

8 DESARROLLO DE UN PROCESO ESCALA DE LABORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE LICOR DE CÁÑAMO (CANNABIS SPP.).

DEVELOPMENT OF A LABORATORY SCALE PROCESS FOR THE PRODUCTION OF HEMP LIQUOR (CANNABIS SPP.).

Micaela Montalvo Yépez¹, Lourdes Araceli Granja Alvear¹², Julio Amilcar Pineda-Insuasti³, Camilo Alejandro Pineda-Soto⁴

¹Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador

²Escuela de Ciencias Químicas e Ingeniería. Universidad de Tecnología Experimental Yachay Tech

³Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente, Ibarra, Ecuador

⁴BIOECOLÓGICOS. www.bioecologicos.com, Ibarra, Ecuador

Autor para correspondencia: paola.montalvo590@ist17dejulio.edu.ec

Recibido: 31/12/2022

Aceptado: 04/01/23

RESUMEN

Existe limitado conocimiento en el campo de bebidas alcohólicas de Cannabis, por lo cual se propone realizar esta investigación con el fin de optimizar el proceso de producción de licor de un licor. Esto mediante un proceso de maceración directa de la biomasa de cannabis en la matriz hidroalcohólica a diferentes concentraciones y diferentes tiempos, que permitan establecer los factores y variables clave para una mayor cantidad de SDT en el licor. Se determina el modelo matemático que optimiza el proceso de producción de licor de cannabis en función de del tiempo y la concentración de la solución.

Palabras clave: Cannabis, Sólido-Líquido, modelo matemático.

INTRODUCCIÓN

Cannabis sativa L., comúnmente llamada cáñamo o cannabis, es la planta herbácea anemófila de la familia Cannabaceae (Farinon et al., 2020). El cannabis contiene más de 100 compuestos químicos activos conocidos como "cannabinoides" (De Petrocellis et al., 2011; Tallon, 2020). El más psicoactivo es el delta-9-tetrahidrocannabinol (THC). El THC también tiene cualidades estimulantes del apetito,

ABSTRACT

There is limited knowledge in the field of Cannabis alcoholic beverages, which is why it is proposed to carry out this research in order to optimize the liquor production process. This through a process of direct maceration of the cannabis biomass in the hydroalcoholic matrix at different concentrations and different times, which allow establishing the key factors and variables for a greater amount of SDT in the liquor. The mathematical model that optimizes the cannabis liquor production process as a function of time and solution concentration is determined.

Keywords: Cannabis, Solid-Liquid, mathematical model.

antiinflamatorias, analgésicas y antieméticas, lo que lo convierte en un fármaco muy prometedor para aplicaciones medicinales (Sirikantaramas et al., 2005; Tashkin et al., 2012). El cannabis es utilizado para usos textiles y alimentarios, ya que tiene un alto contenido de cannabidiol (CBD) o productos químicos similares y prácticamente carece de delta-9-THC (Appendino et al., 2011). Las plantas de tipo fibra contienen

principalmente ácidos cannabinoicos (Brighenti et al., 2017).

Se han identificado tres especies principales de cannabis (sativa, indica y ruderalis) (Singh et al., 2018; Teterycz et al., 2021). El CBD, un componente no psicoactivo, puede compensar estos efectos. Además, la Administración de Alimentos y Medicamentos aprobó recientemente una solución oral de CBD para el tratamiento de epilepsia (Ghosh et al., 2019).

Los productos de cannabis se reconocen cada vez más como alimentos beneficiosos. Las flores y semillas son una gran fuente nutricional que tiene un alto contenido de proteínas, lípidos fibra insoluble y carbohidratos fácilmente digeribles. Tienen una proporción favorable de omega-6 y omega-3, se adaptan muy bien a la nutrición humana (Wolf et al., 2017). La materia vegetal de cannabis se puede usar para hacer una variedad de alimentos.

Las comidas y bebidas a base de plantas han ganado popularidad durante la década anterior y la industria se está expandiendo rápidamente (Ramírez y Viveros, 2021; Pacifici et al., 2017). Por ejemplo, las bebidas sustitutas de la leche derivadas de un material de origen vegetal que incluye soya, coco, almendras y cannabis han ganado prominencia (Pontanavong, 2018; Dabija et al., 2018). Específicamente hablando de mezclas o batidos de proteínas, infusiones, cervezas con infusión de cáñamo (p. ej., Turn®, Cannabia®, Mandrin®, Coors Light® y Appenzeller Hanfblüte™), vinos con infusión de cáñamo, cócteles de cáñamo (p. ej., ginebra tónica Hempfy), alcoholes (semilla de cáñamo utilizada como saborizante), limonadas, Hampfy Martini, té (p. ej., HempTea), y el ponche de café son algunos de los productos a base de cáñamo (Korus et al., 2017). Todos estos productos tienen un nicho de mercado centrado en alimentos y bebidas orgánicos, así como tiendas

especializadas en alimentación (Schlien et al., 2020; Radocai et al., 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió a escala de laboratorio el desarrollo de un proceso para la producción de licor a partir de Biomasa de cannabis spp. El trabajo experimental se realizó en el Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA), localizado en la ciudad de Ibarra, Ecuador a 2200 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura promedio de 18 °C.

Material genético

Como materia prima se utilizó Biomasa seca de cannabis sativa Top Top Top 613, suministrada por la empresa YUMBORGANIC S.A.S. localizada en Chontal Medio/Llurimagua, García Moreno, Cotacachi, Ecuador (figura 1).



Figura 1. Biomasa de Cannabis Top Top Top 613 (YUMBORGANIC S.A.S.)/ 29/12/22.

En la figura 2, se presenta las características de la materia prima, de acuerdo con su ficha técnica se identifica la siguiente composición:

CARACTERÍSTICAS	LIMITES	UNIDADES	MÉTODOS ANALÍTICOS
THC	> 1.0	%	AOAC 2018.11
CBD	12 – 15	%	AOAC 2018.11
HUMEDAD	< 13 %	%	AOAC 986.21
MATERIA ORGÁNICA	0.1	%	Método Interno
Aerobios Totales	< 10 ⁵	UFC/g	Y-LAB-01
E. coli	< 10 ²	UFC/g	Y-LAB-02
Salmonella	Abs.	1 g	Y-LAB-03

Figura 2. Ficha técnica muestra Cannabis.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se estableció como unidad experimental una muestra de solución de 40 ml, conteniendo 4 g de biomasa de cannabis seca y molida; como factores de estudio se definieron el tiempo de agitación en los niveles de 12 y 24 horas y la concentración de la solución en los niveles de 12 y 25 %.

Se establecieron como parámetros de operación el tamaño promedio de partícula de 0,5 mm, pH de 7,2, la velocidad de agitación de 100 rpm y presión atmosférica (101,3 KPa).

La variable de respuesta seleccionada fue la productividad del proceso de maceración dinámica, medida como Sólidos Disueltos totales (SDT) en ppt. Como factores de ruido se identifica la cantidad de luz, la temperatura del ambiente y el clima.

Se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS, para planificar un diseño experimental factorial multinivel estándar 2², con tres replicas, completamente aleatorio, con un total de 12 tratamientos. El diseño deberá ser ejecutado en 3 bloques y el orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado. Esto aportará protección contra el efecto de variables ocultas.

Procedimiento Experimental

En la figura 3, se presenta el diagrama de flujo del proceso experimental. La muestra de Biomasa de cannabis fue pulverizada en un triturador industrial de marca MONTERO-LAR-15PMB, la muestra pulverizada se tamizó en un tamiz de 0,5 mm de tamaño. Como solución se utilizó agua con alcohol etílico neutro rectificado, en concentración de 12 y 25 %. Se llenaron las jarras de vidrio de 125 ml con 4 g de Biomasa de cannabis en polvo y 36 ml de solución hidroalcohólica y posteriormente se procedió a realizar la maceración dinámica, en un equipo agitador de marca BIODIVERSITY, a 100 rpm. Luego de la maceración, las muestras se filtraron través de un papel de filtro de celulosa gruesa de 0,3

micras con la ayuda de una bomba de vacío marca QUALITY QVP-500, a cada muestra filtrada se le midió los SDT con un equipo marca HANNA. El licor obtenido fue ajustado su °Brix, envasado y etiquetado, para análisis y gestión del registro sanitario.



Figura 3. Diagrama de flujo licor de cannabis.



Figura 4. Recepción materia prima



Figura 5. Triturado.



Figura 8. Filtrado

El proceso de desfibrado consiste en retirar la fibra de la muestra de Biomasa, de forma manual. En este caso se obtiene el 10% de fibra natural de cáñamo (figura 6).



Figura 6. Desfibrado



Figura 7. Macerado



Figura 9. Envasado y etiquetado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cannabis tiene un alto valor nutritivo, por lo que todas las partes de la planta, incluido el tallo, las semillas, las raíces y las flores, se han utilizado para la producción de alimentos y

bebidas (Farinon et al., 2020). Está compuesto por un 30% de aceite y un 25% de proteína, ambos ricos en valor nutricional, así como un 10-15% de fibra insoluble (Callaway et al., 2004; Baldini et al., 2018; Irakli et al., 2019).

En la tabla 1, se presenta la matriz de resultados experimentales, como se puede observar se logra un mínimo SDT de 1,31 ppt cuando se trabaja con 12 h de tiempo y de 25% de concentración de la solución y un máximo de 2,83 ppt, cuando se trabaja con 24 h de maceración y 12% de concentración de la solución.

Tabla 1. Matriz de Resultados Experimentales

BLOQU E	Tiempo (h)	Concentración (%)	SDT (ppt)
1	12	12	2,49
1	12	25	1,41
1	24	25	1,67
1	24	12	2,80
2	12	25	1,31
2	12	12	2,49
2	24	25	1,73
2	24	12	2,79
3	24	12	2,83
3	12	12	2,55
3	12	25	1,41
3	24	25	1,65

Fuente: Elaborada por el autor

Análisis de Varianza para SDT

En la tabla 2, se presenta el ANOVA que particiona la variabilidad de SDT en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0,05 indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 2. Análisis De Varianza para SDT

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tiempo	0,273008	1	0,273008	141,41	0,0000
B: Concentración	3,81941	1	3,81941	1978,40	0,0000

AB	0,000075	1	0,000075	0,04	0,8503
bloques	0,00181667	2	0,000908333	0,47	0,6459
Error total	0,0115833	6	0,00193056		
Total (corr.)	4,10589	11			

La ecuación de regresión del modelo empírico ajustado a los datos de SDT es la siguiente:

$$SDT = 3,26872 + 0,023953 * \text{Tiempo} - 0,0879487 * \text{Concentración} + 0,0000641026 * \text{Tiempo} * \text{Concentración}$$

Optimización de la respuesta

En la tabla 3, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza los valores de SDT sobre la región indicada.

Optimizar Respuesta

Meta: maximizar SDT

Valor óptimo = 2,80667

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Tiempo	12,0	24,0	24,0
Concentración	12,0	25,0	12,0

Fuente: Elaborada por el autor

En la figura 10, se presenta el Diagrama de Pareto Estandarizada para SDT, como se puede observar, la concentración y el tiempo son significativos, por lo cual dichos factores deben conservarse en el modelo matemático empírico.

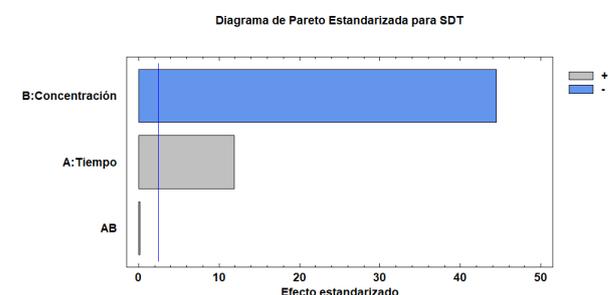


Figura 11. Diagrama de Pareto Estandarizada para SDT

En la figura 11, se presenta la Superficie de Respuesta Estimada para SDT, en la cual se puede observar que el punto máximo logrado de SDT equivalente a 2,8 ppt se da con las condiciones de tiempo de 24 h y concentración de 12%.

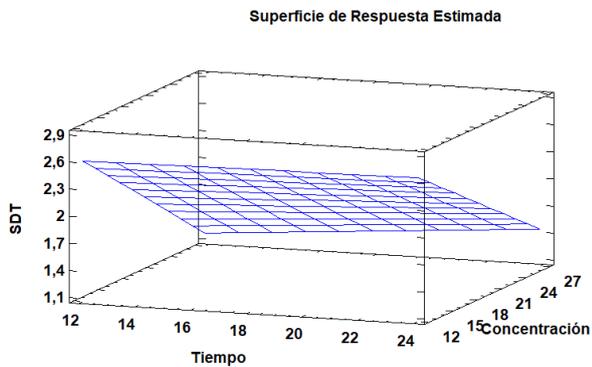


Figura 11. Superficie de Respuesta Estimada

CONCLUSIONES

El uso del cannabis de forma directa en la preparación de alimentos y bebidas es cada día más frecuente, principalmente la preparación de alimentos nutraceuticos. Se logra un óptimo SDT de 2,8 ppt en la preparación del licor de cannabis, cuando se trabaja una maceración dinámica 24 horas con una concentración de 12% de solución alcoholica. Se puede concluir que a mayor tiempo de maceración se obtiene disolución con mayor cantidad de SDT, siempre y cuando se mantenga una concentración alcohólica baja.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente, Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Empresa YUMBORGANIC S.A.S y la Marca comercial BIODIVERSITY®. Por su cooperación en la realización de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appendino, G.; Chianese, G.; Tagliabue, S.; Scafati, O. Cannabinoids: Occurrence and medicinal chemistry. *Curr. Med. Chem.* 2011, 18, 1085–1099.
- Baldini, M.; Ferfuaia, C.; Piani, B.; Sepulcri, A.; Dorigo, G.; Zuliani, F.; Danuso, F.; Cattivello, C. The performance and potentiality of monoecious hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars as a multipurpose crop. *Agronomy* 2018, 8, 162.
- Brighenti, V.; Pellati, F.; Steinbach, M.; Maran, D.; Benvenuti, S. Development of a new extraction technique and HPLC method for the analysis of non-psychoactive cannabinoids in fibre-type *Cannabis sativa* L. (hemp). *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2017, 143, 228–236.
- Callaway, J. Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica* 2004, 140, 65–72.
- Dabija, A.; Codina, G.G.; Gâtlan, A.-M.; Sanduleac, E.T.; Rusu, L. Effects of some vegetable proteins addition on yogurt quality. *Sci. Study Research. Chem. Chem. Eng. Biotechnol. Food Ind.* 2018, 19, 181–192.
- De Petrocellis, L.; Ligresti, A.; Moriello, A.S.; Allarà, M.; Bisogno, T.; Petrosino, S.; Stott, C.G.; Di Marzo, V. Effects of cannabinoids and cannabinoid-enriched *Cannabis* extracts on TRP channels and endocannabinoid metabolic enzymes. *Br. J. Pharmacol.* 2011, 163, 1479–1494.
- Farinon, B.; Molinari, R.; Costantini, L.; Merendino, N. The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition. *Nutrients* 2020, 12, 1935.
- Ghosh, M.; Naderi, S. Cannabis and cardiovascular disease. *Curr. Atheroscler. Rep.* 2019, 21, 1–6.
- Irakli, M.; Tsaliki, E.; Kalivas, A.; Kleisaris, F.; Sarrou, E.; Cook, C.M. Effect of genotype and growing year on the nutritional, phytochemical, and antioxidant properties of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Antioxidants* 2019, 8, 491.
- Korus, J.; Witczak, M.; Ziobro, R.; Juszcak, L. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch based gluten-free bread. *LWT* 2017, 84, 143–150.
- Pacifici, R.; Marchei, E.; Salvatore, F.; Guandalini, L.; Busardò, F.P.; Pichini, S. Evaluation of cannabinoids concentration and stability in standardized preparations of cannabis tea and cannabis oil by ultra-high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Clin. Chem. Lab. Med. (CCLM)* 2017, 55, 1555–1563.
- Pongtanavong, A. Encapsulated cannabis oil Oolong tea formulation. *Journal of Biotechnology* 2018, 2, 1–35.
- Radocaj, O.; Dimic, E.; Tsao, R. Effects of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil press-cake and decaffeinated green tea leaves (*Camellia sinensis*) on functional characteristics of gluten-free crackers. *J. Food Sci.* 2014, 79, 318–325.
- Ramírez, A.; Viveros, J.M. Brewing with *Cannabis sativa* vs. *Humulus lupulus*: A review. *J. Inst. Brew.* 2021, 4, 55–67.
- Schlienz, N.J.; Spindle, T.R.; Cone, E.J.; Herrmann, E.S.; Bigelow, G.E.; Mitchell, J.M.; Flegel, R.; LoDico, C.; Vandrey, R. Pharmacodynamic dose effects of oral cannabis ingestion in healthy adults who infrequently use cannabis. *Drug Alcohol Depend.* 2020, 211, 107969.
- Singh, A.; Saluja, S.; Kumar, A.; Agrawal, S.; Thind, M.; Nanda, S.; Shirani, J. Cardiovascular complications of marijuana and related substances: A review. *Cardiol. Ther.* 2018, 7, 45–59.
- Tallon, M.J. *Cannabis sativa* L. and its extracts: Regulation of cannabidiol in the European Union and United Kingdom. *J. Diet. Suppl.* 2020, 17, 503–516.
- Tashkin, D.P.; Simmons, M.S.; Tseng, C.-H. Impact of changes in regular use of marijuana and/or tobacco on chronic bronchitis. *COPD: J. Chronic Obstr. Pulm. Dis.* 2012, 9, 367–374.

- Teterycz, D.; Sobota, A.; Przygodzka, D.; Łysakowska, P. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. *PLoS ONE* 2021, 16, e0248790.
- Wolf, C.E.; Poklis, J.L.; Poklis, A. Stability of tetrahydrocannabinol and cannabidiol in prepared quality control edible brownies. *J. Anal. Toxicol.* 2017, 41, 153–157.