=20 días)

Concentración de café: 2 niveles: (C1=70 gramos y C2=100 gramos)

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + C_j + TC_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = grado alcohólico, sólidos solubles y pH

μ = media general

T_i = efecto de i-ésimo tiempo

C_j = efecto de la j-ésima concentración

TC_{ij} = efecto de la interacción tiempo*concentración

ε_{ijk} = error experimental

Croquis Experimental

T2R1	T1R3	T4R5	T6R5	T5R3
T3R2	T6R3	T2R5	T1R4	T4R2
T1R1	T4R1	T5R4	T3R5	T6R1
T5R2	T3R3	T6R4	T2R4	T1R2
T4R3	T2R3	T1R5	T5R5	T3R1
T6R2	T5R1	T3R4	T4R4	T2R2

Análisis estadístico

Fisicoquímico: Tukey ($p = 0,05$)

Organoléptico: DBCA, prueba no paramétrica de Friedman ($p=0,05$)

InfoStat

Tratamientos	Descripción
T1	10 días de maceración, 70 gramos de café
T2	15 días de maceración, 70 gramos de café
T3	20 días de maceración, 70 gramos de café
T4	10 días de maceración, 100 gramos de café
T5	15 días de maceración, 100 gramos de café
T6	20 días de maceración, 100 gramos de café

Fase de campo

Finca "El Naranjo"



Fuente: (Google Maps, 2022).

Altitud: 1290 m s. n. m.

- Elaboración de café molido
- Elaboración de aguardiente

Fase de laboratorio

Laboratorio de Agroindustrias



Fuente: (Google Maps, 2022).

Altitud: 2748 m s. n. m.

- Elaboración del licor de café
- Evaluación de variables fisicoquímicas
- Evaluación de variables organolépticas

Elaboración de café molido



Cosecha
(20 kg)



Fermentación
(10 días, 21 °C)



Secado
(15 días)



Pelado



Molienda



Tostado
(200 °C)

Elaboración de aguardiente

Cosecha
(250 kg)



Transporte



Molienda
(125 L)



Fermentación
(10 días)



Destilación
(20 L)



Implementación de tratamientos



Tratamientos

500 ml de aguardiente
70 g de café: T1, T2 y T3
100 g de café: T4, T5 y T6



Maceración

10, 15 y 20 días



Filtrado



Edulcoración

(200 g panela/500 ml agua)

Determinación de características fisicoquímicas

Grado alcohólico

Norma INEN 340
Destilación: 250 ml de muestra
Alcoholímetro: lectura
10, 15 y 20 días



Sólidos solubles

Norma INEN 380
1 gota de muestra
Refractómetro: 20 °C ±0,5 °C
10, 15 y 20 días



pH

Norma INEN-ISO 10523
100 ml de muestra
pHmetro: lectura
10, 15 y 20 días



Determinación de características organolépticas

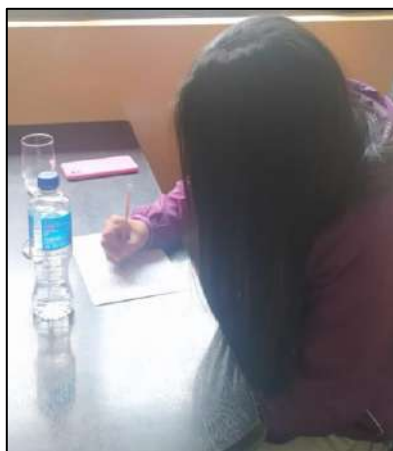
Color, olor y sabor

Grupo de 10 personas (no entrenadas)
6 muestras (tratamientos) / persona
Muestra: 10 ml de licor de café
Tratamientos: código identificación

Catación: INEN 350
Color: INEN 11037 (observación detenida)
Olor y Sabor: INEN 13301 (movimiento suave y en forma circular; sorbos de 3 a 4 ml)

Calificación: escala hedónica de 5 puntos

- 1= me disgusta
- 2= no me gusta
- 3= me gusta poco
- 4= me gusta
- 5= me gusta mucho



PRUEBA HEDÓDICA PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LICOR DE CAFÉ

Se catarán 6 tipos de licor donde cada característica organoléptica tendrá una valoración de 1 a 5 puntos, siendo:

- 1: Me disgusta
- 2: No me gusta
- 3: Me gusta poco
- 4: Me gusta
- 5: Me gusta mucho

S9C1		Valoración					L0A7		Valoración				
Característica		1	2	3	4	5	Característica		1	2	3	4	5
Color							Color						
Olor							Olor						
Sabor							Sabor						
M2P6		Valoración					G8F4		Valoración				
Característica		1	2	3	4	5	Característica		1	2	3	4	5
Color							Color						
Olor							Olor						
Sabor							Sabor						
D5I3		Valoración					Z8T3		Valoración				
Característica		1	2	3	4	5	Característica		1	2	3	4	5
Color							Color						
Olor							Olor						
Sabor							Sabor						

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas

Grado alcohólico, sólidos solubles y pH

Promedio \pm desviación estándar del grado alcohólico, sólidos solubles y pH de licor de café

Descripción TC*	Tratamiento	Grado alcohólico (%)	Sólidos solubles (°Brix)	pH
10 70	T1	13,90 \pm 0,12 d	23,58 \pm 0,18 d	6,25 \pm 0,27 a
15 70	T2	14,20 \pm 0,16 cd	24,09 \pm 0,27 cd	5,82 \pm 0,30 b
20 70	T3	14,34 \pm 0,15 c	24,29 \pm 0,22 c	5,66 \pm 0,13 bc
10 100	T4	14,46 \pm 0,13 c	24,50 \pm 0,19 c	5,54 \pm 0,15 bc
15 100	T5	15,05 \pm 0,27 b	25,53 \pm 0,47 b	5,40 \pm 0,16 cd
20 100	T6	15,38 \pm 0,11 a	26,06 \pm 0,14 a	5,10 \pm 0,12 d

Interacción tiempo*concentración mostró un efecto **significativo** ($p < 0,05$) sobre **grado alcohólico** ($F=5,30$; $p=0,0124$), **sólidos solubles** ($F=6,43$; $p=0,0058$) y **pH** ($F=4,96$; $p=0,0157$).

NTE INEN 1837 (2016), grado alcohólico de 15 % a 50 %. T5 (15,05 %) y T6 (15,38 %) cumplieron.

Pineda et al. (2014) licor de café con grado alcohólico de 15 % en un tiempo de 10 días de maceración y una concentración de 125 gramos de café.

Tarifeño (2017), 18,20 a 46,20 °Brix y pH de 6,87 a 4,22. Mientras más tiempo de maceración y concentración de soluto, los sólidos solubles aumentan y el pH disminuye.

Quintao et al. (2010), aumento de 26,80 a 31,25 °Brix y reducción de pH de 5,31 a 4,75; a medida que el tiempo y la concentración aumenta; licor (19 días y 100 gramos), de 29,03 °Brix y pH de 4,87.



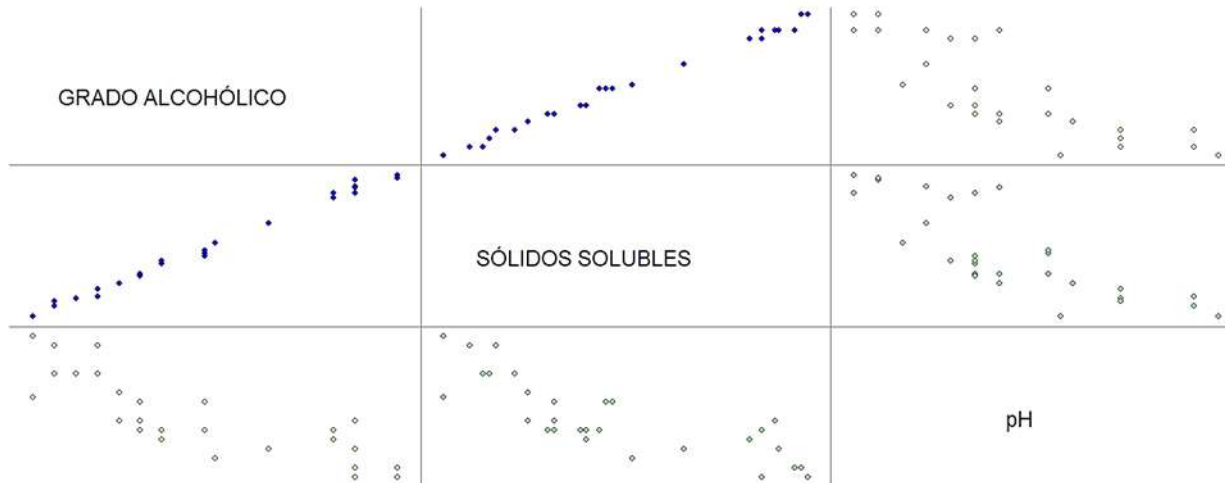
Regresión lineal múltiple

Grado alcohólico = $11,22 + 0,07 \text{ Tiempo} + 0,03 \text{ Concentración}$; $R^2 = 0,88$

Sólidos solubles = $19,08 + 0,11 \text{ Tiempo} + 0,05 \text{ Concentración}$; $R^2 = 0,88$

pH = $8 - 0,05 \text{ Tiempo} - 0,02 \text{ Concentración}$; $R^2 = 0,77$

Correlación



- S. solubles y grado alcohólico ($r = 0,97$; $p = 0,0001$)
- pH y sólidos solubles ($r = - 0,79$; $p = 0,0162$)
- pH y grado alcohólico ($r = - 0,78$; $p = 0,0183$)

Características organolépticas

Color, olor y sabor

Promedio del color, olor y sabor de licor de café

Descripción TC*	Tratamiento	Color	Olor	Sabor
10 70	T1	2,50 a	2,60 a	2,45 a
15 70	T2	3,80 cd	2,60 ab	3,65 abcd
20 70	T3	4,15 cd	3,40 abc	3,15 abc
10 100	T4	3,20 abc	3,65 abc	4,30 cd
15 100	T5	4,75 d	4,50 c	4,85 d
20 100	T6	2,60 ab	4,25 c	2,60 ab

Interacción tiempo*concentración mostró un efecto **significativo** ($p < 0,05$) sobre **color** ($p=0,0009$), **olor** ($p=0,0254$) y **sabor** ($p=0,0012$).

Aceptación: hipótesis alterna.

A < tiempo y concentración
y
A > tiempo y concentración

MENOR ACEPTACIÓN

Preferencia
formulación media

Valenzuela (2010) licor de café de 15 días y 90 gramos, 4,05 en **color**; 4,06 en **olor**; y 3,94 en **sabor**. Calificaciones menores a < tiempo y concentración (1 día y 90 gramos) y a > tiempo y concentración (40 días y 120 gramos).

López (2017) licor de café: **color** (3,6), caoba oscuro; **olor** (3,4), delicado y recuerdos a café recién tostado y aguardiente fino y elegante; y **sabor** (3,8), dulce, limpio, persistente y con predominio de notas a café y caramelo.

Delgado et al. (2019), aumento de relación superficie-volumen; tipo de maceración; tipo y proceso de obtención de ingredientes; y contenido de alcohol y edulcorante, mejoran las impresiones organolépticas.

Análisis fisicoquímico del tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica

Grado alcohólico, productos congéneres y azúcares totales

Resultado de Laboratorio

Tratamiento	Características fisicoquímicas		Resultado
T5	Grado alcohólico		15 %
	P. Congéneres	Furfural	0,01 mg/100 cm ³
		Metanol	0,18 mg/100 cm ³
		Alc. superiores	17,11 mg/100 cm ³
	Azúcares totales		198,9 g/L

NTE INEN 1837: Requisitos fisicoquímicos para licores

Requisitos	Mínimo	Máximo	Unidad	Método de ensayo
Alcohol	15	50	%	NTE INEN 340
Furfural	-	10	mg/100 cm ³	NTE INEN 2014
Metanol	-	10	mg/100 cm ³	NTE INEN 2014
Alcoholes superiores	-	150	mg/100 cm ³	NTE INEN 2014
Azúcares totales			g/L	
Licor dulce	101	250		NTE INEN 358



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
 ÁREA ALIMENTOS
 INFORME DE RESULTADOS

INF. N° 2022-0471-1

SOLICITADO POR: ¹	SANMARTIN LOAIZA CARLOS ANDRÉS
DIRECCIÓN DEL CLIENTE Y/O DIRECCION DEL LUGAR DE MUESTREO: ³	PICHINCHA/ QUITO/ MENA 2
MUESTRA DE: ³	LICOR DE CAFÉ
DESCRIPCIÓN: ²	LICOR DE CAFE
LOTE: ³	-----
FECHA DE ELABORACIÓN: ³	29/11/2022
FECHA DE VENCIMIENTO: ³	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	12/12/2022
HORA DE RECEPCIÓN:	11:45
FECHA DE ANÁLISIS:	14-19/12/2022
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	21/12/2022
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	LIQUIDO
Contenido: 750 ml.	
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME			
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Grado Alcohólico a 20°C	% (v/v)	15	INEN 340
Furfural	mg/100 cm ³ de alcohol anhidro	0.01	INEN 2014
Metanol	mg/100 cm ³ de alcohol anhidro	0.18	INEN 2014
Alcoholes Superiores	mg/100 cm ³ de alcohol anhidro	17.11	INEN 2014
Azúcares Totales	g/l	198.9	INEN 358



ESPE
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONCLUSIONES

- El tiempo de maceración y la concentración de café empleados en la elaboración de licor de café mostró un efecto significativo sobre las características fisicoquímicas grado alcohólico, sólidos solubles y pH; y organolépticas color, olor y sabor.
- El licor de café, macerado a 20 días y con 100 gramos de café en su formulación, presentó el mayor valor en grado alcohólico (15,38 %), sólidos solubles (26,06 °Brix) y, registró el valor más bajo de pH (5,10). Mientras que el licor elaborado con un tiempo de maceración de 10 días y 70 gramos de café mostró los valores más bajos en grado alcohólico (13,90 %), sólidos solubles (23,58 °Brix) y, el mayor valor en pH (6,25).
- El tiempo de 15 días maceración con una concentración de 100 gramos de café, fue la formulación del tratamiento de mayor aceptabilidad organoléptica, el cual obtuvo las mayores calificaciones en color (4,75), olor (4,50) y sabor (4,85).
- Los valores de las características fisicoquímicas grado alcohólico (15 %); productos congéneros: furfural (0,01 mg/100 cm³), metanol (0,18 mg/100 cm³), alcoholes superiores (17,11 mg/100 cm³); y azúcares totales (189,9 mg/100 cm³), del tratamiento (15 días de maceración, 100 gramos de café) con mayor aceptabilidad organoléptica, se encontraron dentro de los rangos establecidos por la NTE INEN 1837, para una bebida alcohólica tipo licor y, por lo tanto, es un producto apto para el consumo humano.

RECOMENDACIONES

- Macerar bajo oscuridad a una temperatura entre 18 y 25 °C y, emplear una granulometría fina de café molido. Estas condiciones permiten una mayor extracción de fenoles (compuestos aromáticos) y, mejoran de forma notable las impresiones en cata (visuales, olfativas y gustativas) del licor de café.
- Con la ayuda de expertos, mejorar las características organolépticas del licor de café de mayor aceptación, para llegar a tener un producto competitivo frente a los ya desarrollados y posicionados en el mercado ecuatoriano.
- Realizar un proyecto de factibilidad agroindustrial de producción y comercialización de licor de café en la parroquia Mercadillo, con base al tratamiento con mayor aceptabilidad. Esto como una alternativa a los bajos precios recibidos a nivel de productor, por la venta de forma tradicional de café y caña de azúcar; contribuyendo así al desarrollo agroindustrial y económico de la localidad.

AGRADECIMIENTOS

