Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Departamento de Agroindustria Alimentaria

Ingeniería en Agroindustria Alimentaria

Proyecto Especial de Graduación

Elaboración de una bebida energética a base de malta de cebada *(Hordeum vulgare)* con sorgo (*Sorghum bicolor L.)*

Estudiante

Mariano Ernesto Aldana Mejía

Asesores

Luis F. Maldonado, Ph.D.

Edward Moncada, Mgtr.

Honduras, agosto 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros....4

Índice de Figura....5

Resumen....6

Abstract....7

Introducción....8

Materiales y Métodos....10

Fases de Investigación....10

Fase I: Elaboración de Formulaciones, Malteado de Granos de Sorgo y Molienda de Cereales....10

Fase II: Desarrollo y Evaluación Sensorial de la Bebida Energética....11

Fase III: Análisis Fisicoquímicos de la Bebida Energética....14

Resultados y Discusión....19

Fase II: Desarrollo y Evaluación Sensorial de la Bebida Energética....19

Fase III: Análisis Fisicoquímicos de la Bebida Energética....22

Conclusiones....28

Recomendaciones....29

Referencias....30

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Formulación para la elaboración de bebida energética, según tratamiento. 12

Cuadro 2 Resultado de análisis sensorial de aceptación en bebida energética. 21

Cuadro 3 Resultado de análisis de preferencia por ordenamiento en bebida energética. 21

Cuadro 4 Resultado de análisis de cafeína en bebida energética. 22

Cuadro 5 Análisis de potencial de hidrógeno 23

Cuadro 6 Análisis de colorimetría en bebida energética. 24

Cuadro 7 Análisis de sólidos solubles. 25

Cuadro 8 Análisis de gravedad específica 25

Cuadro 9 Análisis de vitaminas B_1, B_2, B_3, B_6 por medio de absorbancia 26

Cuadro 10 Análisis de perfil de azúcares. 27

Índice de Figura

Figura 1 Flujo de proceso de la elaboración de bebida energética. 13

Resumen

Anualmente, se estima un ingreso mundial de alrededor de 174,306 millones de dólares americanos (USD) por concepto de bebidas energéticas. Esto lo convierte en un segmento de mercado muy importante en el mundo debido a la aceptación que tienen especialmente en los jóvenes, así como el rápido crecimiento debido a su forma de alcanzar al mercado. Esta investigación tuvo por objetivo desarrollar una bebida que beneficie a los consumidores con vitaminas del complejo B a través de la incursión de granos como base de la bebida. Para lograr este objetivo, se estableció un proceso de malteado y se evaluaron tres tratamientos variando la proporción del contenido de granos. Se determinó el contenido de azúcares, cafeína, color, pH, así como la cantidad de vitaminas B1, B2, B3 y B6 aportada por la bebida energética. Además, se evaluó la aceptación y preferencia de los tratamientos. Para el análisis de datos se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con una separación de medias Duncan para comparar las medias entre los factores. Los resultados mostraron que tanto los granos de cebada como los de sorgo tienen un alto contenido de vitaminas B1, B2, B3 y B6. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos respecto al contenido de vitaminas, pero sí en el contenido de azúcares debido al poder diastático de los granos, siendo mayor en el tratamiento 100% cebada. La bebida energética con 50% cebada y 50% sorgo mostró un valor más alto en sabor y preferencia.

Palabras clave: adolescentes, malteado, vitaminas.

Abstract

Annually, it is estimated that around 174,306 million U.S. dollars (USD) worldwide are generated by energy drinks. This makes it an important market segment in the world due to the acceptance it has especially in young people, as well as the rapid growth due to its way of reaching the market. The objective of this research was to develop a beverage that benefits consumers with B complex vitamins through the incursion of grains as the basis of the beverage. To achieve this objective, a malting process was established, and three treatments were evaluated varying the proportion of grain content. The content of sugars, caffeine, color, pH, as well as the number of vitamins B1, B2, B3 and B6 provided by the energy drink were determined. In addition, the acceptance and preference of the treatments were evaluated. For data analysis, a Randomized Complete Block Design (RCB) with a Duncan mean separation was used to compare means between factors. The results showed that both, barley, and sorghum grains have a high content of vitamins B1, B2, B3 and B6. No significant differences were found between treatments with respect to vitamin content, but there were significant differences in sugar content due to the diastatic power of the grains, being higher in the 100% barley treatment. The energy drink with 50% barley and 50% sorghum showed a higher value in taste and preference.

Keywords: malting, teenagers, vitamins.

Introducción

La alimentación es uno de los factores más importantes en la vida del ser humano, ya que este determina el desarrollo y rendimiento, tanto físico como intelectual. El término bebida energética se refiere al contenido de cafeína en combinación con otros ingredientes como guaraná, ginseng, taurina y vitaminas del complejo B (López Olmedo 2011). Existen en la actualidad una gran cantidad de marcas que han desarrollado sus respectivas formulaciones con ingredientes activos para solventar la problemática de falta de energía o mejorar el rendimiento en deportistas. A medida que ha ido transcurriendo el tiempo se ha encontrado que ingredientes como el ginseng afectan la salud gastrointestinal (nausea, diarrea, malestar abdominal), y podrían provocar cambios en la presión arterial. En este último, se ha encontrado que algunas personas puede sufrir un aumento o disminución de la presión, afectando la salud general del consumidor (Mandal 2019).

La malta de cereales es un ingrediente fundamental para muchas bebidas, siendo mayormente producida por el grano de la cebada, pero ésta también puede realizarse a partir de otros granos como el trigo, sorgo, centeno, entre otros. La malta contiene una alta cantidad de vitaminas y minerales proporcionando beneficios hacia el consumidor como regulador de presión arterial. Un ejemplo de ello es su alto contenido de potasio, debido a que ayuda a relajar los vasos sanguíneos y disminuir la presión arterial, previene la anemia. Además, mejora el funcionamiento del sistema nervioso al contener vitaminas del complejo B, las cuales son de mucha importancia para el buen funcionamiento cerebral, entre otros beneficios (Zanin 2020).

El guaraná (*Paullinia cupana*) es un fruto de tamaño pequeño el cual, tiene su origen en la Amazonía, contiene una alta dosis de cafeína y usualmente es utilizado en la formulación de bebidas. Recientemente se ha demostrado que aporta una gran cantidad de beneficios, además del gran contenido de cafeína, entre ellos se menciona el combate contra problemas cardiovasculares (este beneficio sigue bajo investigaciones). Este fruto cuenta con catequinas, las cuales combaten los radicales libres provocando un efecto antioxidante que puede contrarrestar las enfermedades

cardiovasculares. Además, cuenta con propiedades estimulantes propias de la cafeína que permite mejorar la atención y actividad, reduciendo el cansancio y ayudando a combatir la fatiga mental y física. Por otra parte, regula el intestino, ya que ayuda a mejorar la digestión, entre otros beneficios (Angulo 2020).

En la actualidad, las bebidas energéticas son una necesidad para la población, ya que, debido a una mala alimentación, los aportes de hidratos de carbono, proteínas y grasas no son ofrecidos de manera correcta proporcionando una cantidad y calidad inadecuada. Esto conlleva a el consumo de bebidas energizantes para suplir esa falta de energía. De esta manera se quiere brindar un solución más saludable aplicado con tendencias actuales en el mercado como el control de colesterol, altos en fibra, con antioxidantes, altos en proteínas, proporcionando energía (Sloan 2021).

A pesar de la necesidad y del consumo alto de bebidas energéticas en adolescentes, como en jóvenes universitarios, se ha demostrado que el incremento de la resistencia en actividades deportivas y escolares provee diversos efectos secundarios como problemas cardiovasculares y gastrointestinales (Rivera Ramirez et al. 2020).

El presente estudio tiene como propósito buscar una formulación de bebida energizante proveniente de dos granos de maltas, la cebada y el sorgo. El primero es muy utilizado en la elaboración de este tipo de bebidas, y el segundo es un grano que se produce mucho en la región. Con el uso de estos granos se busca obtener un alto contenido en vitaminas, ya que ayudan con el control de la presión arterial, así como en el buen funcionamiento del sistema nervioso. Asimismo, se busca proporcionar la cafeína por medio del guaraná, ya que además de contener una alta dosis de ésta, mejora la fatiga tanto física como mental. Debido a esto, se plantearon los siguientes objetivos, determinar las características fisicoquímicas de los tratamientos, establecer la aceptación y preferencia en una bebida energética utilizando como base la malta de cebada y sorgo y, finalmente, evaluar la cantidad de vitaminas B_1, B_2, B_3 y B_6.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada a 30 km de Tegucigalpa, carretera a Danlí, Valle del Yeguare, San Antonio de Oriente, Departamento de Francisco Morazán, República de Honduras.

Para la elaboración de la bebida energética se realizó el malteado de los granos de sorgo, en el Laboratorio de Granos y Semillas. El proceso de elaboración de la malta en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA) y el análisis sensorial en el Laboratorio Sensorial. Finalmente, los análisis físicos y químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ).

Fases de Investigación

Fase I: Elaboración de Formulaciones, Malteado de Granos de Sorgo y Molienda de Cereales

Extracto de Guaraná.

El extracto de guaraná (*Paullinia cupana*) es distribuido por la empresa Bulk Supplements ubicada en Henderson, Nevada, Estados Unidos de América.

Grano de Cebada Malteado.

Este grano malteado es distribuido por un proveedor local ubicado en la colonia universidad 24 calle, 11 avenida, San Pedro Sula, Honduras.

Grano de Sorgo de Variedad Sureño.

Producido y procesado en la Planta de Procesamiento de Semillas de Zamorano.

Proceso de Malteado del Sorgo.

Se realizó en el Laboratorio de Granos y Semillas de Zamorano con la limpieza y clasificación del grano. Posteriormente, se pesó el sorgo cuya cantidad fue dividida en partes iguales con el objetivo de tener un mejor control. Luego, se remojó el grano por 15 minutos y se colocó en bandejas con papel toalla de doble capa. Las bandejas se llevaron a una cámara de germinación, donde permanecieron durante 48 horas en un rango de temperatura de 17 y 18 °C, así como una humedad relativa entre 40 – 46%, hasta que el plúmula del grano midió de dos a tres veces el tamaño del grano,

debido a que en esta parte se garantiza que hay presencia de las enzimas alfa amilasas como beta amilasas. A partir de entonces, se dio el proceso de pre-secado para remover la humedad y frenar el proceso de germinación. Esto se realizó por medio de papel toalla durante 8 horas. Finalmente se ubicó en un horno entre 40 y 45 °C durante 16 horas hasta que la humedad bajara de 5 a 8%. El propósito de no elevar la temperatura es evitar el daño al poder diastático del grano (Mosher y Trantham 2017).

Molienda de Cereales.

Luego de la etapa de malteado, se tamizó tanto el grano de sorgo como el de cebada para remover cualquier tipo de impureza. Posteriormente, se aplicó el proceso de molienda para obtener una partícula del tamaño de grits[1].

Fase II: Desarrollo y Evaluación Sensorial de la Bebida Energética

En la fase II de este estudio se formuló y elaboró la bebida energética a base de cebada (C) y sorgo (S) con diferentes niveles porcentuales: 100C, 0S%; 25C, 75%S; 50C, 50S%. Se evaluó sensorialmente cada tratamiento y de esta forma se identificó el atributo que más influyó en el panelista, así como la preferencia de cada uno.

Elaboración de Bebida.

Pesado de Materiales. Se pesaron las materias primas e ingredientes para cada tratamiento respetando la relación de sólidos y agua, siendo esta de 1:4 (2.5 kg de sólidos y 7.5 kg de agua). En el Cuadro 1 se presentan las proporciones utilizadas para la elaboración de la bebida energética.

[1] Es una palabra casi extinta para salvado, molino de polvo también para la avena que se descascara, se considera al tamaño de 1 – 3 mm (Academic 2016).

Cuadro 1

Formulación para la elaboración de bebida energética, según tratamiento.

Tratamiento	Material/Sustancia	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
100 C	Malta de cebada	2.483	99.3
	Malta de sorgo	0.000	0.0
	E. Guaraná[1]	0.005	0.2
	Azúcar	0.013	0.5
50 C 50 S	Malta de cebada	1.241	49.7
	Malta de sorgo	1.241	49.7
	E. Guaraná[1]	0.005	0.2
	Azúcar	0.013	0.5
25 C 75 S	Malta de cebada	0.621	24.8
	Malta de sorgo	1.862	74.5
	E. Guaraná[1]	0.005	0.2
	Azúcar	0.013	0.5

Nota. E. Guaraná[1] = Extracto de guaraná. C = cebada. S = sorgo. En base a 10 L de mezcla.

Maceración. Se procedió al macerado donde se hidrataron las materias primas a una temperatura entre 65 y 75 °C por 1 hora, con el objetivo que las enzimas α-amilasas desdoblen el almidón a dextrinas. Luego, se procedió a la separación del mosto por medio de un filtro separando el líquido maltoso y dulce de las partículas sólidas de los granos.

Cocción del Mosto Dulce. Posterior a la maceración, se calentó el mosto dulce a una temperatura de ebullición entre 90 y 95 °C durante 30 minutos. En este paso se agregó el azúcar y el extracto de guaraná.

Envasado de la Bebida. El envasado se realizó en recipientes de vidrio, los cuales se almacenaron en el cuarto frío de la Planta de Innovación de Alimentos de Zamorano (PIA) a una temperatura entre 4 y 8 °C, hasta realizar el análisis sensorial.

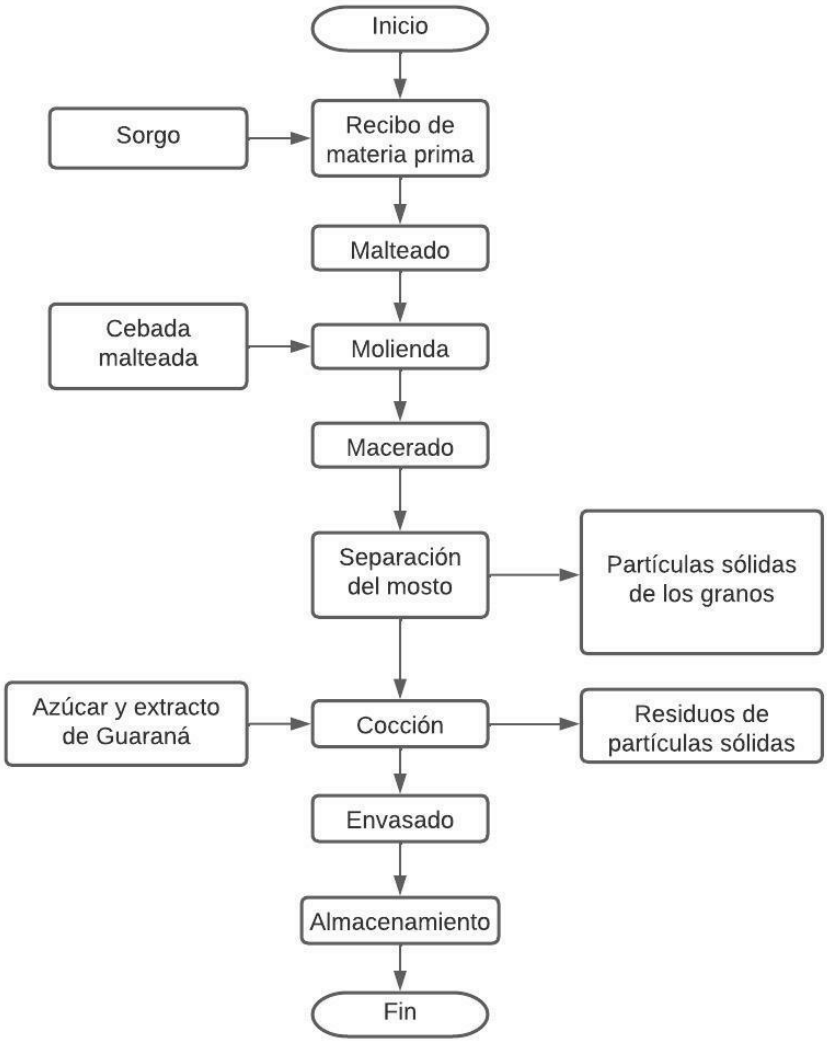
Análisis Sensorial.

Se realizó una evaluación sensorial afectiva con una prueba de aceptación para evaluar el nivel de agrado o desagrado del producto, en donde, se utilizaron 105 panelistas. Se aplicó una escala hedónica de 5 puntos donde 1: Significa me disgusta extremadamente, 2: Me disgusta moderadamente, 3: no me gusta ni me disgusta, 4: me gusta moderadamente, 5: me gusta

extremadamente. Esto con el fin de evaluar los atributos de color, olor, sabor y consistencia. Así mismo, se evaluó por medio de un análisis de preferencia para saber la inclinación de los panelistas hacia los tratamientos, siendo 1 el más preferido y 3 el menos preferido.

Figura 1

Flujo de proceso de la elaboracion de bebida energética



Diseño Experimental.

Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) evaluando tres tratamientos, con tres repeticiones, obteniendo un total de nueve unidades experimentales para el análisis sensorial. En el Cuadro 1 se detallan los tratamientos establecidos.

Análisis Estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron en el programa SAS® (Statistical Analysis System, por sus siglas en inglés), Versión 9.4, a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias (Duncan) a fin de determinar el tratamiento con los mejores resultados de la evaluación sensorial trabajando con un nivel de confianza de 95%. Asimismo, se realizó un análisis de correlación para determinar si existía relación entre los atributos evaluados con la aceptación general de los panelistas.

Fase III: Análisis Fisicoquímicos de la Bebida Energética

Análisis Químicos.

Contenido de Cafeína. La cafeína es un alcaloide del grupo xantinas, el cual actúa como droga psicoactiva y estimulante. Su determinación en la bebida se realizó por medio de un método cualitativo/cuantitativo utilizando el equipo de cromatografía liquida de alta eficacia (HPLC modelo 1100, Agilent Technologies, EE. UU) junto con un sistema detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD). Se analizó la cantidad de cafeína según la metodología reportada por Jeon J-S et al. (2019), con algunas modificaciones.

Para la preparación de cada muestra se midió 2.5 mililitros de los tratamientos en tubos cónicos de centrifugación de 50 mL y se añadió 0.1 mL de solución Carrez I[2] y 0.1 mL de solución Carrez II[3]. Las muestras fueron mezcladas en el Vortex por 2 minutos. Después de esto, las muestras fueron centrifugadas a 3500 rpm por 10 minutos y se filtró el sobrenadante con acro discos de Nylon de 0.45 µm. Finalmente, las muestras filtradas se colocaron en viales de 1.5 mL y se analizaron en el HPLC.

Se inyectaron 10 µL de muestras en una columna ZORBAX Eclipse XDB-C18 (4.6 × 150 mm, 5 µm, Agilent Technologies, EE. UU). El análisis se realizó a temperatura ambiente (25 °C). Para la fase

[2] Solución Carrez I: 5.3 g de ferrociadina de potasio tri hidratado en 50 mL de agua desionizada.

[3] Solución Carrez II: 10.95 g de acetato de zinc di hidratado y 2 mL de ácido acético glacial aforado hasta 50 mL.

móvil, se prepararon dos soluciones eluyentes. El eluyente A consistió en buffer KH2PO4 preparado a 20 mm y con 0.1% de ácido fosfórico. El eluyente B contenía acetonitrilo con 0.1% de ácido fosfórico. La mezcla de eluyentes se realizó por medio de un gradiente, el cual estuvo compuesto de una relación de eluyentes A/B de 97:3 de 0 a 5 min, el eluyente B incrementó a 93:7 de 5 a 15 min, y luego se incrementó a 92:8 de 15 a 25 min, por último, el eluyente B se incrementó B a 75:25 de 25 a 60 min, y finalmente se retornaron los eluyentes a su concentración original de 97:3 de 60 a 70 min para equilibrar la columna y lavar el sistema.

El flujo de la fase móvil fue constante durante análisis y se mantuvo a 1.5 mL/min. Para determinar el contenido de cafeína, se midió la absorbancia a una longitud de onda de 272 nm. Para la cuantificación se elaboró una curva de calibración con y cafeína (R^2 = 0.9995) (Sigma-Aldrich, Co., MO, EE. UU.).

Perfil de Azúcares (AOAC 982.14). Mediante el perfil de azúcares, se logró representar el grado de hidrolisis alcanzado en una muestra de malta. Por medio del equipo de cromatografía liquida de alta eficacia (HPLC) de la marca Agilent Technologies series 1100, se analizó el perfil de azúcares según el método AOAC 982.14 (Goldfein 2016). Se analizó el contenido de cada uno de los monosacáridos y disacáridos individuales; la sumatoria de estos azucares dio como resultado el contenido total de azúcares (Guevara Milla 2019). Se cuantificaron seis azúcares estándares como glucosa, fructosa, galactosa, lactosa, sacarosa y maltosa. Para preparar cada muestra, se pesó 5 g en una disolución de agua desionizada (H_2O DI) y etanol, en una relación 1:1. Se aforó en un matraz volumétrico de 100 mL, luego se agitaron en el Vortex y se colocó en baño María por 30 minutos a 80 °C, posteriormente, se aforó nuevamente hasta 100 mL. Se procedió a filtrar el sobrenadante con acrodiscos de Nylon de 0.45 µm. Finalmente, las muestras filtradas se colocaron en viales de 1.5 mL, y se analizaron en el HPLC.

Potencial de Hidrógeno (pH). El potencial de hidrogeno es una medida que ayuda a determinar el grado de alcalinidad o acidez de una solución, las cuales son determinadas por la

concentración de H^+. Se midió por medio del potenciómetro digital marca OAHUS modelo STARTER 2100, a través del método AOAC 981.12 (Takegami y Yoshida 1975). Para la medición de pH, se realizaron tres soluciones buffer estándar para calibrar el potenciómetro (pH 4, 7 y 10). Posterior a cada medición, se lavó con agua destilada la sonda medidora. Se evaluó cada tratamiento con 150 mL de muestra en cubilete de 250 mL.

Vitamina B_1. Este componente nutricional se midió por medio del equipo de espectrofotometría UV-Visible de la marca Agilent Technologies modelo Cary 8454, basado en la precipitación de azufre como sulfato de bario utilizando cloruro de bario. La absorbancia se midió directamente en las muestras a una longitud de onda de 420 nm siguiendo el procedimiento reporte previamente (Al-Ahmary 2014). Por este método se cuantificó la cantidad tiamina (vitamina B_1). Todos los tratamientos fueron medidos a la misma longitud de onda, en donde posteriormente se comparó con el coeficiente molar tomando en cuenta la distancia de paso y el peso molecular (Al-Ahmary 2014). Para cuantificar la cantidad de tiamina en la bebida. Los resultados de cada tratamiento fueron reportados como mg/100 mL.

Vitamina B_2. Por medio del equipo de espectrofotometría UV-VIS de la marca Agilent Technologies modelo Cary 8454. Por este método se cuantificó la cantidad riboflavina (vitamina B_2). Todos los tratamientos fueron medidos a la misma longitud de onda (440 nm) en donde posteriormente se comparó con el coeficiente molar tomando en cuenta la distancia de paso y el peso molecular (Bartzatt y Wol 2014). Para cuantificar la cantidad de riboflavina en la bebida. Los resultados de cada tratamiento fueron reportados como mg/100 mL.

Vitamina B_3 y B_6. Para la determinación de estos dos compuestos se utilizó el equipo de espectrofotometría UV-VIS de la marca Agilent Technologies modelo Cary 8454. Por este método se cuantificó la cantidad riboflavina (vitamina B_2). Todos los tratamientos fueron medidos a dos longitudes de onda 288 nm para la vitamina B3 y 290 nm para la vitamina B6, en donde posteriormente se comparó con el coeficiente molar respectivo de cada vitamina. Asimismo, se tomó

en cuenta la distancia de paso y el peso molecular (Khateeb et al. 2015). Para cuantificar la cantidad de cada vitamina en la bebida. Los resultados de cada tratamiento fueron reportados como mg/100 mL.

Análisis Físicos.

Color. Por medio del equipo Colorflex Hunter se midió el color utilizando el método AN 1018.00. El Colorflex Hunter es un equipo que mide el color por medio de una escala de triple estímulo, en el cual se utilizan valores que tratan de simular los colores percibidos por el ojo humano al observar el color. Al ser un equipo tipo colorímetro, se utilizó la escala Hunterlab, en donde se reportó la escala L, a y b. En donde L indica la luminosidad en una escala de 0 a 100, siendo cero, negro y cien, blanco. Los valores a y b reflejan las coordenadas de cromaticidad, en donde en el caso del valor a representa los colores verde y rojo. Los valores positivos de esta escala son reflejados por el color rojo y los negativos por el color verde. Por otra parte, el valor de la escala b representa los colores azul y amarillo, en donde los valores positivos reflejan el color amarillo y los valores negativos reflejan el color azul (Whetzel 2015).

Gravedad Especifica. Se utilizó un hidrómetro de precisión Safety – Blue para determinar la gravedad específica de cada tratamiento. La gravedad específica es la densidad relativa de una sustancia a la densidad del agua (Mosher y Trantham 2017), por lo cual el resultado es adimensional. Cada muestra fue colocada en una probeta de 500 mL, luego se sumergió el hidrómetro de precisión dentro de la probeta con la muestra y se registró el valor en la escala una vez se estabilizó el dispositivo. La temperatura a la cual se realizó cada análisis fue de 25 °C. La medición fue realizada dos veces por tratamiento, una fue realizada en la etapa de maceración y luego, después de la cocción. Esto debido a que durante el tratamiento térmico se puede evaporar agua.

Sólidos Solubles Totales (°Brix). Se midió la cantidad de sólidos solubles para cada tratamiento con un refractómetro de bolsillo PAL-3, marca ATAGO, con escala de 0 a 93 ± 0.1% °Brix utilizando el método AOAC 983.17 (Nielsen 2014). Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes

en alimentos, expresados en porcentaje de sacarosa. Se tomó una muestra de 50 mL en un cubilete de 100 mL y se agregó 0.5 mL de muestra a temperatura de 20 °C, con tres repeticiones por tratamiento.

Resultados y Discusión

Fase II: Desarrollo y Evaluación Sensorial de la Bebida Energética

En esta fase se evaluaron las diferentes proporciones de granos con tres niveles porcentuales diferentes, siendo un tratamiento el 100% de cebada, el siguiente 25% cebada y 75% sorgo y el último tratamiento 50% cebada con 50% sorgo. Los resultados obtenidos demostraron diferencias significativas únicamente en el atributo del sabor.

Color.

El color y la apariencia de un producto son los primeros parámetros evaluados visualmente por el consumidor y están directamente relacionados con la aceptación o rechazo de este (López et al. 2016). En el Cuadro 2 se puede observar que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en el atributo de color. Esto se atribuye que al existir presencia del grano de cebada en los tres tratamientos dificultó al panelista a observar diferencias en los tratamientos de esta manera fueron evaluados todos los tratamientos como “no me gusta ni me disgusta”.

Olor.

El olfato tiene una conexión directa con los circuitos cerebrales, los cuales están relacionados con la memoria (García Palacios 2018). Debido a que los consumidores no se encuentran acostumbrados a olores en las bebidas, en especial a las bebidas energéticas, este atributo fue de gran relevancia ya que percibieron un olor reflejado a miel. Esto se debe a la presencia de la malta de cebada presente en los tratamientos, la cual tiene un malteado tipo Pale Ale que presenta un grado nivel 2 al aroma miel. Cuyo aroma fue potencializado a una posible reacción de Maillard debido a la presencia de altas temperaturas, azúcares reductores y aminoácidos presentes en la bebida. A diferencia del estudio de ellos Gímenez y Volonté (2019) en su formulación de una bebida sin alcohol a base de malta de quinua, mencionan que al incursionar un nuevo grano presentó diferencia significativa en los resultados obtenidos de su análisis de aceptación. En el Cuadro 2 no hubo

diferencia significativa (P > 0.05) en el atributo del olor. Este parámetro fue evaluado como “no me gusta ni me disgusta”.

Sabor.

El sabor de la bebida preparada con 50% cebada 50 % sorgo mostró una diferencia significativa (P < 0.05) únicamente, los demás tratamientos fueron evaluados con mismo valor (100% cebada y 25% cebada 75% sorgo (Cuadro 2). Se puede atribuir el mejor valor de nota a través de la escala hedónica debido a la tolerancia del nivel de dulzura que presentó este tratamiento comparada con el tratamiento 25% cebada 75% sorgo debido a que el panelista realizó observación de simpleza en el sabor y opuesto al tratamiento 100% cebada el cual representó demasiada dulzura para el panelista. Esto se puede atribuir al efecto que menciona Enriquez Murcia (2018), debido a la costumbre del panelista con los productos que consume a diario, lo que provocó una mejor aceptación al tratamiento 50% cebada 50% sorgo, así mismo, este tratamiento fue evaluado como “no me disgusta ni me gusta” así como los tratamientos 100% cebada y 25% cebada 75% sorgo fueron evaluados como me disgusta moderadamente.

Consistencia.

La consistencia es un parámetro muy importante en la evaluación sensorial de una bebida, ya que determina en buena parte el agrado del panelista en una primera etapa, previo a ser degustado. En el Cuadro 2 se puede observar que no hubo diferencia significativa (P > 0.05) en el atributo de consistencia. Esto se debe a que todos los tratamientos presentaban el mismo tamaño de partícula, así como el proceso de filtrado en la bebida, lo cual provocó un mismo cuerpo en la bebida. Así mismo, el panelista observo precipitación de partículas en la bebida a lo que denominó como “asiento”. Debido a lo anterior, este parámetro fue evaluado como “no me gusta ni me disgusta”.

Cuadro 2

Resultado de análisis sensorial de aceptación en bebida energética.

TRT	Color	Olor	Sabor	Consistencia/Viscosidad
	Media ± D.E. ^{NS}	Media ± D.E. ^{NS}	Media ± D.E.	Media ± D.E. ^{NS}
100 C	3.22 ± 0.92	3.34 ± 0.90	2.485 ± 1.16^{b}	3.09 ± 0.98
50 C 50 S	2.99 ± 1.08	3.40 ± 0.91	3.01 ± 1. 23^{a}	3.19 ± 1.10
25 C 75 S	3.11 ± 0.90	3.28 ± 0.97	2.48 ± 1.14^{b}	3.11 ± 1.08
C.V (%)	31.26	27.65	43.26	33.6

Nota. C = cebada, S = sorgo, TRT = tratamiento, C.V (%) = Coeficiente de Variación expresado en porcentaje, D.E.= Desviación Estándar, NS = No hay diferencias Significativas. (a-b) Medidas seguidas con diferente letra en columnas son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Escala hedónica de 1 - 5, siendo 1= me disgusta extremadamente, 2= me disgusta moderadamente, 3= no me disgusta ni me gusta, 4= me gusta moderadamente, 5= me gusta extremadamente.

Análisis Preferencial.

Por medio de una prueba de preferencia por ordenamiento se determinó cuál de los tres tratamientos fue el más preferido por el panelista no entrenado. En el Cuadro 3 se puede observar que el tratamiento 50% cebada 50% sorgo, demostró ser el tratamiento más preferido seguido del tratamiento 25% cebada 75% sorgo. Estos valores fueron determinados mediante la tabla de valores críticos de chi-cuadrado bajo la probabilidad $H_0 \geq X^2$. Donde el análisis de preferencia brindó un dato de chi-cuadrado de 22.99 siendo mayor, comparado con la tabla de referencia. Debido a que el dato referente de la tabla del chi-cuadrado fue de 3.99 a dos grados de libertad. Por lo que se puede concluir que sí hay diferencia entre los tratamientos evaluados por parte del panelista.

Cuadro 3

Resultado de análisis de preferencia por ordenamiento en bebida energética.

Tratamientos	Preferencia	Orden de Preferencia
100 C	237	3°
50 C 50 S	175	1°
25 C 75 S	218	2°

Nota. C = cebada, S = sorgo.

Fase III: Análisis Fisicoquímicos de la Bebida Energética

Cafeína.

Para efectos de la presente investigación, se determinó la cantidad de cafeína que contenían los tratamientos por medio de cromatografía liquida. En el Cuadro 4 se muestra la concentración de cafeína obtenida para cada tratamiento de la bebida energética. Es importante conocer que, una solución solo se reporta como cafeína si se ajusta al tiempo de retención promedio de la curva estándar. Los resultados encontrados reflejan que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en la cantidad de cafeína entre tratamientos, y esto era de esperar, ya que se utilizó la misma cantidad según las formulaciones. Así mismo, se llegó a la concentración esperada en la formulación con la cual se encuentra en dosis similares que la competencia en bebidas energéticas (Red Bull® y Monster Energy®). Esta concentración se puede comprar con la normativa de Kenya, debido a que actualmente hay una falencia respecto a una normativa a nivel mundial que regule los parámetros químicos presentes en una bebida energética. Dicho lo anterior, esta bebida se encuentra en los rangos aceptables respecto KEBS (2019), ya que se encuentra entre 14.5 – 32 mg de cafeína en 100 mL.

Cuadro 4

Resultado de análisis de cafeína en bebida energética.

Tratamiento	Media ± D.E. (mg/100 mL) ^{NS}
100 C	28.94 ± 2.42
50 C 50 S	29.21 ± 1.76
25 C 75 S	28.97 ± 1.59
C.V (%)	7.91

Nota. D.E.= Desviación Estándar, NS = No hay diferencias Significativas, C = cebada, S = sorgo.

Potencial de Hidrógeno.

En el Cuadro 5 se observa que los tratamientos presentaron valores de pH en el rango de 5-6. Estadísticamente no hubo diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$). A pesar de haber variado la proporción de granos entre tratamientos, así como mencionan Pérez et al. (2010), tanto el grano de sorgo como el de cebada tienden a oscilar entre un potencial de hidrogeno de 5.5 a 8.5, lo

que provocó una alcalinización en la bebida. Así mismo si los resultados obtenidos son comparados con la normativa de Kenya del 2019 (KEBS 2019), no se encuentran en los rangos permitidos.

Cuadro 5

Análisis de potencial de hidrógeno

Tratamiento	Media ± D.E (pH) ^{NS}
100 C	5.36 ± 0.51
50 C 50 S	6.13 ± 0.21
25 C 75 S	5.96 ± 0.33
C.V (%)	6.57

Nota. CB = cebada, S = sorgo, TRT = tratamiento, C.V (%) = Coeficiente de Variación expresado en porcentaje, D.E.= Desviación Estándar, NS = No hay diferencia Significativa, pH = Escala de 1 a 14; 1 es ácido, 7 es neutro y 14 es alcalino.

Colorimetría.

En el Cuadro 6 se muestran los resultados del análisis de colorimetría en las escalas L, a y b. Según los mismos, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos para la escala b ($P > 0.05$) a diferencia de Guevara Milla (2019) que presentó únicamente diferencias significativas únicamente en dicha escala, esto se debe a que el autor en el proceso de malteado sí tostó los granos homogenizando de esta manera las escalas L y a, en mis tratamientos sí hubo diferencia significativa para las escalas L y a ($P < 0.05$). El tratamiento 25% cebada 75% sorgo obtuvo el valor más alto en la escala “L” (50.76 ± 1.95) a comparación de los otros tratamientos (Cuadro 6), esto es debido a que dicho tratamiento es el que contenía mayor porcentaje de sorgo. El grano de sorgo tenía un color más claro en comparación con la cebada, esto pudo influir en el color final del producto, así mismo, Aparicio Funes (2002), menciona en su investigación que la implementación del grano de sorgo en sus tratamientos provocó un valor más cercano al valor del blanco en la escala L. Su color más claro se debe a las características propias del grano y a su nivel de tostado, el cual era más suave que el de la cebada, a pesar de que esta última tenía un tostado pálido. Así mismo, el tratamiento 100% cebada en la escala “a” obtuvo el valor más alto (7.85 ± 0.42), esto se debe a la variación de porcentaje en el uso de granos provocando una mayor cercanía hacia el color rojo en donde la cebada tiende a reflejar un color más alto en esta escala. También, en el calentamiento del mosto se produce una reacción

química llamada reacción de Maillard. Esta reacción es la responsable de las diferentes tonalidades (Morales Toyo 2018). Así mismo, debido a la reacción presente en la bebida energética no solo influyó en los olores potencializados sino en la homogenización de la escala b en lo tratamientos respecto al color.

Cuadro 6

Análisis de colorimetría en bebida energética.

Tratamiento	L ± D.E.	a ± D.E.	b ± D.E. ^{NS}
100 C	40.73 ± 1.98^{b}	7.85 ± 0.42^{a}	22.73 ± 1.48
50 C 50 S	42.64 ± 0.75^{b}	5.53 ± 0.33^{b}	20.60 ± 0.56
25 C 75 S	50.76 ± 1.95^{a}	4.89 ± 0.49^{b}	21.61 ± 1.96
C.V (%)	3.14	6.42	5.62

Nota. *CB = cebada, S = sorgo, TRT = Tratamiento, C.V (%) = Coeficiente de Variación expresado en porcentaje, D.E.= Desviación Estándar. ($^{a-c}$)*

Solidos Solubles (°Brix).

Estadísticamente sí hubo diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$). A un mismo tiempo de maceración, los °Brix fueron menores para los tratamientos que contenían malta de sorgo en comparación con el control que contenía 100% malta de cebada (Cuadro 7). González Chávez (2015) explica que, a mayor tiempo de maceración tanto los °Brix como los Azúcares Reductores Totales (ART) tienden a aumentar, resultado de la solubilidad y conversión de los almidones. Es así como en la etapa de cocción, después de la etapa de maceración, se presentó un aumento de los sólidos solubles para cada una de las muestras. Así mismo, Guevara Milla (2019), menciona que el grano de cebada presenta un mayor poder diastático comparado al grano de sorgo, por tal motivo hay una menor presencia de °Brix en los tratamientos con mayor proporción de grano de sorgo. Estos datos se pueden observar en el Cuadro 7.

Cuadro 7

Análisis de sólidos solubles.

Tratamiento	Macerado	Cocción
	Media ± D.E (g/100 g de H2O)	Media ± D.E. (g/100 g de H2O)
100 C	17.67 ± 0.68[a]	21.17 ± 0.76[a]
50 C 50 S	14.63 ± 0.65[b]	16.90 ± 0.80[b]
25 C 75 S	12.23 ± 0.59[c]	16.43 ± 0.51[b]
C.V (%)	4.7	3.88

Nota. CB = cebada, S = sorgo, TRT = tratamiento, C.V (%) = Coeficiente de Variación expresado en porcentaje, D.E.= Desviación Estándar, °Brix (%) = g de solidos solubles/100g de agua

Gravedad Especifica.

Este parámetro se evaluó debido a la tendencia que a presentado como parámetro de control de calidad en las bebidas no alcohólica. Así mismo, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), esto debido al poder diastático presente en los granos de cebada y sorgo, se puede observar que el tratamiento con 100% cebada presentó un mayor valor debido a que el grano de cebada tiene mayor poder diastático que el grano de sorgo. Así mismo, esto se puede comprobar debido a que a mayor presencia de azúcares produce un efecto directo en una mayor densidad respecto a dicho análisis. Por otra parte, los datos obtenidos en dicha investigación difieren alrededor de 0.01 comparándolo con los resultados obtenidos por Mencia Sánchez y Pérez Gallegos (2016), esto debido a que en esta investigación no se tostó el grano en el proceso de malteado lo que provocó una mayor disposición de azúcares presentados en la bebida, reflejando un mayor valor de gravedad específica (Cuadro 8).

Cuadro 8

Análisis de gravedad específica

Tratamiento	Macerado	Cocción
	Media ± D.E.	Media ± D.E.
100 C	1.050 ± 0.006[a]	1.060 ± 0.005
50 C 50 S	1.040 ± 0.006[ab]	1.070 ± 0.015
25 C 75 S	1.040± 0.003[b]	1.050± 0.009
C.V (%)	0.57	1.16

Nota. CB = cebada, S = sorgo, TRT = tratamiento, C.V (%) = Coeficiente de Variación expresado en porcentaje, D.E.= Desviación Estándar, NS = No hay diferencia significativa.

Vitamina.

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en los resultados de las vitaminas evaluadas (P > 0.05). Respecto a cada vitamina analizada (B_1, B_2, B_3, B_6), por medio del análisis de absorbancia se obtuvo datos similares entre tratamientos. La concentración vitamínica varió dependiendo del tipo de vitamina B analizada. Es importante resaltar que todas las vitaminas analizadas en todos los tratamientos se consideran como alto o buena fuente de vitamina. Según el anexo "E" del RTCA 67.01.60:10 contiene dos veces los valores para fuente (B_1 = 0.07 mg, B_2 = 0.08 mg, B_3 = 0.9 mg, B_6 = 0.1 mg). A pesar de la variación en proporciones de los granos, no hubo diferencia significativa, ya que ambos granos contienen altas concentraciones de complejo B (Davis et al. 1943). De la misma forma, al ser evaluados por medio de una longitud de onda, existe la probabilidad que a dicha longitud se haya medido otro tipo de partícula como proteínas u otro componente bioactivo presente en los granos (Cuadro 9). Esto último pudo provocar un alto contenido respecto a las vitaminas presentes en bebidas energéticas (KEBS 2019).

Cuadro 9

Análisis de vitaminas B_1, B_2, B_3, B_6 por medio de absorbancia

Tratamiento	B1	B2	B3	B6
	Media ± D.E. (mg/100 mL) ^{NS}	Media ± D.E. (mg/100 mL) ^{NS}	Media ± D.E. (mg/100 mL) ^{NS}	Media ± D.E (mg/100 mL) ^{NS}
100 C	12.61 ± 0.26	8.31 ± 0.36	3.92 ± 0.03	3.50 ± 0.01
50 C 50 S	12.57 ± 0.35	8.41 ± 0.17	3.77 ± 0.16	3.50 ± 0.02
25 C 75 S	12.37 ± 0.25	8.29 ± 0.21	3.86 ± 0.07	3.49 ± 0.02
C.V (%)	2.17	3.31	2.88	0.31

Nota. *C = cebada, S = sorgo, TRT = tratamiento, C.V (%) = Coeficiente de Variación expresado en porcentaje, D.E.= Desviación Estándar, B1= tiamina, B2 = riboflavina, B3 = niacina, B6 = piridoxina, NS = No hay diferencia significativa.*

Perfil de Azúcares.

Para el análisis de azúcares de las bebidas energéticas se identificaron dos tipos de azúcares de los seis evaluados (glucosa, lactosa, sacarosa, maltosa, galactosa, sacarosa), en donde únicamente se encontró presencias de azúcares como sacarosa y glucosa de acuerdo con los tiempos de retención. El contenido de glucosa se debe al desdoblamiento del almidón en azúcares simples debido a las

enzimas diastáticas presentes en la capa de aleuronas de los granos; las enzimas son transportadas al endospermo durante el remojo y germinación de las semillas y son activadas durante el proceso de maceración (Mosher y Trantham 2017). Además de los azúcares obtenidos durante la maceración (Latham 2002), en la formulación de las bebidas se incluyó azúcar de mesa o sacarosa, por dicho motivo, presenta una mayor cantidad de ese azúcar. Así mismo, sí hubo diferencia significativa entre tratamiento ($P < 0.05$) debido al mayor poder diastático en el grano de cebada comparado con el del sorgo (Cuadro 10) (Guevara Milla 2019).

Cuadro 10

Análisis de perfil de azúcares.

Tratamiento	Sacarosa	Glucosa	Azúcares totales
	Media ± D.E. (g/100 mL)	Media ± D.E. (g/100 mL)	Media ± D.E. (g/100 mL)
100 C	7.01 ± 0.39^{a}	3.04 ± 0.09^{a}	10.05 ± 0.30^{a}
50 C 50 S	5.63 ± 0.32^{b}	2.50 ± 0.17^{b}	8.13 ± 0.48^{b}
25 C 75 S	5.50 ± 0.15^{b}	2.25 ± 0.03^{c}	7.76 ± 0.13^{b}
C.V (%)	5.29	3.71	4.16

Nota. CB = cebada, S = sorgo, TRT = tratamiento, C.V (%) = Coeficiente de Variación expresado en porcentaje, D.E.= Desviación Estándar.

Conclusiones

La bebida energética con 50% cebada y 50% sorgo variedad sureño, fue mejor valorada en los atributos desabor y preferencia por los panelistas, seguida de la bebida 25% cebada y 75% sorgo.

La bebida energética presentó rangos de cafeína y azúcares cumpliendo con los parámetros del mercado.

Los tres tratamientos de bebida energética presentaron un alto contenido de vitaminas B_1, B_2, B_3 y B_6 según el RTCA 67.01.60:10.

Recomendaciones

Evaluar el aumento del tiempo de maceración en la elaboración de la bebida energética para tener una mayor disposición de azúcares y reducir el porcentaje de azúcares añadidos.

Mejorar el aspecto de sabor; evaluando sabores culturales más aceptados por el mercado y también mejorar el proceso de filtrado para evitar la precipitación del mosto en la bebida.

Realizar análisis por medio del HPLC para confirmar la presencia y contenido de vitaminas en estudio.

Referencias

Academic. 2016. Grit cereal. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado 19/04/22]. https://bit.ly/3afXWBQ.

Al-Ahmary KM. 2014. A simple spectrophotometric method for determination of thiamine (vitamin B1) in pharmaceuticals. European Journal of Chemistry; [consultado el 9 de jul. de 2021]. 5(1):81–84. doi:10.5155/eurjchem.5.1.81-84.881.

Angulo AC. 11 de dic. de 2020. Guaraná: ¿Qué es y qué beneficios aporta para la Salud?; [consultado el 30 de oct. de 2021]. https://bit.ly/3mdZheY.

Aparicio Funes JE. 2002. Evaluación de cinco proporciones de maíz y sorgo nixtamalizado en la elaboración de rosquillas a escala industrial [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 24 de mar. de 2022]. https://bit.ly/3NNvsxM.

Bartzatt R, Wol T. 2014. Detection and Assay of Vitamin B-2 (Riboflavin) in Alkaline Borate Buffer with UV/Visible Spectrophotometry. Int Sch Res Notices. 2014:453085. eng. doi:10.1155/2014/453085.

Davis F, Laotee S, Saletan L. 1943. A study of some of the vitamin B complex factors in malted and nnmalted barley and wheat of the 1941 crop. New York: [sin editorial] (vol. 20); [consultado 18/04/22]. https://bit.ly/3NRkW8C.

Enriquez Murcia JP. 2018. Efecto de la viscosidad en la percepción dedulzura en la bebida. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 20 de ene. de 2022]. https://bit.ly/3ajPUI0.

García Palacios AB. 2018. Análisis multi-sensorial: integración de los sentidos y la percepción del gusto. Ecuador: Universidad San Francisco de Quito; [consultado 19/04/22]. https://bit.ly/3PWYWLy.

Gímenez PA, Volonté MdlA. 2019. Formulación de una bebida sin alcohol a base de malta de quinua. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba; [consultado el 24 de ene. de 2022]. https://bit.ly/3aloXDN.

Goldfein KR. mar. 2016. Added Sugars: Why It is Added to Food and the Challenges of Labeling It. Estados Unidos: University of Minnesota; [consultado el 31 de oct. de 2021]. https://bit.ly/3NToKpR.

González Chávez J. 2015. Obtención de maltina a partir de sorgo malteado como materia prima fundamental. Cuba: Universidad Central ‘‘Marta Abreu’’ de Las Villas; [consultado el 20 de abr. de 2022]. https://bit.ly/3zaJhSL.

Guevara Milla RE. 2019. Desarrollo de una cerveza artesanal American Pale Ale utilizando como malta base sorgo (Sorghum bicolor) con cebada (Hordeum vulgare) y endulzada con miel de abeja [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 49 p; [consultado el 5 de jun. de 2021]. https://bit.ly/3xbxCSj.

Jeon J-S, Kim H-T, Jeong I-H, Hong S-R, Oh M-S, Yoon M-H, Shim J-H, Jeong JH, Abd El-Aty AM. 2019. Contents of chlorogenic acids and caffeine in various coffee-related products. J Adv Res; [consultado el 20 de nov. de 2021]. 17:85–94. eng. https://bit.ly/38Hd3nm. doi:10.1016/j.jare.2019.01.002.

[KEBS] Kenya Bureau of Standars. 2019. Energy drinks — Specification. [sin lugar]: Kenya Bureau of Standars; [consultado el 17 de feb. de 2022]. https://bit.ly/3m74m8S.

Khateeb M, Elias B, Rahal FA. 2015. Validated Spectrophotometric Method to Assay of B_6 and B_3 Vitamins in Pharmaceutical Forms Using Potassium Iodide and Potassium Iodate. ILCPA. 60:113–119. https://bit.ly/3GYlcAN. doi:10.18052/www.scipress.com/ILCPA.60.113.

Latham MC. 2002. Nutrición humana en el desarrollo. Roma: FAO. 531 p. (Colección FAO: Alimentación y nutrición; vol. 29). ISBN: 92-5-303818-7.

López SR, Galeano F, Triana D. 2016. Efecto de la presion sobre los parametros de calidad (color-textura) de chips de platano verde durante la fritura. Vitae; [consultado el 19 de abr. de 2022]. 23. https://bit.ly/3NdAHah.

López Olmedo N. 2011. ¿Qué son las bebidas energéticas? Viva Salud; [consultado el 30 de oct. de 2021]. https://bit.ly/3Nee6dA.

Mandal A. 2019. Efectos secundarios del ginseng. News Medical Life Sciences; [consultado el 30 de oct. de 2021]. https://bit.ly/3m55euW.

Mencia Sánchez GA, Pérez Gallegos RD. nov. 2016. Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 20 de feb. de 2022]. https://bit.ly/3zi8xGO.

Morales Toyo M. 2018. Reacciones químicas en la cerveza. Revista de Química; [consultado el 20 de abr. de 2022]. 32. https://bit.ly/3MaQTru.

Mosher MR, Trantham K. 2017. Brewing science: A multidisciplinary approach. Cham, Switzerland: Springer. 1 online resource. ISBN: 978-3-319-46393-3; [consultado el 21 de abr. de 2022].

Nielsen S. 2014. Regulations and International Standards Related to Food Analysis. En: Nielsen SS, editor. Food analysis. 4ª ed. New York: Springer. p. 179–200 ; [consultado el 16 de feb. de 2022]. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-1-4419-1478-1.pdf.

Pérez A, Wencomo HB, Saucedo O, Iglesias J, Reyes F, Oquendo G, Milián I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench). SciELO; [consultado el 24 de ene. de 2022]. https://bit.ly/3zbpL8T.

Rivera Ramirez LA, Ramirez Moreno E, Valencia Ortíz AI, Ruvalcaba JC, Arias Rico J. 2020. Revisión de la composición de las bebidas energizantes y efectos en la salud percibidos por jóvenes consumidores. Journal of Negative and No Positive Results; [consultado el 30 de oct. de 2021]. 6(1):177–188. spa. doi:10.19230/jonnpr.3800.

Sloan E. 2021. Top 10 Food Trends of 2021. Food Technology Magazine; [consultado el 30 de oct. de 2021]. https://bit.ly/3MdMQuu.

Takegami T, Yoshida K. 1975. Isolation and purification of cytokinin binding protein from tobacco leaves by affinity column chromatography. Biochem Biophys Res Commun; [consultado el 31 de oct. de 2021]. 67(2):782–789. eng. https://bit.ly/3N7vKQ9. doi:10.1016/0006-291x(75)90881-5.

Whetzel N. 2015. Measuring Color using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L*a*b* - AN-1005b. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 30 de oct. de 2021]. https://bit.ly/3m9iGOw.

Zanin T. 2020. Malta (cereal): qué es y cuáles son sus beneficios. TUASAÚDE; [consultado el 30 de oct. de 2021]. https://bit.ly/3GQvLFN.