

Índice

Resumen	2
Introducción	2
Objetivo	2
Marco Teórico	2
Yerba mate	2
Características	2
Distribución geográfica	3
Origen	3
Tipos de mate.....	3
Cafeína	4
Propiedades fisiológicas	6
Efectos fisiológicos beneficiosos de la cafeína	6
Extracción	7
Extracción sólido-líquido.....	7
Extracción líquido-líquido.....	8
Emulsiones.....	9
Evaporación	9
Cristalización de compuestos orgánicos	10
Métodos cromatográficos	10
Cromatografía en capa fina (TLC)	11
Materiales	12
Sustancias	13
Procedimiento	13
Montaje del dispositivo de la extracción sólido-líquido	13
Extracción sólido-líquido	13
Extracción líquido-líquido	14
Rotavapor	14
Cristalización	14
Cromatografía (TLC).....	15
Resultados	15
Gráfica	15
Cálculos finales.....	18
Cromatografía	19
Discusión	19
Conclusión	20
Referencias Bibliográficas	20
Anexos	22

Resumen:

En el siguiente trabajo se logró cuantificar la concentración de cafeína en %m/m presente en diferentes muestras de yerba mate. Se planteó como centro de estudio la siguiente pregunta investigable: ¿Cómo varía la concentración de cafeína en diferentes muestras de yerba mate medicinales (El Moncayo, La Selva «para nerviosos») en comparación con muestras de yerba mate regulares (Canarias, Baldo)?

Se trabajó con extracción sólido-líquido, mediante un dispositivo que simula la preparación de la infusión, extracción líquido-líquido, rotavapor, cristalización y cromatografía TLC. Mediante estas prácticas se pudo comprobar que las muestras de yerba mate consideradas regulares presentan una mayor concentración de cafeína que las consideradas medicinales.

Introducción:

El tema inicial del estudio de la cafeína es tema de interés en este grupo desde el año pasado. La razón de dicho interés es que notamos que hoy en día los uruguayos realizan un consumo casi excesivo de cafeína. Luego de una breve investigación, concluimos que las principales fuentes de dicha sustancia son el café y el mate. Se evaluaron diferentes propuestas hasta que finalmente concluimos que el estudio comparativo de la concentración de cafeína en diferentes muestras de yerba mate era la más viable y era capaz de dejar información útil para la población en general.

Mediante una búsqueda bibliográfica se encontraron diferentes protocolos que detallaban paso a paso la cuantificación de cafeína en muestras de café, té y yerba mate. Basándose en esos protocolos, se desarrolló uno adecuado a los instrumentos presentes en nuestro laboratorio o a los que se tenga acceso a modo de préstamo de otros laboratorios. Cuantificando mediante extracción y diferencia de masas la concentración de cafeína y determinando mediante TLC que efectivamente se trataba de dicha sustancia.

Se procuró que las muestras a estudiar sean de dos tipos, dos pertenecientes al grupo de las yerbas mate regulares (*Ilex paraguariensis* sin agregados de hierbas), y otras dos de tipo medicinal (*Ilex paraguariensis* con agregado de hierbas). Las muestras se eligieron basándose en una encuesta pública, obteniéndose como resultado que las yerbas mate regulares más consumidas son “Canarias” y “Baldo”, y las yerbas mate medicinales más consumidas son “El Moncayo” y “La Selva”. En el caso de la marca “La Selva”, existe mucha variedad dependiendo del efecto que se desee, para esta práctica se eligió la yerba mate específica para nerviosos por su supuesta disminución en la concentración de cafeína.

Objetivo:

- Cuantificar la concentración de cafeína expresada en %m/m de las diferentes muestras de yerba mate.

Marco Teórico:

Yerba mate:

Características:

La yerba mate es un árbol de follaje perenne, de color verde, con un troco que se caracteriza por presentar manchas blanquecinas. Puede alcanzar hasta 20 metros de altura. Sus hojas son simples con bordes dentados y los frutos son carnosos. Se conoce popularmente porque con sus hojas se prepara la yerba que se vende para la típica infusión.

La consistencia de las hojas es un tanto endurecida (coriácea). Las flores están agrupadas en inflorescencias compactas de color blanco. Son pequeñas y unisexuales, es decir, que presentan un solo sexo. Al madurar, las flores caen y se encuentran al pie del árbol con facilidad. El fruto o baya es de color rojo negruzco y, cuando está maduro, es muy apetecido por las aves.

Florece en noviembre y fructifica en otoño. Se reproduce por semillas, pero con cierta dificultad. Su polinización es realizada por insectos. Al igual que la palma pindó, la yerba mate forma parte de la cultura y del mito del pueblo guaraní. Es una planta reconocida por sus propiedades medicinales y por su valor nutricional. Es especie prioritaria para la conservación.

Distribución geográfica:

Comprende parte de Brasil, Paraguay, Bolivia y Argentina, siendo muy probable que en el norte uruguayo, esta planta se adapte a su clima y suelo. Posiblemente encuentre su hábitat en Perú, Ecuador y Colombia.

Origen:

Conocido como Té de los jesuitas o Té Paraguayo. La yerba fue consumida desde tiempo inmemorial por los pueblos guaraníes y guaycurúes, que recogían las hojas de ka'a en la selva, donde crecía en forma silvestre. Inicialmente las mascaban, luego las prepararon en infusión. Iniciado el período de dominación hispano-portuguesa en América del Sur, la costumbre de beber la infusión fue extendiéndose. Hacia fines del siglo XVI y comienzos del XVII, los españoles consideraron al mate como un vicio peligroso. Finalmente, el cultivo fue autorizado a los jesuitas, que lo monopolizaron hasta que fueron expulsados en 1767. Los jesuitas lograron domesticar la planta, mediante técnicas de secado de la semilla, lo que permitió extender las plantaciones al punto que la venta de yerba mate se convirtió en la principal fuente de ingresos de las "reducciones". Hacia 1720 el consumo se había generalizado también en el actual estado de São Paulo (Brasil). Hoy en día la zafra de la hoja en los yerbatales, continúa ligada a los regímenes de mensú sobre las comunidades guaraníes. Pero es en Argentina, donde los que cosechan la yerba mate, llamados "tareferos" (gringos, criollos e indígenas), se sienten identificados con la tarea de la cosecha. (*Biblioteca Plan Ceibal*)

Tipos de mate:

Se conoce con la denominación de yerba mate o yerba exclusivamente al producto formado por las hojas desecadas, ligeramente tostadas y desmenuzadas, de *Ilex paraguayensis*, mezcladas o no con fragmentos de ramas secas jóvenes, pecíolos y pedúnculos florales, sin perjuicio de autorizar la inclusión de otras especies de igual género tan pronto como se disponga de estudios que avalen su inocuidad y sean aprobados por la Autoridad Sanitaria Nacional. También se consideran otras denominaciones:

- *Yerba mate canchada*: es la yerba secada y triturada de manera gruesa.
- *Yerba mate elaborada*: es la yerba canchada que ha sido sometida a procesos de zarandeo, trituración y molienda, tal que se ajuste a las siguientes clasificaciones:
- *Yerba mate elaborada con palo*: es la yerba que contiene no menos del 65 % de hojas desecadas, rotas o pulverizadas y no más del 35 % de palo grosera y finamente triturada, astillas y fibras del mismo. Con el fin de determinar la cantidad total de palo, se utilizarán los tamices de abertura de 1 x 20 mm y n.º 40 (cuarenta mallas por pulgada). La fracción retenida sobre el tamiz de 1 x 20 mm será considerada palo y no deberá ser inferior al 12,5 % en peso de la muestra analizada. La fracción que pasa por el tamiz n.º 40 será considerada hoja. Con una alícuota de la fracción retenida en el tamiz N° 40 proveniente

de sucesivos cuarteos, se procederá a extraer con pinza las astillas y cáscaras de palo presentes con lo que se cuantificará la cantidad de palo en dicha fracción. Este porcentaje, más el retenido en el tamiz de 1 x 20 mm conformará el porcentaje total de palo de la muestra analizada. El cien por ciento de la muestra analizada deberá pasar por un tamiz cuya abertura sea de 5 x 70 mm.

- *Yerba mate elaborada despalada (o despalillada)*: es la yerba que contiene no menos del 90 % de hojas desecadas, rotas o pulverizadas y no más del 10 % de palo grosera o finamente triturado, astillas y fibras del mismo.
- *Caaminí (kaá: hierba; miní: pequeño/a)*: Es la variedad de yerba mate caracterizada por estar muy finamente molida (de allí "miní" por estar las hojas reducidas a fragmentos diminutos) y prácticamente desprovista de palo.
- *Yerba mate tostada*: es la yerba mate elaborada sometida posteriormente a un proceso de tostación.
- *Yerba soluble, mate instantáneo, extracto de mate en polvo, o concentrado de mate*: es el producto en polvo resultante de la deshidratación de los extractos acuosos obtenidos exclusivamente de la yerba mate.
(Barretto, M., 2006)

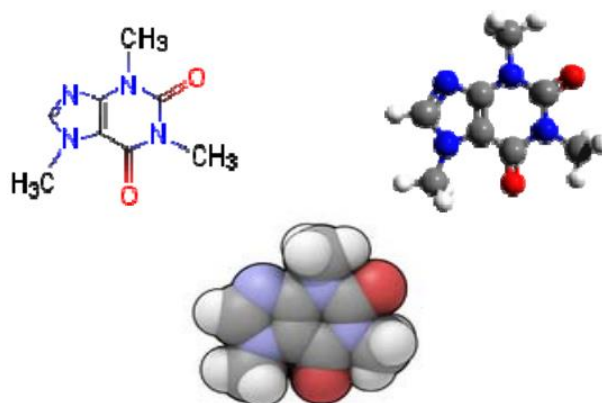
En nuestro caso, clasificamos las muestras de yerba mate en dos tipos:

- *Yerba mate regular*: *Ilex paraguayensis* sin ningún agregado de otras hierbas.
- *Yerba mate medicinal*: *Ilex paraguayensis* con agregado de algún tipo de hierba que asegure una disminución en la concentración de cafeína o en sus efectos.

La infusión de yerba mate contiene antioxidantes, glucósidos, xantinas, entre otros. Dentro de las xantinas se encuentra la cafeína, objeto de nuestro estudio.

Cafeína:

La cafeína es un alcaloide del grupo de las xantinas, que actúa como droga estimulante y psicoactiva. Su fórmula química es $C_8H_{10}N_4O_2$, con una masa molecular de 194,19 g/mol. Es una molécula química aquiral, y por lo tanto, no tiene enantiómeros ni tiene estereoisómeros. Presenta la siguiente fórmula molecular:



Su nombre sistemático es 1,3,7-trimetilxantina, 1,3,7-trimetil-2,6-dioxopurina o 3,7-dihidro-1,3,7-trimetil-1H-purina-2,6-diona. También es conocida como trimetilxantina, teína, mateína, guaranína, metilteobromina o metilteofilina, ya que se obtiene por extracción de materiales vegetales como el café, té, guaraná, chocolate, yerba mate o la nuez de cola.

En estado puro es un sólido cristalino blanco inodoro en forma de agujas blancas o polvo, con un gusto muy amargo, que tiene una densidad de 1,23 g/ml, un punto de fusión de 237 °C y es eflorescente en contacto con aire. A presión atmosférica sublima a 176 °C, sin descomposición. También, puede cristalizar en forma de prismas hexagonales.

Esta sustancia es soluble en agua y es función directa de la temperatura. A 25 °C se disuelven 22 mg de cafeína en 1 mL de agua, mientras que a 80°C se diluyen 180 mg/mL y a 100 °C lo hacen 670 mg/mL. Es muy soluble en agua hirviendo en la que cristaliza como monohidrato, ya que va perdiendo progresivamente la molécula de agua, hasta que lo hace totalmente a los 100 °C.

Sin embargo tiene más afinidad por algunos solventes orgánicos, como el cloroformo (CHCl_3) y el diclorometano (CH_2Cl_2), que a su vez son casi inmiscibles en agua. La cafeína puede formar combinaciones estables con sales alcalinas de ácidos débiles, como el benzoato y silicato de sodio, pero su reacción con ácidos da lugar a compuestos muy inestables. Se descompone fácilmente por la acción de álcalis calientes y por cloro.

Se encuentra en muchas especies de plantas. La fuente habitual de cafeína es el café, pero también se encuentra en el té (teína), guaraná (guaranina), mate (mateína), cacao y refrescos de cola, entre otros. El contenido de cafeína varía enormemente de unas plantas a otras. Dentro de una misma especie también existe gran variabilidad. Así, el contenido en cafeína del café varía dependiendo de la variedad, del tipo de grano y del método de preparación. Las plantas producen cafeína como pesticida natural, a modo de protección mecánica a través de la cual logran paralizar y matar ciertos insectos que se alimentan de la planta.

La determinación de cafeína ha adquirido mucha importancia, debido a su uso en la industria farmacéutica y en la industria de alimentos; ya sea como ingrediente en la elaboración de refrescos y bebidas energéticas o por su presencia en productos como el té, el mate, el cacao y el café. En todos estos casos, el control de calidad del parámetro cafeína es necesario en los productos. Por esta razón, se han desarrollado nuevos métodos instrumentales para su determinación en diversas matrices, especialmente en alimentos. Para elegir una técnica de separación de la cafeína, además de tener en cuenta los criterios económicos y de accesibilidad, hay que atender a dos tipos de consideraciones: unas tienen que ver con las propiedades físicas y estructurales de las moléculas que se pretende separar, o de las características de la matriz en que se encuentran; otras se derivan de los objetivos del análisis (sensibilidad, resolución, tiempo de análisis, necesidad de una detección específica).

El método de selección incluye los pasos necesarios para la obtención, preparación y posible fraccionamiento de la muestra, la aplicación de la técnica analítica adecuada y el tratamiento de los datos obtenidos. Las técnicas analíticas más empleadas en la actualidad pueden englobarse en dos grandes grupos: técnicas de separación y técnicas espectroscópicas. Las técnicas espectroscópicas proporcionan, para cada compuesto analizado, una información compleja, relacionada con sus características estructurales específicas, por otro lado las técnicas de separación se utilizan para resolver los componentes de una mezcla y la señal obtenida puede utilizarse con fines analíticos cuantitativos o cualitativos. En la actualidad, las separaciones analíticas se efectúan fundamentalmente por cromatografía y electroforesis.

(J., C., 1988)

Propiedades fisiológicas:

Los estudios sobre el mate, aunque muy limitados, han mostrado evidencia preliminar de que por las xantinas que contiene, la infusión de yerba mate es una fuente natural de energía que estimula el esfuerzo intelectual y físico. Las xantinas (cafeína, teobromina) son compuestos que estimulan el Sistema Nervioso Central (SNC). Dicha estimulación se traduce en excitación, dominando y regulando el esfuerzo intelectual y muscular, por lo que es ideal para personas que realizan deportes u tanto actividades físicas como mentales. Las tres xantinas presentes en el mate han mostrado tener efecto relajante en los tejidos musculares lisos, y efectos estimulantes miocárdicos. El mate es una bebida saludable porque contiene polifenoles que funcionan como antioxidantes. La infusión de yerba mate se reveló como un antioxidante más potente que el ácido ascórbico (vitamina C), con propiedades similares al vino tinto en su rol de fuerte antioxidante y de inhibidor en la oxidación de lipoproteínas de baja densidad. Detienen el envejecimiento celular: Estos compuestos aumentan las defensas naturales del organismo, al prevenir los ataques celulares diarios que causan el deterioro del cuerpo.

Previenen el crecimiento de células cancerígenas: Al combatir el envejecimiento celular, los antioxidantes también ayudan a prevenir ciertos tipos de cáncer. Disminuyen el riesgo de enfermedades cardiovasculares: Además, los antioxidantes previenen las enfermedades coronarias y cerebrovasculares porque evitan la arterosclerosis. Por su acción antihipercolesterolemica, las saponinas presentes en la infusión de yerba mate reducen la cantidad de lipoproteínas de baja densidad en la sangre.

Gracias a que estos compuestos interactúan con el colesterol y los ácidos biliares, se conforman miscelas mixtas que provocan la eliminación del colesterol al dificultar su absorción en el tracto gastrointestinal. El abuso de la yerba mate en cualquiera de sus formas es causa frecuente de disrupción hormonal (sobre todo en mujeres), alteración cardiovascular (taquicardia, arritmia), alteración nerviosa (insomnio, excitación e incluso delirio) y digestiva (gastritis crónica, esofagitis, duodenitis, reflujo gastroesofágico, colitis crónica, etc.).

Efectos fisiológicos beneficiosos de la cafeína:

La cafeína es uno de los estimulantes bioquímicos de mayor consumo en bebidas naturales. Este compuesto tiene efectos significativos importantes y profundos en la bioquímica y la fisiología celular. Se encuentra en algunos medicamentos para el resfriado, para el dolor, y supresores del apetito. En las plantas, la cafeína actúa como protector, causando parálisis y muerte en insectos.

La cafeína también ejerce su acción sobre la función renal al aumentar el flujo sanguíneo a través del riñón y la disminución en la reabsorción de sal. Esto explica el efecto diurético del café. La cafeína tiene propiedades importantes, entre ellas las siguientes:

- *Aporta energía y disminuye la depresión.* La cafeína estimula el sistema nervioso, facilitando la coordinación, mejorando el estado de ánimo y la motivación. Incrementa la energía, la resistencia y la rapidez, y disminuye el cansancio.
- *Ayuda a estar alerta y concentrarte.* Incrementa la capacidad de estar en un máximo estado de alerta y concentración. Al aumentar la actividad mental reduce el sueño.
- *Reducción del dolor de cabeza.* Reduce los dolores de cabeza, pues éste se debe a la tensión de los vasos sanguíneos del cerebro y la cafeína puede dilatarlos, reduciendo la intensidad del dolor. Ayuda a que los analgésicos proporcionen efecto más rápidamente.

- *Evita coágulos sanguíneos.* La cafeína se utiliza en la elaboración de medicamentos para evitar coágulos sanguíneos que causan ataques cardíacos y embolias cerebrales.

- *Reduce el riesgo de sufrir Parkinson.* A pesar de no haberse demostrado una relación dosis respuesta, la cafeína podría disminuir el riesgo de aparición de la enfermedad de Parkinson (EP) en hombres y en mujeres. El uso de estrógenos, incluso en histerectomizadas, impediría su efecto beneficioso. No queda claro si la disminución del riesgo de la EP por la cafeína es independiente o no del tabaco y el alcohol. De ser así, se establecería las bases para el uso de antagonistas de receptores de adenosina A2A y agonistas nicotínicos en el tratamiento de la EP. También se ha sugerido el uso de la cafeína en otras enfermedades neurodegenerativas: enfermedades de Alzheimer y de Huntington

- *Mejora el asma y las alergias.* La cafeína dilata los bronquios, combatiendo la crisis de asma y otras alergias. La cafeína es una de las principales sustancias de medicamentos para problemas respiratorios.

- *Previene la formación de cálculos.* Ayuda a prevenir la formación de cálculos renales y biliares. Tiene un efecto diurético que por el incremento de la eliminación de orina se desechan minerales que podrían acumularse.

- *Disminuye el riesgo de desarrollar cáncer.* Estudios realizados por control de diferentes casos han relacionado el consumo crónico de café con la reducción del riesgo de cáncer colorrectal y de colon, pero ningún estudio lo ha confirmado. Por otro lado, la cafeína disminuye los síntomas y el riesgo de desarrollar litiasis biliares, pero no se han descrito estos efectos para el café descafeinado, té y las colas. Podría existir un ingrediente en el café que protege frente a la cirrosis, principalmente la de origen alcohólico. La cafeína presenta efectos supresores sobre células tumorales en metástasis experimentales.

- *Previene las caries.* Ayuda a prevenir la caries, pues evita el crecimiento de bacterias en la boca, siempre y cuando se tome sin azúcar ni leche.

- *Reduce el riesgo de desarrollar diabetes.* La cafeína puede reducir hasta en un 30 % el riesgo de desarrollar diabetes, ya que sus componentes disminuyen la concentración del azúcar en la sangre. (Barry D. Smith, U. G., 2006)

Extracción:

La extracción es un proceso mediante el cual una sustancia que se encuentra en una mezcla sólida o disuelta en un determinado solvente es transferida a otro solvente. Las razones más frecuentes por las que se usa una extracción en Química Analítica son aislar, concentrar o separar un analito de una especie que interferiría en su análisis. La sustancia a separar puede tratarse tanto de un sólido como de un líquido, y en función de tener una muestra sólida o líquida, el método de trabajo será diferente. Por lo tanto, la extracción puede clasificarse dependiendo del estado físico de los materiales: sólido-líquido o líquido-líquido.

Extracción sólido-líquido:

La extracción sólido-líquido es una operación básica cuya finalidad es la separación de uno o más componentes contenidos en una fase sólida, mediante la utilización de una fase líquida o solvente. El componente que se transfiere a la fase líquida recibe el nombre de soluto, mientras que el sólido insoluble se denomina inerte. Esta extracción recibe distintos nombres según la finalidad del proceso: lixiviación, lavado, percolación, etc. Si se pretende eliminar un componente

no deseado de un sólido, se habla de lavado. Por el contrario, si el componente extraído es el valioso se le denomina lixiviación. La palabra percolación representa más bien a la forma de operar (vertido de un líquido en sólido) más que al objeto perseguido. La cafeína es perfectamente soluble en agua caliente, por lo que mediante una lixiviación en este solvente se puede extraer eficazmente. La extracción se lleva a cabo mediante un sistema de reflujo que consiste en calentar a ebullición una mezcla que contenga, al menos un líquido en el interior del matraz, redondo, en la boca del cual se ha colocado un refrigerante de camisa o serpentín, de modo que los vapores generados en el matraz condensan en el refrigerante y vuelven a caer en el interior del mismo. Un gran número de reacciones en Química Orgánica se realizan con este montaje. Permite mantener la reacción a temperatura constante (punto de ebullición del solvente), el tiempo que sea necesario y sin pérdida de disolvente. Al igual que en las destilaciones, se añaden trocitos de porcelana porosa (o agitación magnética). Tras la lixiviación de la cafeína pasa a la solución acuosa, pero acompañada de otros compuestos orgánicos que también son solubles en agua caliente, especialmente taninos (compuestos de origen vegetal que tienen naturaleza de polifenoles).

Extracción líquido-líquido:

El caso más frecuente es la extracción de una solución acuosa con un solvente orgánico. Los solventes orgánicos utilizados en extracción deben tener baja solubilidad en agua, alta capacidad de solvatación hacia la sustancia que se va a extraer y bajo punto de ebullición para facilitar su eliminación posterior. Cuando las dos fases se separan en dos capas, se dará un equilibrio tal que, a una temperatura dada, la razón de la concentración del soluto en cada capa viene dada por una constante llamada coeficiente de distribución o de partición, K , que es entonces definido por:

$$K = C_A / C_B$$

donde C_A es la concentración en gramos por litro del compuesto en el disolvente A y C_B es la concentración del mismo en el solvente B. A nivel de laboratorio el proceso se desarrolla en un embudo de decantación. La extracción nunca es total, pero se obtiene más eficacia cuando la cantidad del segundo solvente se divide en varias fracciones y se hacen sucesivas extracciones que cuando se añade todo de una vez y se hace una única extracción.

La extracción líquido-líquido se puede agrupar en tres categorías diferentes, dependiendo de la naturaleza de la impureza que se desea eliminar.

- Los compuestos polares de cadena carbonada pequeña y los compuestos polifuncionales pueden separarse fácilmente con agua desde los solventes orgánicos. Y, por el contrario, los compuestos no polares y los compuestos de cadena carbonada superior a cuatro carbonos pueden separarse fácilmente con solventes orgánicos desde las soluciones acuosas.
- Los ácidos orgánicos de más de cuatro carbonos pueden extraerse fácilmente, desde las soluciones orgánicas, mediante soluciones alcalinas (soluciones 5-10 % de NaOH o soluciones de NaHCO_3). Sus respectivas sales alcalinas son hidrosolubles. Luego los ácidos se recuperan de la fase acuosa neutralizando dichas soluciones con ácidos diluidos (típicamente solución 5-10 % de HCl).
- Las bases orgánicas de más de cuatro carbonos pueden extraerse fácilmente, desde las soluciones orgánicas, mediante soluciones ácidas (soluciones 5-10 % de HCl). Sus respectivas sales ácidas son hidrosolubles. Luego las bases orgánicas se recuperan de la

fase acuosa neutralizando dichas soluciones con bases diluidas (típicamente soluciones 5-10 % de NaOH o soluciones 5-10 % de NaHCO₃).

Emulsiones:

La extracción líquido-líquido con ayuda del embudo no puede ser demasiado vigorosa, para evitar la formación de emulsiones que retardan drásticamente la definición de las dos fases. Una emulsión es una dispersión de gotas muy finas de un líquido en otro inmisible, y en los procesos de extracción puede causar tropiezos.

Con frecuencia, sobre todo cuando se trabaja con soluciones alcalinas, se forman emulsiones durante el proceso de extracción. Estas pueden romperse, de ordinario, mediante:

- Un movimiento de giro suave al líquido del embudo de separación, mantenido en su posición normal.
- Agitación vigorosa de la capa emulsionada con una varilla de vidrio.
- Saturación de la capa acuosa con sal común.
- Centrifugación. El método de saturación con sal, tiene una doble ventaja: hace disminuir la solubilidad en agua de la mayor parte de los solutos y de los solventes orgánicos. Su nombre es efecto salino.

Si la emulsión llegara a formarse, es aconsejable adicionar un compuesto iónico como cloruro de sodio (NaCl) o sulfato de potasio (K₂SO₄) a la fase acuosa; los componentes iónicos disminuyen la tensión en la superficie de las gotas de agua, e incrementan drásticamente la incompatibilidad entre el agua y los solventes orgánicos, facilitando la rápida y clara distinción de las dos capas.

Evaporación:

El objetivo de esta operación es concentrar una solución que consta de un soluto no volátil y un solvente volátil. Se lleva a cabo vaporizando una parte del disolvente con el fin de obtener una solución concentrada. La evaporación se diferencia del secado en que el residuo es un líquido en vez de un sólido. En el caso de la destilación, la discrepancia es que en la evaporación el vapor es generalmente un solo componente, y aún cuando el vapor sea una mezcla, no se pretende separar el vapor en fracciones. La diferencia que presenta también con la cristalización es que el interés se centra en concentrar la solución pero no en la obtención de cristales. Generalmente, en evaporación el líquido concentrado es el producto valioso. Existen operaciones de extracción en las que se le añaden grandes cantidades de solventes orgánicos, que es necesario eliminar para obtener los extractos o los productos naturales en forma pura. Muchos de estos productos naturales son sensibles a temperaturas altas y a la exposición de la luz. En estos casos es conveniente la eliminación de los solventes utilizados en la extracción, por evaporación a presiones reducidas. El equipo ideal para este tipo de operación es el evaporador rotativo (rotavapor) que permiten eliminar, de forma rápida, los solventes utilizados en la purificación y aislamiento de compuestos orgánicos.

La utilización de presión reducida permite realizar a la evaporación del solvente a temperatura muy inferior a su temperatura de ebullición a presión atmosférica. El matraz donde se introduce la solución es sometido a rotación y calentamiento, al mismo tiempo. Esto permite la formación de una película de líquido muy fina y una gran transferencia de calor entre el baño y el matraz, consiguiéndose una evaporación muy rápida. El conjunto constituye un sistema cerrado conectado a una bomba de vacío, bien una trompa de agua o un circuito

de vacío. Se compone esencialmente de un refrigerante que produce la condensación del solvente que se recoge en un colector y un motor eléctrico que origina el giro de un tubo con un ajuste esmerilado al que se acopla un matraz redondo conteniendo la solución.

Cristalización de compuestos orgánicos:

Hoy día esta técnica se mantiene como el procedimiento más adecuado para la purificación de sustancias sólidas. En general, la purificación por recristalización se basa en el hecho de que la mayoría de los sólidos son más solubles en un solvente en caliente que en frío. El sólido que se va a purificar se disuelve en el solvente caliente, generalmente a ebullición, la mezcla caliente se filtra para eliminar todas las impurezas insolubles, y entonces la solución se deja enfriar para que se produzca la cristalización. En el caso ideal, toda la sustancia deseada debe separarse en forma cristalina y todas las impurezas solubles deben quedar disueltas en las aguas madres.

En el proceso de cristalización es aconsejable que la velocidad de enfriamiento de la solución que contiene la sustancia a recristalizar, sea moderada para obtener cristales medianos. Si el enfriamiento es rápido, el tamaño de los cristales será muy pequeño y, en conjunto, poseerán una mayor superficie de adsorción en la que podrán fijarse una mayor cantidad de impurezas. Si el enfriamiento es lento, el tamaño será muy grande y podrán quedar atrapadas impurezas en el interior del cristal. La cristalización depende de la diferencia de solubilidad de la sustancia entre el solvente frío y caliente. Es conveniente que dicha solubilidad sea alta en el solvente caliente y baja en el solvente frío para facilitar la recuperación del material inicial. Finalmente, los cristales se separan por filtración y se dejan secar. Si con una cristalización sencilla no se llega a una sustancia pura, el proceso puede repetirse empleando el mismo u otro solvente.

Métodos cromatográficos:

La cromatografía es un método de separación y análisis basado en el uso de una fase estacionaria y una móvil. Los componentes de una muestra se hacen pasar por una fase estacionaria mediante el flujo de una fase móvil de manera que las sustancias se distribuyen entre las dos fases; aquellos solutos cuya relación de distribución sea favorable a la fase estacionaria quedan retenidos por ésta, mientras que los solutos que se encuentran preferentemente en la fase móvil serán los primeros en arrastrar. De esta forma los solutos serán separados en orden creciente a sus coeficientes de distribución con respecto a la fase estacionaria. El conjunto de técnicas que se valen de una fase móvil que se desplaza a lo largo del sistema y una fase estacionaria que permanece fija reciben el nombre de cromatografía. Los métodos cromatográficos pueden ser clasificados:

1. Según el dispositivo utilizado para conseguir poner en contacto la fase estacionaria y fase móvil:

- *Cromatografía en columna*: consiste en columnas huecas de longitud y diámetro variable en cuyo interior hallamos la fase estacionaria. La fase móvil se hace pasar por ellas ya sea por gravedad o aplicación de presión.
- *Cromatografía plana*: la fase estacionaria se encuentra sujeta por una placa plana o en papel (cromatografía en capa fina y en papel, respectivamente) y la fase móvil se desplaza por ella mediante capilaridad o influenciada por la gravedad.

2. Según los estados de las fases implicadas, en especial de la fase móvil:

- *Cromatografía de gases:*

- gas-líquido
- gas-sólido

- Cromatografía de líquidos:

- líquido-sólido
- líquido-líquido
- intercambio iónico
- exclusión molecular

- *Cromatografía de fluidos supercríticos* (cualquier sustancia que se halle en condiciones de presión y temperatura superiores a su punto crítico).

3. Según el mecanismo de interacción del soluto con la fase estacionaria:

- *Cromatografía de adsorción:* el soluto presente en una fase móvil líquida o gaseosa se adsorbe a las partículas sólidas de la fase estacionaria

La separación de los diferentes solutos se debe al equilibrio entre las fases estacionaria y móvil.

- *Cromatografía de reparto:* se vale de una fase estacionaria líquida que forma una película sobre un soporte sólido. La distribución del soluto viene dada por el equilibrio entre la fase estacionaria y móvil.

- *Cromatografía de intercambio iónico:* consiste en hacer pasar una fase móvil líquida sobre una fase estacionaria que presenta grupos iónicos en su superficie de modo que los iones de signo opuesto quedarán retenidos por fuerzas electrostáticas.

- *Cromatografía de exclusión molecular:* Se basa en la habilidad de materiales de porosidad controlada para separar los componentes de una mezcla de acuerdo al tamaño y forma de las moléculas.

- *Cromatografía de afinidad:* emplea interacciones específicas entre una clase de moléculas de soluto y una segunda molécula unida covalentemente a la fase estacionaria.

Cromatografía en capa fina (TLC):

Es un procedimiento rápido y sencillo para separar mezclas de sustancias y para identificar/caracterizar o para determinar semicuantitativamente componentes individuales. La cromatografía en capa fina se basa en la preparación de una capa, uniforme, de un adsorbente mantenido sobre una placa de vidrio u otro soporte. Los requisitos esenciales son: un adsorbente, placas de vidrio, un dispositivo que mantenga las placas durante la extensión, otro para aplicar la capa de adsorbente, y una cámara en la que se desarrollen las placas cubiertas. Es preciso también poder guardar con facilidad las placas preparadas y una estufa para activarlas. La fase móvil es líquida y la fase estacionaria consiste en un sólido.

La fase estacionaria será un componente polar y el eluyente será por lo general menos polar que la fase estacionaria, de forma que los componentes que se desplacen con mayor velocidad serán los menos polares. La cromatografía en capa fina presenta una serie de ventajas

frente a otros métodos cromatográficos (en columna, en papel, en fase gaseosa) ya que el utillaje que precisa es más simple.

El tiempo que se necesita para conseguir las separaciones es mucho menor y la separación es generalmente mejor. Pueden usarse reveladores corrosivos, que sobre papel destruirían el cromatograma. El método es simple y los resultados son fácilmente reproducibles, lo que hace que sea un método adecuado para fines analíticos.

El eluyente, cuya composición depende de cada problema concreto, se pone en la cubeta cromatográfica por lo menos 30 minutos antes del principio de la separación hasta una altura de 0,5 cm. La cubeta se cerrará con su tapa para que se sature con los vapores del solvente y se coloca en un lugar adecuado. Para que la saturación sea mejor, se recubre la cubeta con papel secante (se indicará en el protocolo en el caso que sea necesario). Para desarrollar la placa, su extremo inferior se introduce en el diluyente y se vuelve a cerrar la cubeta inmediatamente. Para evitar eluciones, las manchas cargadas deberán estar completamente por encima del nivel de eluyente. El eluyente se ve impelido hacia arriba por capilaridad a través del recubrimiento. El recorrido será, dependiendo de la separación, de 5 a 15 cm máximo, y el tiempo necesario dependerá del adsorbente, del espesor del mismo y de la composición del eluyente. El recorrido óptimo es por lo general de 10 cm. Al realizar la elección del adsorbente se debe tener en cuenta el tamaño de las partículas del adsorbente, cuanto más finamente dividido esté mayor será su adhesión al soporte, aunque también se le puede añadir un adherente. Los adsorbentes más utilizados en cromatografía en capa fina, son el gel de sílice y la alúmina activada dependiendo su grado de adsorción del contenido en agua.

La elección del eluyente se realiza de forma empírica. Hay que estudiar la polaridad del componente y probar con eluyentes cada vez menos polares.

Información sobre métodos de separación extraídos de Harris, D. C. (2007) y D., H. (2007)

Materiales:

- Balanza analítica
- 1 Matraz de fondo redondo de 250 mL de alcance
- Jarra eléctrica
- Plancha calefactora
- 1 Probeta de 25 mL de alcance
- 4 Vasos de Bohemia de 1L de alcance
- 4 Vasos de Bohemia de 500 mL de alcance
- 2 Soportes universales
- 2 Aros con nuez
- 2 Embudos de decantación de 250 mL de alcance
- 1 Matraz kitasato de 500 mL de alcance
- 1 Tapón perforado
- 1 Bomba de vacío
- 4 Cajas de Petri
- Espátula

- Varilla de vidrio
- Rotavapor
- 4 Matraz Erlenmeyer de 250 mL de alcance
- Mate
- Bombilla
- Termo
- 2 Mangueras de goma
- Papel secante
- Pipeta graduada de 25 mL de alcance
- Pipeta graduada de 10 mL de alcance
- Pipeta graduada de 1 mL de alcance
- Pera de goma
- Cámara cromatográfica
- Termómetro
- Pinza de madera
- 5 Capilares de vidrio
- Atomizador
- Papel TLC

Sustancias:

- Agua destilada
- Carbonato de Sodio (Na_2CO_3)
- Cloroformo (CHCl_3)
- Ácido Sulfúrico anhidro (H_2SO_4)
- Ácido Sulfúrico 1 N
- Éter de petróleo
- Acetona ($\text{CH}_3)_2\text{CO}$
- Tolueno (C_7H_8)
- Metanol absoluto (CH_3OH)
- Ácido acético glacial (CH_3COOH)
- Éter dietílico ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$)
- Permanganato de potasio (KMnO_4)
- Cafeína patrón

Procedimiento:

Montaje del dispositivo de la extracción sólido-líquido:

1. Conectar la bomba de vacío a la canilla.
2. Mediante una manguera de goma, conectar la bomba de vacío al matraz de kitasato.
3. Tapar el matraz con tapón perforado.
4. Mediante una manguera de goma, conectar la bombilla con el matraz de kitasato tapado según se muestra en la Fig. 1.

Extracción sólido-líquido:

1. Determinar la masa en balanza analítica 50 g de yerba mate aproximadamente.

2. Colocar la yerba mate en el mate.
3. Agregar 30 mL de agua fría.
4. Colocar la bombilla en el mate.
5. Calentar 900 mL de agua en jarra eléctrica hasta aprox. 70 °C.
6. Pasar el agua caliente a un termo para mantener la temperatura constante.
7. Cebiar el mate con el agua caliente.
8. Abrir la canilla para poner en funcionamiento la bomba de vacío.
9. Repetir pasos 7 y 8 hasta completar 1/3 de agua caliente del termo.
10. Realizar “la vuelta del mate”.
11. Repetir pasos 9 y 10 hasta haber utilizado toda el agua del termo.
12. Repetir pasos del 1 al 11 con todas las muestras de yerba mate.
13. Trasvasar los extractos a diferentes vasos de Bohemia de 1L de alcance.

Extracción líquido-líquido:

1. Adicionar 20 g de carbonato de sodio.
2. Agitar hasta que el sólido quede totalmente disuelto.
3. Dejar enfriar la solución.
4. Colocar 200 mL la solución acuosa en un embudo de decantación de 250 mL.
5. Añadir 15 mL de cloroformo.
6. Tapar, agitar suavemente durante unos minutos para evitar la formación de emulsiones.
7. Recoger la fase orgánica.
8. Agregar otra vez otros 15 mL de cloroformo y extraer nuevamente.
9. Repetir pasos del 4 al 8 hasta haber realizado la extracción de toda la solución.
10. Realizar este proceso con los 4 extractos de yerba mate.

Rotavapor:

1. Trasvasar la fase orgánica resultante de la extracción a un matraz Erlenmeyer de 250 mL de alcance.
2. Adicionar pequeñas cantidades de sulfato de sodio anhidro al extracto orgánico para absorber el agua remanente.
3. Masar matraz de fondo redondo de 250 mL de alcance, perfectamente limpio y seco.
4. Verter cuidadosamente la fase orgánica en el matraz de fondo redondo, asegurándose de que no pase sólido de sulfato de sodio.
5. Colocar el matraz en el rotavapor conectado a una bomba de vacío.
6. Poner el reóstato a 60 °C y fijar la presión a 474 hPa.
7. Dejar enfriar.
8. Masar el matraz de fondo redondo conteniendo la cafeína sólida.
9. Registrar datos.
10. Repetir pasos del 1 al 9 con las fases orgánicas resultantes de la extracción de cada muestra de yerba mate.

Cristalización:

1. Disolver la cafeína en acetona, calentando y añadiendo a continuación éter de petróleo gota a gota hasta que aparezca una ligera turbidez.
2. Dejar enfriar lentamente a temperatura ambiente hasta que aparezcan los cristales de cafeína.
3. Recoger los cristales en una caja de Petri.
4. Repetir pasos del 1 al 3 con cada muestra de yerba mate.

Cromatografía (TLC):

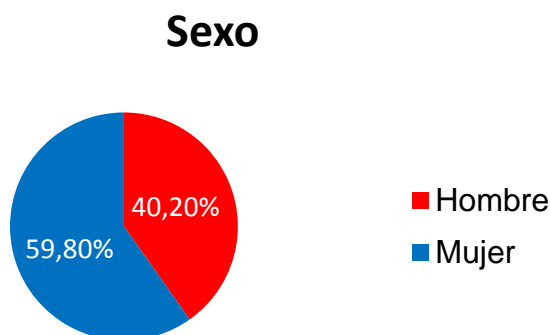
1. Disolver los cristales obtenidos de cafeína con acetona.
2. Disolver unos cristales de cafeína patrón con acetona.
3. Aplicar una pequeña alícuota de las muestras y de cafeína patrón con un capilar de vidrio, a una distancia del borde inferior del papel de 1 a 2 cm.
4. Realizar la mezcla de metanol absoluto, ácido acético glacial, éter dietílico y tolueno (fase móvil) con la siguiente proporción 0,3:6:20:40 respectivamente.
5. Colocar el papel verticalmente en la cámara cromatográfica cerrada que contiene la mezcla de solventes.
6. Esperar 10 minutos.
7. Retirar el papel.
8. Dejar secar.
9. Revelar con una solución de permanganato de potasio 0,05 N y ácido sulfúrico 1 N.

Resultados:

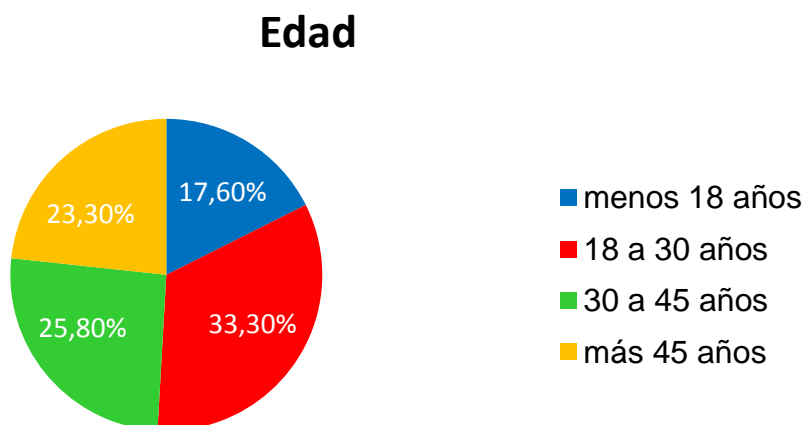
Gráfica:

Las siguientes gráficas son realizadas basándose en los datos obtenidos en una encuesta pública realizada durante una semana, obteniéndose 1180 respuestas.

Gráfica 1.1

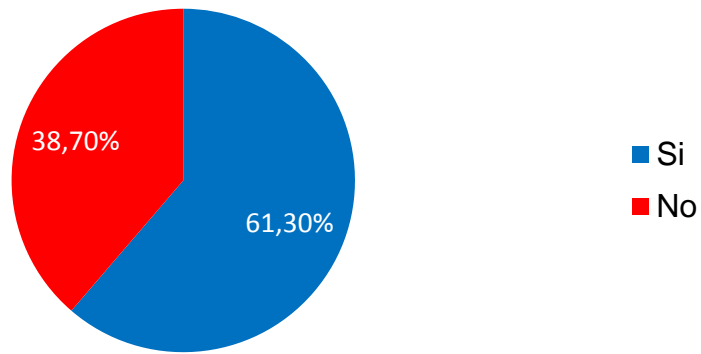


Gráfica 1.2



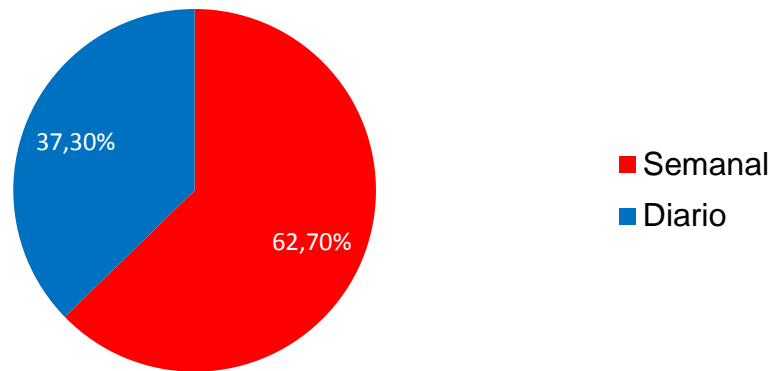
Gráfica 1.3

¿Consume yerba mate regularmente?



Gráfica 1.4

¿Su consumo es semanal o diario?



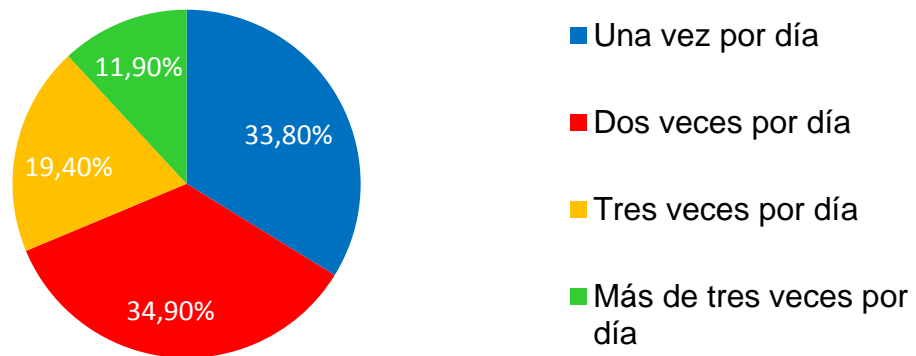
Gráfica 1.5

¿Con qué frecuencia consume yerba mate? (semanal)



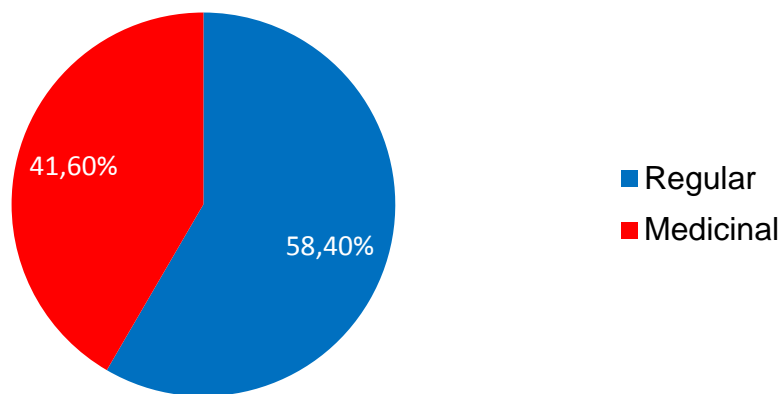
Gráfica 1.6

¿Con qué frecuencia consume yerba mate? (diario)



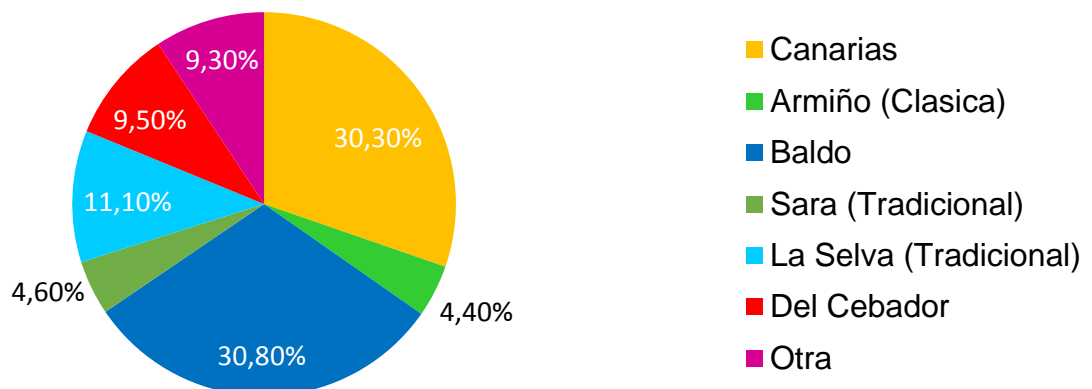
Gráfica 1.7

¿Qué tipo de yerba mate consume?

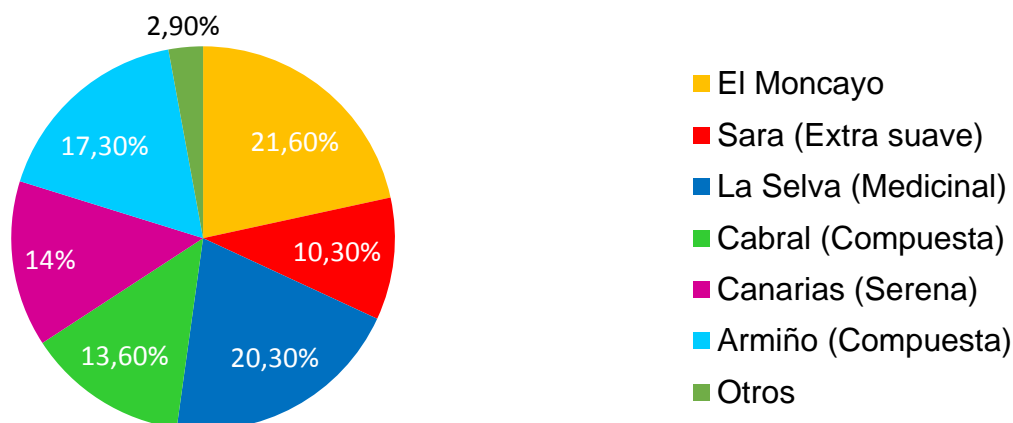


Gráfica 1.8

¿Qué marca de yerba mate regular consume?



¿Qué marca de yerba mate regular consume?



Se realizó una encuesta pública, obteniéndose 1180 respuestas. A partir de esta encuesta obtuvimos que 40,2 % de la población estudiada son hombres, por lo tanto el 59,8 % restante son mujeres como se muestra en la gráfica 1.1 que se encuentra en anexos. En cuanto a la edad (gráfica 1.2 de anexos), el 33,3 % de las personas que respondieron la encuesta se encuentran en el rango de 18 a 30 años, 25,8 % de 30 a 45 años, 23,3 % más de 45 años, y por último, 17,6 % menos de 18 años. Como muestra la gráfica 1.3, del 100 % de las repuestas, 61,3 % consume yerba mate regularmente y el 38,7 % no.

Tomando el 61,3 % que toma mate regularmente como el 100 %, observamos que el 62,7 % realiza un consumo diario de la infusión y el consumo del 37,3 % restante es semanal (gráfica 1.4). Dentro de la población que realiza un consumo semanal, vemos que la frecuencia más común es dos veces por semana (35,6 %). Por otro lado, la frecuencia diaria más común es dos veces por día (34,9 %).

Volviendo al 100 % de la población que consume yerba mate, 58,4 % consume el tipo de yerba mate regular y el 41,6 % restante consume del tipo medicinal siendo las marcas Baldo (30,8 %) y Canarias (30,3 %) las regulares más consumidas y El Moncayo (21,6 %) y La Selva (20,3 %) las de tipo medicinal más consumidas.

Cálculos finales:

Datos:

Masa inicial de yerba mate

$$m_{\text{Baldo}} = 50,0077 \text{ g}$$

$$m_{\text{Canarias}} = 50,0020 \text{ g}$$

$$m_{\text{La Selva}} = 50,0299 \text{ g}$$

$$m_{\text{Moncayo}} = 50,0257 \text{ g}$$

Masa de sólido obtenido del rotavapor

$$m_{\text{Baldo}} = 0,9641 \text{ g}$$

$$m_{\text{Canarias}} = 1,1355 \text{ g}$$

$$m_{\text{La Selva}} = 0,4249 \text{ g}$$

$$m_{\text{Moncayo}} = 0,3692 \text{ g}$$

➤ *Concentración media de cafeína*

$$\% m/m = \frac{g \text{ de sólido de cafeína}}{g \text{ de yerba mate inicial}} \times 100$$

$$\% m/m_{\text{Baldo}} = \frac{0,9641g}{50,0077g} \times 100 = 1,92813444 \%$$

$$\% m/m_{\text{Canarias}} = \frac{1,1355g}{50,0020g} \times 100 = 2,27090916 \%$$

$$\% m/m_{\text{La Selva}} = \frac{0,4249g}{50,0299g} \times 100 = 0,84929212 \%$$

$$\% m/m_{\text{El Moncayo}} = \frac{0,3692g}{50,0257g} \times 100 = 0,73802066 \%$$

- Canarias %m/m = (2,27±0,02) %
- Baldo %m/m = (1,93±0,01) %
- La Selva %m/m = (0,849±0,008) %
- El Moncayo %m/m = (0,738±0,007) %

Se tomó como intervalo de confianza 1 % del valor obtenido. Esto se debe a la sugerencia del profesor de introducción al análisis químico.

Cromatografía:

Al realizar la cromatografía TLC de cada muestra en comparación con cafeína patrón, se pudo confirmar que todas las muestras contenían cafeína.

Discusión:

Para la elección de las muestras de yerba mate, se realizó una encuesta pública para, de esta manera, analizar cuáles eran las marcas de yerba mate más consumidas por la población. En nuestro caso, se obtuvo que las marcas de yerba mate regular más consumidas eran Canarias y Baldo, y siendo La Selva y El Moncayo las medicinales más consumidas. Dicha encuesta, además, nos dio indicios de cómo es el consumo de yerba mate en Uruguay. Se obtuvo datos de la frecuencia de consumo, concluyéndose que la mayor parte de la población encuestada realiza un consumo diario, haciéndolo dos veces por día en su mayoría. Por otro lado, las personas que realizan un consumo semanal lo hacen en su mayoría dos veces por semana.

Luego de la extracción y la cristalización de un sólido blanco de cada muestra de yerba mate, se realizó una cromatografía de capa fina (TLC) comparando cada muestra con cafeína patrón. Gracias a esta práctica, se confirmó que la composición de las muestras era, casi en su totalidad, cafeína. También se notó presencia de otras sustancias, pero al tratarse de concentraciones muy pequeñas, fue posible para nosotros suponer un rendimiento del 100% en la extracción. De esta manera, se consideró acertado realizar el cálculo de la concentración de cafeína en cada muestra por diferencia de masas.

Este trabajo de investigación puede ser utilizado como punto de partida para diferentes líneas de investigación, tales como:

- Efecto de la cafeína en el cuerpo.
- Efecto de otras drogas bajo efecto de cafeína.

- Estudio de la concentración de cafeína en té.
- Comparación de una taza de café y un termo de mate en cuanto a la concentración de cafeína.
- Estudio de la razón de la disminución en el efecto estimulante de la cafeína. Estudiar si se debe a una menor concentración de *Ilex paraguariensis* o por acción de otras hierbas.

Conclusión:

Mediante este trabajo práctico se logró determinar que la concentración de cafeína en las diferentes muestras de yerba mate expresada en %m/m son las siguientes:

- Canarias %m/m = $(2,27 \pm 0,02)$ %
- Baldo %m/m = $(1,93 \pm 0,01)$ %
- La Selva %m/m = $(0,849 \pm 0,008)$ %
- El Moncayo %m/m = $(0,738 \pm 0,007)$ %

Notándose que las muestras de yerba mate consideradas medicinales presentan una notable disminución en la concentración de dicha sustancia.

Referencias Bibliográficas:

- Barretto, M. (2006). *El mate: su historia y cultura* (Vol. 1). Buenos Aires: Ediciones del Sol S.R.L.
- Barry D. Smith, U. G. (2006). *Caffeine and activation theory: effects on health and behavior* (1ª Edición ed.). CRC Press.
- Cambas, D. A. (2016). *Fans del Mate*. Recuperado el 3 de 11 de 2017, de Leyenda de la Caá Yarîi (Versión Guaraní de la leyenda de la yerba mate): <http://www.fansdelmate.com/informacion-general/leyenda-de-la-cao-yarii-version-guarani-de-la-leyenda-de-la-yerba-mate-informacion-general.html>
- Cambas, D. A. (2016). *Fans del Mate*. Recuperado el 2017, de Leyenda de la Caá Yarîi (Versión Guaraní de la leyenda de la yerba mate): <http://www.fansdelmate.com/informacion-general/leyenda-de-la-cao-yarii-version-guarani-de-la-leyenda-de-la-yerba-mate-informacion-general.html>
- Ceibal. (s.f.). *Yerba mate*. Recuperado el 27 de 10 de 2017, de http://contenidos.ceibal.edu.uy/fichas_educativas/_pdf/ciencias-naturales/reino-vegetal/013-yerba-mate.pdf
- D., G. (1986). *Química Orgánica Experimental*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- D., H. (2007). *Análisis Químico Cuantitativo* (3ª Edición (sexta edición original)). Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- Daniel J. Pasto, C. R. (1981). *Determinación de estructuras orgánicas* (1ª Edición). Barcelona: Editorial Reverté, S.A.

- Dodd, R. (1965). *Química inorgánica experimental: una guía de trabajo de laboratorio*. Barcelona: Editorial Reverte.
- Fennema, O. R. (1982). *Introducción a la ciencia de los alimentos*. Barcelona: Editorial Reverte.
- Harris, D. C. (2007). *Análisis Químico Cuantitativo*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- J., C. (1988). *La Cafeína*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- Mate, I. N. (2015). *Yerba mate, la yerba y su historia*. Recuperado el 27 de 10 de 2017, de <http://www.yerbamateargentina.org.ar>

Anexos

Resultados:

Imágenes:

Extracción sólido-líquido:



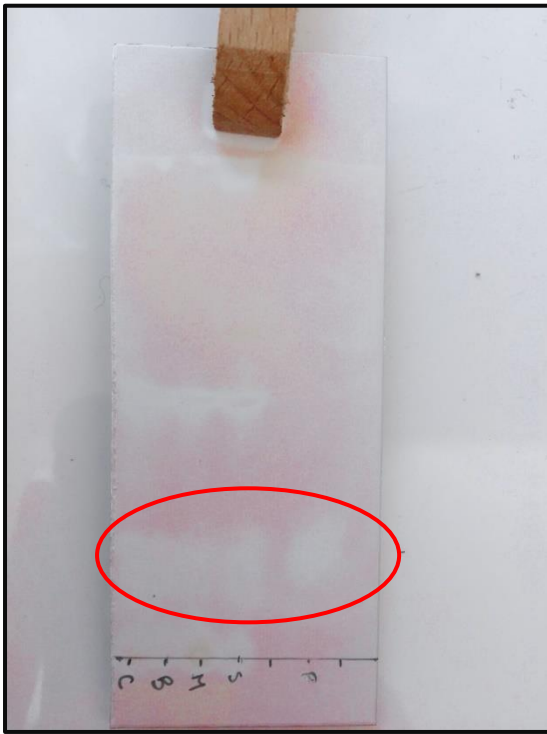
Extracción líquido-líquido:



Rotavapor:



Cromatografía TLC:



Dentro del círculo rojo se muestran las marcas que indican la presencia de cafeína en todas las muestras.

Medidas de seguridad:

Cloroformo:

H302: Nocivo en caso de ingestión.

H315: Causa irritación de la piel.

H319: Causa irritación ocular grave.

H331: Tóxico si se inhala.

H351: se sospecha que causa cáncer

H361d: Se sospecha que daña al feto.

H372: Causa daño a los órganos a través de la exposición prolongada o repetida.

P281: Use equipo de protección personal según sea necesario.

P302 + P352: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua y jabón.

P304 + P340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.

P305 + P351 + P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Retire las lentes de contacto, si están presentes y es fácil de hacer. Continúa enjuagando.

P308 + P310: SI está expuesto o preocupado: llame inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.



Ácido sulfúrico:

H290: puede ser corrosivo para los metales.

H314: Causa quemaduras severas en la piel y daño a los ojos.

P280: Usar guantes / ropa de protección / protección ocular / protección para la cara.

P301 + P330 + P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. No induzca el vómito.

P305 + P351 + P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Retire las lentes de contacto, si están presentes y es fácil de hacer. Continúa enjuagando.

P308 + P310: SI está expuesto o preocupado: llame inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico



Carbonato de sodio:

H319: Causa irritación ocular grave.

P260: No respire el polvo.

P305 + P351 + P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Retire las lentes de contacto, si están presentes y es fácil de hacer. Continúa enjuagando.



Éter de petróleo:

H225: Líquido y vapor altamente inflamables.

H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.

H315: Causa irritación de la piel.

H336: Puede causar somnolencia o mareos.

H361f: Se sospecha que daña la fertilidad.

H373: Puede causar daño a los órganos por exposición prolongada o repetida.

H411: tóxico para la vida acuática con efectos duraderos.

P210: Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas abiertas y otras fuentes de ignición. No Fumar.

P240: contenedor de tierra / enlace y equipo de recepción.

P273: Evite la liberación al medio ambiente.

P301 + P330 + P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. No induzca el vómito.

P302 + P352: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua y jabón.

P314: busque atención / atención médica si no se siente bien.

P403 + P233: Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantenga el recipiente bien cerrado.



Acetona:

H225: Líquido y vapor altamente inflamables.

H319: Causa irritación ocular grave.

H336: Puede causar somnolencia o mareos.

EUH066: La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

P210: Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas abiertas y otras fuentes de ignición. No Fumar.

P240: contenedor de tierra / enlace y equipo de recepción.

P305 + P351 + P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Retire las lentes de contacto, si están presentes y es fácil de hacer. Continúa enjuagando.

P403 + P233: Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantenga el recipiente bien cerrado.



Tolueno:

H315: Causa irritación de la piel.

H319: Causa irritación ocular grave.

H335: Puede causar irritación respiratoria.

P302 + P352: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua y jabón.

P305 + P351 + P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Retire las lentes de contacto, si están presentes y es fácil de hacer. Continúa enjuagando.



Metanol:

H225: Líquido y vapor altamente inflamables.

H301 + H311 + H331: Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación.

H370: Causa daño a los órganos.

P210: Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas abiertas y otras fuentes de ignición. No Fumar.

P240: contenedor de tierra / enlace y equipo de recepción.

P280: Usar guantes / ropa de protección.

P302 + P352: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua y jabón.

P304 + P340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.

P308 + P310: SI está expuesto o preocupado: llame inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.

P403 + P233: Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantenga el recipiente bien cerrado.



Ácido acético:

H226: Líquido y vapor inflamables.

H290: puede ser corrosivo para los metales.

H314: Causa quemaduras severas en la piel y daño a los ojos.

P210: mantener alejado del calor.

P280: Usar guantes / ropa de protección / protección ocular / protección para la cara.

P301 + P330 + P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. No induzca el vomito.

P305 + P351 + P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Retire las lentes de contacto, si están presentes y es fácil de hacer. Continúa enjuagando.

P308 + P310: SI está expuesto o preocupado: llame inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.



Permanganato de potasio:

H411: tóxico para la vida acuática con efectos duraderos.

P273: Evite la liberación al medio ambiente.



Leyenda de la yerba mate (versión guaraní):

“Cuenta la leyenda que una de las tribus que habíase detenido en las laderas de las sierras donde tiene sus fuentes el Tabay. Dejó después de breve estada el lugar, y siguió su marcha a través de las frondas. Un viejo indio, agobiado por el peso de los años, no pudo seguir a los que partieron obedeciendo el espíritu errante de la raza, quedando en el refugio de la selva en compañía de su hija, la hermosa Yarîi. Una tarde, cuando el sol desde el otro lado de las sierras se despedía con sus últimos fulgores, llegó hasta la humilde vivienda un extraño personaje, que por el color de su piel y por su rara indumentaria, no parecía ser oriundo de esos lares.

Arrimó el viejito del rancho un acutí al fuego, y ofreció su sabrosa carne al desconocido visitante. El más preciado plato de los guaraníes, el tambú, brindó también el dueño de casa a su huésped.

Al recibir tan cálidas demostraciones de hospitalidad, quiso el visitante, que no era otro que un enviado de Tupá, recompensar a los generosos moradores de la vivienda, proporcionándoles el medio que pudieran siempre ofrecer generoso agasajo a sus huéspedes, y para aliviar también las largas horas de soledad, en el escondido refugio situado en la cabecera del hermoso arroyo.

E hizo brotar una nueva planta en la selva, nombrando a Yarîi, Diosa protectora, y a su padre, custodia de la misma, enseñándoles a “sapecar” sus ramas al fuego, y a preparar la amarga y exquisita infusión, que constituiría la delicia de todos los visitantes de los hogares misioneros.

Y bajo la tierna protección de la joven, que fue desde entonces la Caá Yarîi y bajo la severa vigilancia del viejo indio, que fue el Caá Yará, crece lozana y hermosa la nueva planta, con cuyas hojas y tallos se prepara el mate, que es hoy genuina expresión de la hospitalidad.”
(Cambas, Fans del Mate, 2016)