



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



ELABORACIÓN DE UNA INFUSIÓN A BASE
DE HOJAS DE MAZORCA (*Zea mays*).

Tutor Académico:

Prof. Viky C, Mujica F

Asesor Metodológico:

Dr. Víctor Guanipa

Autor:

CASAÑAS, Jorge CI: 19112229

Valencia, Junio de 2012.

RESUMEN

La siguiente investigación presenta la elaboración de una infusión a base de hojas de mazorca (*Zea Mays*) obteniendo así una aplicación comercial a dicho material, realizándose mediante la caracterización de la hoja de mazorca en la cual se obtuvo los componentes que permiten la utilización de dicho material, posteriormente se realizó el diseño experimental empleado que conllevo a la aplicación de las pruebas iniciales y finales de control de la infusión, analizando los efectos producidos por el tiempo de secado de la materia prima y comparando de esta manera los efectos de la modificación de las variables tratadas. El proceso estudiado se integra por una serie de procesos para obtener el producto final entre ellos se puede mencionar secado, trituración y molienda. Para la realización del estudio se trabajó con dos híbridos de mazorca, Amarillo Impacto y DK-357. Ambas hojas se sometieron a dos temperaturas de secado, en un secador de bandejas donde con los datos obtenidos al momento de realizar la práctica, se obtuvo la cantidad de agua retirada de agua del material y el tiempo óptimo de secado donde la hoja alcanza una menor humedad. Luego, se hizo un análisis de varianza, para determinar si existía o no una diferencia significativa entre los valores de humedad obtenidos por las curvas de secado. Finalmente se realizó una prueba sensorial a un grupo de personas, después se procedió a agregar otro complemento natural para mejorar las características de la bebida y se realizó un test de pareado simple para una comparación directa; se agregó un poco de anís estrellado (*Illicium verum*). Luego de realizar los análisis obtenidos en la investigación se pudo obtener que la bebida aceptada fue de la hoja DK-357 sometida a una temperatura de 60°C y la mezcla de la infusión con anís estrellado fue la más aceptada por el panel sensorial, al cumplir con todas las normas pertinentes de calidad y siendo aceptado por sus propiedades hedónicas, se puede concluir que si es factible realizar una infusión a base de las hojas de mazorca. Como recomendación principal se tiene el realizar el estudio de cuales beneficios aportara esta bebida a la salud del consumidor.

Palabras claves: infusión, maíz, propiedades hedónicas, varianza.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.Descripción de problema	2
1.2. Formulación del problema	7
1.2.1 Situación actual.....	7
1.2.2 Situación deseada.....	7
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4. Justificación	8
1.5.Limitaciones	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes.....	10
2.2. El maíz (<i>Zea mays</i>).....	13
2.2.1.Cultivo	15
2.2.2. Genética	17
2.2.3. Propiedades del maíz (<i>Zea mays</i>).....	18
2.3. Caracterización.....	18
2.4.Transferencia de calor.....	20
2.4.1. Secado.....	20
	21

ÍNDICE GENERAL (CONT)	Pág.
2.4.2. Secador de bandejas.....	22
2.4.3. Factores que intervienen en el proceso de secado.....	24
2.4.4. Curvas de secado.....	27
2.5 .Infusiones.....	27
2.6. Pruebas de aceptación sensorial.....	33
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	33
3.1. Tipo de investigación.....	33
3.2 . Etapas metodológicas.....	34
3.2.1. Caracterización de la hoja de mazorca.....	
3.2.2. Realización del diseño experimental empleado para la obtención de la infusión a base de hojas de mazorca.....	37
3.2.3. Aplicación las pruebas iniciales y finales de control de calidad de la infusión obtenida a base de hojas de mazorca.....	39
3.2.4. Análisis los efectos producidos por el tiempo de secado de la materia prima, para así determinar el mejor de los productos obtenidos...	42
3.2.5. Comparación el efecto de la modificación de las variables tratadas, para obtener así una mejor aceptación.....	44
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
4.1. Caracterización de la hoja de mazorca.....	
4.2. Realización del diseño experimental empleado para la obtención de la infusión a base de hojas de mazorca.....	50

ÍNDICE GENERAL (CONT)

	Pág.
4.3. Aplicación de las pruebas iniciales y finales de control de calidad de la infusión obtenida a base de hojas de mazorca.....	53
4.4. Análisis de los efectos producidos por el tiempo de secado de la materia prima, para así determinar el mejor de los productos obtenidos.....	57
4.5. Comparación del efecto de la modificación de las variables tratadas, para obtener así una mejor aceptación.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
Apéndice A. Cálculos típicos.....	67
Apéndice B. Figuras Bibliográficas.....	77
Apéndice C. Tablas de datos.....	80
Apéndice D. Normas COVENIN.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Pág.
Figura 1.1. Complejos germopláticos de maíz de Venezuela.....	5
Figura 1.2. Partes externas de la Mazorca de Maíz (<i>Zea mays</i>).....	6
Figura 2.1. Esquema del secador de bandejas.....	22
Figura 2.2. Curva de velocidad de secado en función del contenido de humedad libre.....	26
Figura 2.3. Gráfica del contenido de humedad libre en función del tiempo.....	26
Figura 3.1. Montaje experimental de destilación.....	35
Figura 3.2. Secador de bandejas.....	41
Figura 3.3. Molino Romer.....	42
Figura 3.4. Boleta de evaluación.....	43
Figura 3.5. Test de pareado simple.....	47
Figura 4.1. Diagrama de bloques del proceso.....	50
Figura 4.2. Comparación del tiempo de secado vs humedad libre a ambas temperaturas.....	52
Figura 4.3. Comparación del tiempo de secado vs humedad libre a ambas temperaturas.....	52
Figura 4.4. Resultados de Aerobios mesófilos presentes en las hojas.....	56
Figura 4.5. Resultados de Hongos y <i>Escherichia coli</i>	56

Figuras	ÍNDICE DE FIGURAS (CONT)	Pág.
Figura 4.6.	Análisis ANOVA.....	56
Figura 4.7.	Interacción entre las variables.....	57
Figura 4.8.	Estudio por el método de Tukey.....	58
Figura 4.9.	Resultados evaluación sensorial Amarillo Impacto a 50°C.....	59
Figura 4.10.	Resultados evaluación sensorial Amarillo Impacto a 60°C.....	59
Figura 4.11.	Resultados evaluación sensorial DK-357 a 50°C.....	60
Figura 4.12.	Resultados evaluación sensorial DK-357 a 60°C.....	60
Figura 4.13.	Resultados de la prueba de comparación simple.....	62

Tablas	ÍNDICE DE TABLAS	Pág.
Tabla 2.1. Información nutricional del maíz (por 100 gr).....		18
Tabla 3.1. Datos de humedades experimentales.....		43
Tabla 3.2. Matriz del diseño factorial 2K.....		39
Tabla 4.1. Determinación de porcentaje de extracto acuoso, etéreo y alcohólico.....		49
Tabla 4.2. Diseño experimental Factorial 2K.....		50
Tabla 4.3. Comparación de ambas muestras con su tiempo de secado optimo		53
Tabla 4.4. Tabla comparativa de caracterizaciones.....		54
Tabla 4.5. Microbiología en Té y Hierbas para Infusiones.....		55
Tabla 4.6. Resultados experimentales microbiología.....		55

INTRODUCCIÓN

El maíz se considera como materia prima fundamental en diversos procesos de producción de alimentos. Entre los desperdicios se encuentra la hoja de mazorca, la cual es utilizada para muy pocos fines, en su mayoría es considerado como material de desecho y se deposita para su posterior quema siendo así un factor contaminante. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal es elaborar una infusión a base de hojas de mazorca (*Zea mays*) obteniendo así una aplicación comercial a dicho material.

Para llevar a cabo la investigación inicialmente se utilizaron dos tipos de hoja de maíz las cuales fueron caracterizadas obteniendo los valores requeridos para realizar la infusión con dicho material, por lo que se realizó el diseño experimental para luego aplicar las pruebas iniciales, el proceso de elaboración de la infusión estuvo formado por los siguientes procesos: secado, trituración y molienda, de esta manera se obtuvo el producto al que le realizaron las pruebas de calidad correspondiente. Finalmente, se sometió a una prueba sensorial determinando la infusión fue más aceptada.

La siguiente investigación está formada por cuatro capítulos, en el primero se expone el planteamiento del problema, soportado por la situación actual y deseada, la estrategia de solución mediante el logro de los objetivos específicos de la investigación, justificación y finalmente las limitaciones. El segundo capítulo se encuentra los trabajos que anteceden al que se desarrolla; y las definiciones que soportan la investigación logrando un mejor entendimiento del mismo. En el tercer capítulo se presenta el marco metodológico donde se describe el tipo de método a emplear junto a las actividades realizadas para el logro de los objetivos específicos planteados. Posteriormente se presenta el cuarto capítulo, análisis de resultados, donde se explica detalladamente los resultados obtenidos.

La hoja de la mazorca no tiene ninguna aplicabilidad comercial y es un material de desecho hoy en día, por dicha razón se utilizó como materia prima para la realización de una infusión a base de este material, para obtener así un uso útil de la misma, y brindar al mercado un nuevo sabor de este producto tan conocido como son las infusiones.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En esta sección se describirá la problemática del trabajo de grado a realizar, especificándose la situación actual y la deseada del mismo. Así también se presenta el objetivo general a la situación que se desea llegar mediante de los objetivos específicos planteados. Igualmente se presentan las razones que justifican la investigación y las limitaciones para el desarrollo.

1.1 Descripción del problema.

Desde el comienzo de los tiempos el ser humano ha tenido la necesidad de alimentarse, refugiarse y protegerse del medio ambiente, para poder sobrevivir y llevar a cabo sus actividades rutinarias, adquiriendo distintas costumbres y hábitos, que contribuyeron a persistir ante las adversidades que el medio le presentaba, viviendo como cazador y recolector de alimentos que la naturaleza puso a su disposición.

Una evolución cultural en la vida del hombre, hace que se empiece a un tipo de organización mucho más estable y compleja permitiendo la introducción de la agricultura en su vida diaria. El maíz (*Zea Mays*) fue el cultivo básico (al igual que lo fue el trigo en Europa y el arroz en Asia) y las características y requerimientos del maíz marcaron las culturas americanas. Según Alfaro y Segovia (2009), el cambio en el patrón cultural y demográfico estuvo determinado por la aparición del maíz, por la presencia de manos y piedras para moler. En Venezuela, de acuerdo a diferentes investigaciones, la presencia más antigua de dicho alimento es en la zona norte del Orinoco, Parmana (Edo Guárico), debido que en esta zona los suelos son de tipo limoso arcilloso, que en época de lluvia permiten la retención del agua logrando así una mejor absorción por las raíces de esta planta, y por poseer gran material orgánico beneficia la siembra de estos cultivos.

El maíz se ha tomado como un cultivo muy estudiado para investigaciones científicas en los estudios de genética. Continuamente se está

estudiando su genotipo y por tratarse de una planta donde tiene incluido sus ambos sexos (planta monoica), aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (masculina), por lo que se pueden crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado.

Los objetivos de estos cruzamientos van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción. Por ello, se selecciona en masa aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten unas características determinadas de lo que se quiera conseguir como mejora de cultivo.

El maíz empezó a formar parte un alimento primordial para la subsistencia, por lo que en el período colonial hasta mediados del siglo XX se plantaban diferentes tipos de cultivos según Grant *et al.* (1965) en el territorio nacional (Figura 1.1), incorporándose diversas técnicas de modernización de dicho cultivo; al observar que en diversas zonas se obtenían cosechas muy deficientes de calidad debido a las condiciones climatológicas y demográficas, se impuso una necesidad de mejorar la genética del maíz para obtener unas semillas más resistentes al medio.



Figura 1.1. Complejos germopláticos de maíz de Venezuela. Fuente: Grant *et al.* (1965)

Según Alfaro y Segovia (2009) el programa de mejoramiento genético del maíz en Venezuela se inició en el año 1939, bajo la dirección del Departamento de Genética del Instituto Experimental de Agricultura y Zootecnia, dependencia del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), situada en la Hacienda El Valle, Edo Caracas, siendo en las décadas del 40 y del 50 son obtenidas las primeras variedades de polinización abierta y se inicia la producción de las semillas de maíz blanco y maíz amarillo, que son las más representativas de este país.

En general, a lo largo del siglo XX se puede observar una gran variedad de trabajos dirigidos a mejorar dicho producto, evidenciándose la importancia del mismo en la población venezolana, llegando a ser el cultivo más importante del sistema agrícola, desplazando al trigo, que era materia prima de harinas, debido que en Venezuela solo se produce es un trigo artesanal en la zona andina y el 90% es importando de Europa. Actualmente, la mayoría de la producción de nacional corresponde al maíz de grano blanco semi duro abarcando un 85%, empleándose un 80% en la industria manufactura de diversos productos, tales como aceites, harinas y otros, y el resto va dirigido a las empresas procesadoras de maíz pilado y para el consumo fresco, en cambio el maíz amarillo representa entre el 10% y 15% de la producción (Alfaro *et al.*, 2004).

Según Segovia *et al.* (2007), desde el año 1971 se vienen realizando los ensayos regionales uniformes de maíz (*Zea Mays*) para evaluar el comportamiento agronómico, como su respuesta al clima, suelo y variación de nutrientes, y de producción de los nuevos cultivares de maíz que se vienen desarrollando en los distintos programas de estudio genético. Hasta el año 2008 se acumulaban 38 años de evaluación en 545 localidades del país. A lo largo de estos años han sido evaluados 242 variedades, 33 compuestos variados, 48 variedades sintéticas y 937 híbridos, para un total de 1.260 cultivares, demostrando así que en el país se profundizo en el conocimiento de esta siembra y sus cosechas; obteniendo al final una gran variedad de compuestos finales que aprobaron todas las pruebas genéticas realizadas para así garantizar que el producto final sea de mejor calidad que los no híbridos.

Como se ha expuesto anteriormente, el principal uso que se tiene a la mazorca de maíz se deriva de los granos del mismo, que son obtenidos después de un proceso de pelado, teniendo una gran gama de utilidades a nivel industrial en el rubro alimenticio; dejando así una gran incógnita con respecto al uso de las demás partes de su mazorca, como son la tusa y las hojas de la mazorca, que al igual que los granos podrían tener algún uso comercial; en la figura 1.2 se observan las partes externas que constituyen una mazorca de este cereal.



Figura 1.2. Partes externas de la Mazorca de Maíz (*Zea mays*).

Igual que tantos otros productos, las infusiones de te son de mucho reconocimiento mundial, siendo catalogada como una de las bebidas más ingeridas del mundo según Forbes (2007), donde explican que no obstante las bebidas alcohólicas son unas de las más populares a nivel mundial, el té es usado para reuniones casuales y de negocios por las mayorías de las personas a nivel mundial.

Las infusiones resultan de la extracción, por medio del agua caliente, de los principios flavonoides, los cuales son compuesto orgánicos de mucha complejidad y aportan al color de las plantas, y aromáticos de ciertos vegetales, de los cuales se utilizan las hojas, flores, ápices y tallos jóvenes.

El origen de las infusiones se remonta a siglos atrás en China, cuando accidentalmente Shenn Nung, un herbolario, unió agua hirviendo y unas hierbas, y observó el cambio en el agua y el buen sabor que esta había adquirido. Este descubrimiento ha marcado significativamente la historia de las bebidas calientes debido a que brinda una gran gama de sabores y mezclas.

En la región donde hubo más impacto por esta bebida fue en Europa, donde se empezó a experimentar qué hierbas se podían usar y mezclar para obtener diversos sabores; se notó que habían tres tipos principales de infusiones existentes, las cuales son: las amargas, las dulces y las que poseen ciertas propiedades medicinales; ya aquí se empezó a diferenciar los distintos gustos por las personas y su agrado por ver como variar sus bebidas, así sea con un poco de leche o quizás con un poco de licor ,para agregarle un sabor adicional tanto más fuerte o más tierno.

Venezuela por ser un país tropical, posee una geografía única y extraordinaria, donde ofrece una gran variedad de vegetación y fauna. Esta gran variedad de vegetación es muy usada para realizar infusiones de esas plantas obteniendo así una degustación de placer o así sea por asuntos medicinales; es por esta razón que en este país la cultura de beber esta infusión ha incrementado significativamente desde el pasado, donde solo se tomaba café y chocolate por ejemplo, lo que se ha convertido en una costumbre de varias personas, ingerir estas bebidas en su día a día.

Por este motivo se piensa emplear la hoja de la mazorca, la cual no tiene ninguna aplicabilidad comercial y es un material de desecho hoy en día, como materia prima para la realización de una infusión a base de este extracto, para obtener así un uso útil de la misma, y brindar al mercado un nuevo sabor de este producto tan conocido como son las infusiones.

1.2. Formulación del problema.

El consumo de maíz en Venezuela es de suma importancia, por lo que posee una gran variedad de usos para la obtención de alimentos; incluso los desechos de su mazorca lo usan los agropecuarios para realizar artesanía y alimentos para sus crías de ganado bovino y porcino.

Debido a ese bajo rendimiento de uso a esos desechos se almacena e incinera tanto la tusa de la mazorca como sus hojas, por ende se utilizará las hojas de las mazorcas de maíz a través de un proceso de obtención de sus nutrientes para realizar una infusión a base de éste extracto.

1.2.1. Situación actual.

La mazorca de maíz es uno de los alimentos más consumidos a nivel mundial, debido a que gracias a ella se obtiene una gran variedad de cereales y harinas, que son materia prima o base primordial para muchas de las comidas ingeridas por el ser humano. Al usar los granos de maíz se desecha, a grandes cantidades, tanto la tusa de la mazorca y sus hojas, siendo un material de desecho que es una fuente de proliferación de diversas plagas que afectan las plantaciones de diversos hatos y/o granjas.

1.2.2. Situación deseada.

Usando la hoja de mazorca como materia prima, preparar una infusión la cual cumplirá con las normas alimenticias pertinentes (COVENIN 1575-80), para así ser distribuido a la población en general, generando de esta manera un nuevo uso útil de este material de desecho que afecta la agroindustria actualmente.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Elaborar una infusión a base de hojas de mazorca (*Zea mays*) obteniendo así una aplicación comercial a dicho material.

1.3.2 Objetivos específicos.

1. Caracterizar la hoja de mazorca, para así establecer los componentes presente en ella que permiten la utilización de dicho material para la realización de una infusión.
2. Realizar el diseño experimental empleado para la obtención de la infusión a base de hojas de mazorca.
3. Aplicar las pruebas iniciales y finales de control de calidad de la infusión obtenida a base de hojas de mazorca.
4. Analizar los efectos producidos por el tiempo de secado de la materia prima, para así determinar el mejor de los productos obtenidos.
5. Comparar el efecto de la modificación de las variables tratadas, para obtener así una mejor aceptación.

1.4 Justificación.

Esta investigación tiene una gran relevancia para diversas áreas a nivel social y de mercadeo, debido que gracias a esta se va a obtener un uso comercial a un material que actualmente es de desecho, ya que al momento de la recolección de las mazorcas maíz y su pelado para la obtención de los granos, estas hojas son desechadas en un lugar destinado para su disposición futura. Esta hoja por no tener ninguna aplicabilidad en ningún otro proceso es incinerada, siendo un contaminante ambiental, y al permanecer mucho tiempo depositada es una fuente de plagas que son perjudiciales al desarrollo óptimo de las plantaciones futuras del maíz.

Por otra parte, si la infusión realizada a base de esta hoja de mazorca es aceptada por los consumidores, se puede comercializar como una nueva marca de producto, ayudando así al mercado nacional, ofreciendo de esta manera una nueva variedad a los amantes de esta bebida.

Asimismo, el presente trabajo permite a su autor aplicar y profundizar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria y finalmente cumplir con el último requisito académico exigido para optar al título de Ingeniería Química.

1.5 Limitaciones.

Como una limitante primordial en este trabajo de grado esta la disposición del laboratorio en el cual se van a realizar las diversas pruebas y estudios, tanto la disponibilidad de los distintos reactivos y equipos para la obtención de dicha infusión.

II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

En el presente capítulo se presentan una serie de antecedentes y los fundamentos teóricos relacionados con la investigación en desarrollo, que servirán de soporte a la misma.

2.1 Antecedentes.

Dután H., Rojas C., Tripaldi P. (2010), desarrollaron su investigación en el estudio de las condiciones de elaboración y optimización de la materia prima utilizada para la realización de las tisanas, donde se emplearon un total de 22 hierbas aromáticas utilizando como diseño experimental el método Factorial. Las muestras generadas fueron a un panel de catación formado por treinta personas, seleccionando mediante las respuestas de los análisis de las personas involucradas en dicha actividad las variables para favorecer respuestas agradables y penalizar las indeseables, por lo que se lograron identificar dos variables importantes que luego fueron optimizadas logrando un tener un producto que brinda las mejores condiciones de acuerdo a las exigencia del consumidor. La investigación descrita anteriormente tiene cierta similitud con el objetivo principal de dicho trabajo, ya que se basa en la realización de una infusión siendo la diferencia en que la desarrollada en la misma fue una tisana, en cambio la que se realizará es un té. Además, otra de las semejanzas es el diseño experimental a utilizar ya que se utilizará el método Factorial para la obtención de las variables que poseen un mayor impacto en la calidad del producto a realizar.

Ávila, M., Borges, O., Bernáez, J. (2009), en su trabajo de investigación sobre la caracterización de maíces superdulces en Venezuela determinando los parámetros biométricos del cultivo y la calidad sensorial de las mazorcas del híbrido del maíz superdulce 'Delicia' obtenida a partir de programas de mejoramiento genético bajo las condiciones tropicales. Las características biométricas del híbrido indicaron un mayor rendimiento a las mazorcas con hojas, resultando adecuadas para el procesamiento industrial, ahora bien con respecto al perfil sensorial se indicó que los granos pueden ser descritos como de color amarillo intenso, túrgidos y muy dulces, indicando el potencial para la producción de maíz superdulce de alta calidad en dicha región. La semejanza

de dicho trabajo con la investigación a desarrollar es que primordialmente en ambos trabajos utilizan como materia prima la mazorca de maíz, por lo que la diferencia radica en la utilidad que le da en cada una de las investigaciones, en la descrita anteriormente se utiliza la mazorca de maíz para la comercialización industrial para el empleo de los granos que posee, en cambio en la que se va a realizar se va a utilizar las hojas de la mazorca de maíz para la realización de un producto novedoso en el mercado, ayudando de esta manera a encontrar nuevas opciones que pueden desarrollarse con dicho material.

Bhat R., Moskovitz G. (2009), condujeron una investigación acerca del té provisto a partir de hierbas medicinales de Western Cape, Sudáfrica, para evaluar las variedades de dicha bebida en hierbas utilizadas para tratar varias dolencias. Cada té realizado poseía una mezcla de hierbas que se desarrollan en dicha región y de algunas nativas en montañas cercanas, cabe destacar que cada té desarrollado estaba especificado para la sanación de un determinado órgano incluyendo las hierbas para el fortalecimiento del mismo. Después de lo descrito anteriormente se puede determinar la semejanza entre ambas investigaciones, lo que se puede concluir en que ambas se centran en la realización de un determinado té contribuyendo de esta manera a la mejor utilización de los recursos naturales renovables mediante conocimientos tradicionales, ahora bien, entre la principal diferencia se observa en que en la investigación descrita se utilizan una gran variedad de hierbas para la realización de dicha bebida en cambio, en la investigación a desarrollar se utilizará la hoja de la mazorca para una nueva utilización comercial.

Alencar, S., Moraes-de-Souza, R. A.; Oldoni, T. L. C.; Regitano-d'Arce, M. A. B. (2009), estudiaron el contenido fenólico, principales flavonoides y la actividad antioxidante del té procesados e infusiones herbarias. Los compuestos fenólicos totales fueron determinados por el método de Folin-Ciocalteu y (Alencar, Moraes-de-Souza, Oldoni, & Regitano-d'Arce, 2008) los flavonoides fueron investigados por HPLC y la miricetina, quercetina y kaempferol fueron identificados en té negro, verde y en infusión de manzanilla. La actividad antioxidante fue evaluada usando dos metodologías, DPPH y el método de decoloración del μ -caroteno (DBC). Utilizando el DBC, las actividades más elevadas fueron encontradas en las infusiones del té negro, del mate, de la hierba limón, de la manzanilla y del hinojo, mientras que las

infusiones herbarias frescas presentaron las actividades más bajas. Utilizando el método de DPPH las infusiones herbarias frescas presentaron las actividades más altas. Las hojas procesadas con los valores más bajos IC50 fueron el té verde y negro. Dicha investigación posee grandes similitudes con la investigación a desarrollar ya que en ella se realiza una caracterización química de diversas infusiones herbarias y tés procesados determinando de ésta manera que las infusiones son buena fuente de compuestos que presentan actividad antioxidante, por lo que en dicha investigación se realizará dichos estudios para evaluar dicho parámetro en el producto a realizar. La diferencia radica principalmente en la materia prima con la que están realizadas las infusiones elaboradas en la investigación descrita con anterioridad ya que se utilizaron té verde, negro, de manzanilla entre otros, en cambio en la investigación a desarrollar se utilizará una novedosa materia prima como es la hoja de la mazorca, además de los diversos métodos empleados para la determinación de las actividades antioxidantes presentes en cada una de las infusiones estudiadas.

Kohno, H., Kouda K., Tokunaga R., Sonoda Y. (2007), debido al auge que ha desarrollado el té en las últimas dos décadas llevaron a cabo una investigación que tenía como objetivo principal estudiar la detección de actividad estrogénica de dicha bebida, debido a la presentada en la escasez de estudios toxicológicos de dicho producto. Para desarrollar dicha investigación, se prepararon extractos preparados a partir de mezclas de té de hierbas disponibles en el mercado obteniendo 15 infusiones a estudiar. Al obtener los datos analizados los extractos etanólicos de cuatro mezclas de té presentaron una actividad estrogénica distinta. En contraste, los extractos acuosos de todas las mezclas de té de hierbas exhibieron actividad estrogénica distintas en sí, lo que sugiere la existencia de varios ingredientes que contienen componentes estrogénicos extraíbles con agua. Entre ellos, el extracto de té de menta mostró la mayor actividad estrogénica. Al describir la investigación que fue llevada a cabo se puede detectar las similitudes con el trabajo especial de grado a desarrollar debido a que ambos se centran en el estudio y desarrollo de infusiones, específicamente de tés, realizando estudios físico-químicos del mismo para las características que permiten corroborar que puede ser ingerido sin ninguna novedad, ahora bien, entre la diferencia principal es el material con

el que está realizado el té a estudiar ya que se empleará como ya se ha mencionado anteriormente la hoja de la mazorca, encontrando de esta manera una utilidad a dicho material de desecho.

Malavé E., Millán A. (2004), en su investigación sobre la evaluación de veinte híbridos de maíz blanco, en el estado Monagas, durante el período de lluvia de dicha región utilizando un híbrido como comparación en el estudio, la finalidad principal de dicho estudio fue seleccionar los de mejor adaptación agronómica y productividad. Para dicho estudio se empleó un diseño estadístico de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, seleccionando de esta manera 3 híbridos que presentaron un buen comportamiento, el híbrido patrón fue superado pero no significativamente, así mismo no se observó ningún problema de cobertura de mazorca. La similitud que presenta dicha investigación con el que se va a desarrollar es que ambos tienen como material principal para su estudio la mazorca de maíz para mejorar la adaptación agronómica de dicho producto, por lo que las diferencias radican en los usos que se le atribuyen siendo la de la investigación descrita anteriormente para la productividad de dicho material para la distribución a la población y a los diferentes sectores industriales que utilizan dicho material, en cambio, la siguiente investigará buscará opciones de uso diferentes a los que se llevan a cabo en la actualidad a nivel industrial, desarrollando de esta manera una infusión resultante del material que recubre la mazorca de maíz.

2.2 El Maíz (*Zea Mays*)

Zea mays es una planta monoica, es decir que sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran en la misma planta. Si bien la planta es anual, su rápido crecimiento le permite alcanzar hasta los 2,5 m de altura, con un tallo erguido, rígido y sólido; algunas variedades silvestres alcanzan los 7 m de altura (Di María, 2001).

El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares. Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas.

Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierta por filas de granos, la parte comestible de la planta, cuyo número puede variar entre ocho y treinta (Di María, 2001).

Planta, absolutamente capaz de reproducirse por sí sola, al poseer flores masculinas y femeninas en el mismo pie. En apariencia el grueso recubrimiento de hojillas de su mazorca, la forma en que los granos se encuentran dispuestos y están sólidamente sujetos, impedirían que la planta pueda hacer germinar sus granos (Domínguez, 1998).

Por su gran masa de raíces superficiales, es susceptible a las sequías, intolerancia a suelos deficientes en nutrientes, y a caídas por severos vientos.

El maíz es, probablemente, la planta cultivada en la que mejor se ve que evoluciono natural e intereses agronómicos no son siempre coincidentes e, incluso, contrarios: ¿cómo se esparcirían sus semillas sino es con ayuda humana? Los habitantes de Mesoamérica hicieron una selección genética que produjo una planta inviable de forma natural, pero muy interesante para los campesinos.

Fue una de las primeras especies importadas de América, en una fecha tan próxima al descubrimiento que planteó serias dudas sobre su auténtico origen. En Galicia fue una de las causas del minifundio, por sus altos rendimientos, y en la Cornisa Cantábrica se cultivó desde la primera década del siglo XVII, para luego extenderse por toda Europa. Esta temprana adopción, muy probablemente, fue debida a su semejanza con los cereales europeos, a diferencia de otras plantas, como la patata, que eran más extrañas y hasta sospechosas. Sin embargo no fue importante para la alimentación de los europeos hasta bien entrado el siglo XIX. Podemos decir que, el maíz, fue causa y consecuencia de la Revolución industrial, aplicada a la agricultura; por él se multiplicaron los rendimientos por superficie cultivada, y por él y para él se entiende la estabulación de los animales, que empezaron a ser alimentados con alimentos suplementarios, a la vez que, estos animales, producían el estiércol necesario para la planta (FAO, 2007).

Pero también evidenció las carencias de la sociedad europea de la Edad Moderna, el mercantilismo y el incipiente capitalismo; y, tal como dice Arturo

Warman, se convirtió en un bastardo destinado a alimentar a los más pobres, y en buena parte discriminado por su origen no europeo. De todas maneras, y también con palabras de Warman, consumó su maldición en plena Revolución industrial, que inicialmente fue casi solo urbana. Debido al desconocimiento de su correcta preparación y a las deficientes condiciones de almacenaje y transporte produjo pelagra entre los más pobres de Europa, que, a pesar de la mencionada Revolución Industrial, seguían viviendo bajo condiciones paupérrimas, a la vez que se incrementaban las especializaciones y los monocultivos en las explotaciones señoriales; por lo tanto los trabajadores (de hecho aparceros en condiciones muy desventajosas) de estas explotaciones se alimentaban casi exclusivamente de maíz mal preparado y peor conservado (el 90% del peso de lo que comían).

Es de destacar la coincidencia de pelagra con los últimos baluartes del Antiguo Régimen, en los lugares donde los campesinos eran dueños de sus tierras o tenían poder de decisión sobre que cultivar, por gozar de contratos de tipo enfiteútico, prácticamente no existió la enfermedad.

2.2.1 Cultivo

Desde que se siembran las semillas hasta la aparición de los primeros brotes, transcurre un tiempo de 8 a 10 días, donde se ve muy reflejado el continuo y rápido crecimiento de la plántula.

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Se necesita de bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C.

El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C. Es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión (FAO, 2007).

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí

mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración.

Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada (FAO, 2007). Se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (FAO, 2007).

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso (FAO, 2007).

Se recomienda un abonado de suelo rico en Fosforo y Potasio. En cantidades de 0.3 kg de Fosforo en 100 kg de abonado. También un aporte de nitrógeno en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo (FAO, 2007).

El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8 (FAO, 2007).

A partir de esta cantidad de hojas se recomienda un abonado de:

- N : 82% (abonado nitrogenado).
- P_2O_5 : 70% (abonado fosforado).
- K_2O : 92% (abonado en potasa).

2.2.3 Propiedades del Maíz (*Zea mays*)

El maíz es una planta sólo conocida en cultivo, es originaria del continente americano y se ha venido cultivando en el mismo desde hace unos 10,000 años, destacando su importancia como alimento en casi todas las comunidades indígenas americanas desde Canadá hasta la Patagonia. Entre los mayas, los aztecas y los incas, el arte, la religión, la vida social y la económica encontraron en la planta y el fruto motivo de inspiración, estudio y atención (Blanco, 2003).

El uso principal del maíz es alimentario. Puede cocinarse entero, desgranado (como ingrediente de ensaladas, sopas y otras comidas). La harina de maíz (polenta) puede cocinarse sola o emplearse como ingrediente de otras recetas. El aceite de maíz es uno de los más económicos y es muy usado para freír alimentos.

El maíz también es usado con fines cosméticos, para preparar aceites, margarina, mostaza, mayonesa, salsa de tomate, yogures, helados y polenta, en su forma de harina de maíz.

Tabla 2.1. Información nutricional del maíz (por 100 gr).

Calorías	123 gr
Proteínas	4 gr
Hidratos de Carbono	25 gr
Fibra	3 gr
Grasas polinsaturadas	2,5 mg
Potasio	260 mg
Betacaroteno	240 mg

Fuente: Mireya Olmo, 2008.

2.3 Caracterización

Es la actividad donde por diversos medios, sensitivos y por laboratorio, se desglosa y determina como está constituido cierto alimento, con la finalidad de

saber sus componentes activos y ver si es apto para su consumo. En este estudio realizaremos las siguientes caracterizaciones a las hojas de mazorca.

- **Determinación de materias extrañas**

Este ensayo consiste en separar las materias ajenas al producto (excretas de roedores, otras excretas, insectos enteros, partes de insectos, entre otros materiales) plenamente identificables o con lupa. Se usaran los reactivos e instrumentos y el procedimiento listados en la norma COVENIN 1562.

- **Determinación de humedad**

El ensayo consiste en extraer el agua contenida en la muestra por destilación con tolueno o benceno. Se usaran los reactivos e instrumentos y el procedimiento listados en la norma COVENIN 1562.

- **Determinación de cenizas totales**

El ensayo se basa en la destrucción de la materia organica de la muestra a una temperatura de 600°C. Se usaran los reactivos e instrumentos y el procedimiento listados en la norma COVENIN 1562.

- **Determinación de cenizas insolubles en acido**

Este método se basa en el tratamiento de las cenizas totales obtenidas anteriormente, con ácido clorhídrico, filtración, ignición y pesado del residuo. Se usaran los reactivos e instrumentos y el procedimiento listados en la norma COVENIN 1562.

- **Determinación de extractos**

El ensayo consiste en extraer de la muestra las sustancias solubles en alcohol, éter y agua; obteniéndose de esta manera los extractos alcohólico, etéreo y acuoso. Se usaran los reactivos e instrumentos y el procedimiento listados en la norma COVENIN 1562.

2.4 Transferencia de Calor

La transferencia de calor es la energía de tránsito debido a una diferencia de temperaturas. Siempre que exista una diferencia de temperaturas en un cuerpo o entre cuerpos debe ocurrir una transferencia de calor. Existen diferentes tipos de procesos de transferencia de calor, éstos son: conducción, convección y radiación (Rodríguez, 2006).

Se conocen tres mecanismos esenciales de transferencia de calor los cuales son:

- **Conducción:** la conducción se considera como la transferencia de energía de las partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia debido a las interacciones entre las mismas.
- **Convección:** la transferencia de calor por convección se clasifica de acuerdo a la naturaleza del flujo. Hablamos de convección forzada cuando el flujo es causado por medios externos, como por ejemplo un ventilador, en cambio en la convección libre o natural el flujo es inducido por fuerzas de empuje que surgen a partir de diferencias de densidad ocasionadas por variaciones de temperaturas en el fluido. (Incropera, 2003)
- **Radiación:** la radiación térmica se emite dentro de la materia excitada por la temperatura; se absorbe en otras materias, a distancias de la fuente que dependen de la trayectoria libre media de los fotones emitidos (Rodríguez, 2006).

2.4.1 Secado

El secado se refiere generalmente a la remoción de líquido de un sólido por evaporación. La operación de secado es una operación de transferencia de masa de contacto gas- sólido, donde la humedad contenida en el sólido se transfiere por evaporación hacia la fase gaseosa, en base a la diferencia entre la presión de vapor ejercida por el sólido húmedo y la presión parcial de vapor

de la corriente gaseosa. Cuando estas dos presiones se igualan, se dice que el sólido y el gas están en equilibrio y el proceso de secado cesa.

De modo general se pueden clasificar las operaciones de secado en continuas y discontinuas. En las operaciones continuas pasan continuamente a través del equipo tanto la sustancia a secar como el gas. La operación discontinua en la práctica se refiere generalmente a un proceso semicontinuo, en el que se expone una cierta cantidad de sustancia a secar a una corriente de gas que fluye continuamente en la que se evapora la humedad (Rodríguez, 2006).

Para la investigación en curso se dispone de un secador de bandejas ubicado en el Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad de Carabobo, para realizar nuestro proceso de secado de hojas para su posterior uso en la realización de la infusión.

2.4.2 Secador de bandejas

Un secador de bandejas o compartimientos es un equipo totalmente cerrado y aislado en el cual los sólidos se colocan en grupos de bandejas en el caso de sólidos particulados, o amontonados en pilas o repisas, en el caso de objetos grandes. La transmisión de calor puede ser directa del gas a los sólidos, utilizando la circulación de grandes volúmenes de gas caliente, o indirecta utilizando repisas o bases calentadas, serpentines de radiador o paredes refractarias al interior de la cubierta. En unidades de calor indirecto exceptuando los equipos de repisas al vacío, casi siempre se necesita la circulación de una pequeña cantidad de gas para eliminar el vapor de humedad del compartimiento y evitar la saturación y condensación del gas. Las unidades de compartimientos se emplean para calentar y secar madera, materiales en hojas, objetos pintados y metálicos y todas las formas de sólidos particulados, un secador de bandejas típico es el mostrado en la Figura 2.1 (Rodríguez, 2006).

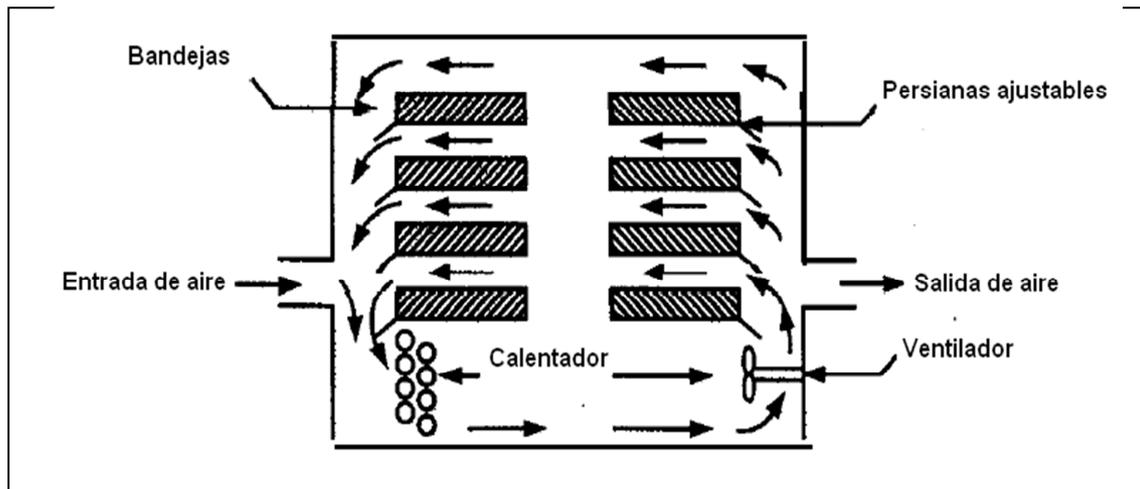


Figura 2.1 Esquema de secador de bandejas. Fuente: Rodríguez, 2006.

Se usan velocidades de aire entre 2 y 5 m/s. Su principal problema es la desuniformidad del secado entre bandejas en distintas ubicaciones. El material que se va a secar se coloca en capas delgadas (1 a 6 cm de espesor) en una bandeja; puede estar en forma sólida (continua o discreta), como puré o aún líquido. El aire se calienta y circula entre las bandejas en flujo cruzado como en la Figura 2.1, o en flujo a través de bandejas perforadas (perpendicular al plano de ellas).

2.4.3 Factores que intervienen en el proceso de secado

- **Temperatura del aire:**

La temperatura desempeña un papel importante en los procesos de secado. En forma general, conforme se incrementa su valor se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles. En la práctica del secado, la elección de la temperatura se lleva a cabo tomando en consideración la especie que se vaya a someter al proceso.

Existen diversos niveles de temperaturas que se manejan durante el proceso técnico de secado:

Temperatura de bulbo seco: es aquella del ambiente, se mide con instrumentación ordinaria como un termómetro de mercurio.

Temperatura superficial: es la de la especie a secar, generalmente se mide por medio de un sensor infrarrojo.

Temperatura de bulbo húmedo: es la temperatura de equilibrio dinámico obtenida por una superficie de agua cuando la velocidad de transferencia de calor por convección, a la misma, es igual a la transferencia de masa que se aleja de la superficie (Rodríguez, 2006).

Durante el proceso de secado, se origina un gradiente de temperatura con respecto al espesor del material, que tiende a disminuir conforme se reduce el contenido de humedad.

- **Humedad relativa del aire**

La humedad relativa del aire se define como la razón de la presión de vapor de agua presente en ese momento, con respecto a la presión de saturación de vapor de agua a la misma temperatura. Generalmente, se expresa en porcentaje (%), a medida que se incrementa la temperatura del aire aumenta su capacidad de absorción de humedad y viceversa.

Cuando el aire contiene su máxima capacidad, se dice que se trata de un aire completamente saturado y por lo tanto incapaz de absorber más humedad, por el contrario, un aire no saturado tienen la posibilidad de absorber una cantidad determinada de humedad hasta lograr su saturación (Rodríguez, 2006).

- **Velocidad del aire**

La velocidad del aire dentro del secador tiene como funciones principales, en primer lugar, transmitir la energía requerida para calentar el agua contenida en el material facilitando su evaporación, y en segundo lugar, transportar la humedad saliente del material.

La capa límite que existe entre el material a secar y el aire juega un papel importante en el secado. Cuanto menor sea el espesor de esta capa límite,

más rápida será la remoción de humedad. La forma de la corriente del aire es importante para la velocidad, una corriente turbulenta es mucho más eficaz que una laminar, pues la primera afecta en mayor forma la capa límite y el aire.

Durante las primeras etapas del secado, la velocidad del aire desempeña un papel muy importante, sobre todo cuando el material contiene un alto contenido de humedad. A mayor velocidad, mayor será la tasa de evaporación y menor el tiempo de secado y viceversa, si la velocidad del aire disminuye la tasa de evaporación disminuye y el tiempo de secado aumenta. Por tal razón, para asegurar un secado rápido y uniforme es indispensable una circulación del aire fuerte y regular.

Las ventajas de velocidades altas de aire, disminuyen en cuanto mayor es el espesor del material, menor el contenido de humedad inicial y la temperatura de bulbo seco inicial.

En la práctica, la economía del proceso determina la velocidad del aire. Se utilizan velocidades mayores a 3 m/s sólo en casos excepcionales (material muy húmedo), pero en general, la velocidad se considera entre de 2 m/s a 3 m/s (Perry y otros, 1992). En algunos casos, es recomendable utilizar velocidades de secado altas al inicio del proceso de secado, pero a medida que disminuye la humedad se sugiere disminuir la velocidad. Lo anterior es posible si se cuenta con ventiladores de velocidad variable.

2.4.4 Curvas de secado

La cinética de secado de un material no es más que la dependencia de la humedad del material y de la intensidad de evaporación con el tiempo o variables relacionadas con éste, como la propia humedad o las dimensiones del equipo.

La intensidad de evaporación se determina a través de la velocidad de secado, que es el cambio de humedad (base seca) en el tiempo, viniendo expresada por la siguiente ecuación (Geankoplis, 1998):

$$R = -\frac{Ls}{A} \cdot \frac{dX}{dt} \quad (2.1)$$

Donde:

R : Velocidad de secado, ($\text{kg}/\text{h}\cdot\text{m}^2$)

L_s : Peso de sólido seco, (kg)

A : Área de secado, (m^2)

X : Humedad, (adim)

t : Tiempo, (h)

A partir de las curvas de cinética de secado (x vs t , dx/dt vs x), que deben ser obtenidas a nivel de laboratorio, puede tenerse una idea del tiempo de secado, del consumo de energía, del mecanismo de migración de humedad, de las condiciones predominantes en la transferencia de calor y masa y de la influencia que tienen en la velocidad de secado las variables del proceso tales como: temperatura, humedad de entrada, velocidad del aire, etc.

En la Figura 2.2 se muestra la curva de velocidad de secado para condiciones de secado constante. Empezando en el tiempo cero, el contenido inicial de humedad libre corresponde al punto A. Al principio, el sólido suele estar a una temperatura inferior de la que tendrá al final, y la velocidad de evaporación va en aumento. Al llegar al punto B, la temperatura de la superficie alcanza su valor de equilibrio. Por otra parte, si el sólido está bastante caliente al principio de la operación, la velocidad de secado puede iniciarse en un punto A'. Este periodo inicial de ajuste en estado no estacionario suele ser bastante corto y por lo general se pasa por alto en el análisis de los tiempos de secado (Rodríguez, 2006).

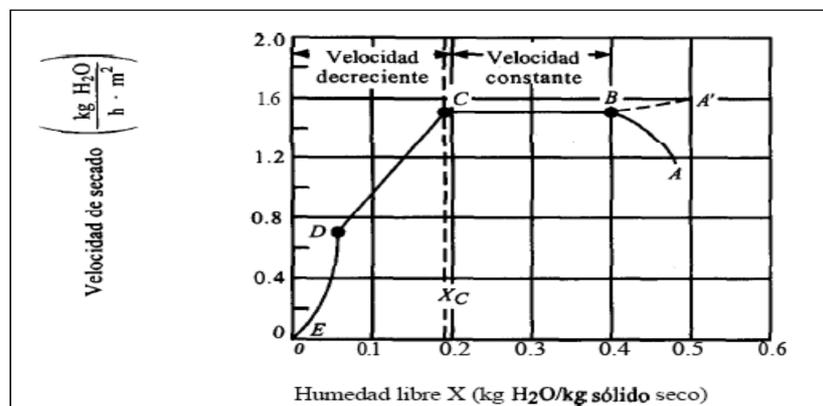


Figura 2.2 Curva de velocidad de secado en función del contenido de humedad libre. Fuente: Rodríguez, 2006.

La curva, véase Figura 2.2, es recta entre los puntos B y C, por lo que la pendiente y la velocidad son constantes durante este periodo, aquí es donde se evapora la humedad libre o no ligada del material y predominan las condiciones externas. Este periodo de velocidad constante de secado corresponde a la línea BC en la Figura 2.3.

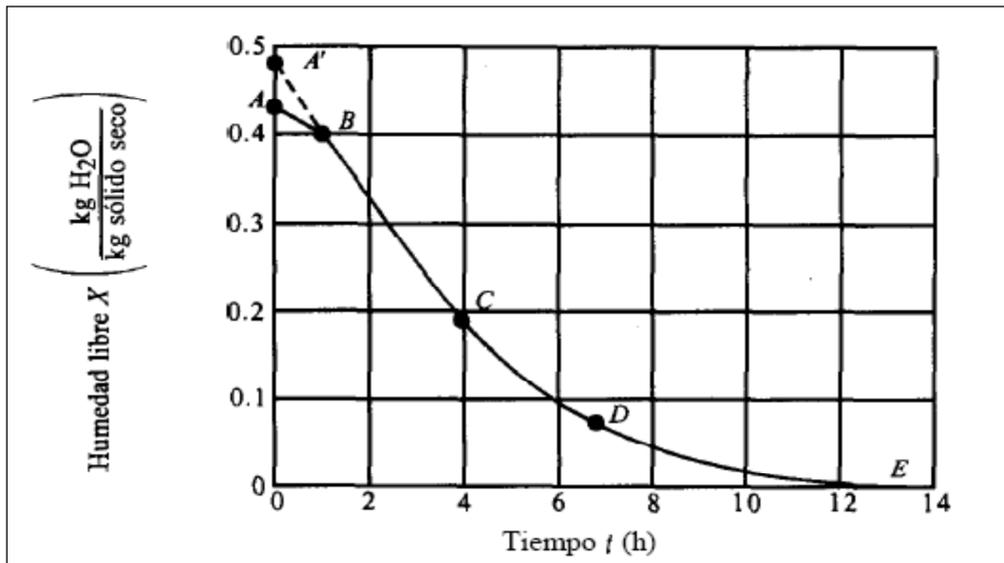


Figura 2.3 Gráfica del contenido de humedad libre en función del tiempo.
Fuente: Rodríguez, 2006.

En el punto C de ambas gráficas, la velocidad de secado comienza a disminuir en el periodo de velocidad decreciente, hasta llegar al punto D, donde se evapora la humedad ligada del material y predominan las condiciones internas o las características internas y externas simultáneamente. En este primer periodo de velocidad decreciente, la velocidad corresponde a la línea CD en la Figura 2.3, y por lo general es lineal.

En el punto D la velocidad de secado disminuye con más rapidez aún, hasta que llega al punto E, donde el contenido de humedad de equilibrio es X^* , y $X = X^* - X^* = 0$. En el secado de algunos materiales, la región CD no existe, o bien, constituye la totalidad del periodo de velocidad decreciente. (Geankoplis, 1998).

- **Período de velocidad constante**

El secado se desarrolla por difusión de vapor desde la superficie saturada del material, pasando por una capa de aire estancado hasta el medio que lo rodea. El movimiento de la humedad dentro del sólido es lo suficientemente rápido para mantener una condición saturada en la superficie, y la velocidad de desecación se controla por medio de la velocidad de transmisión de calor a la superficie de evaporación. La velocidad de transferencia de masa se equilibra con la velocidad de transmisión de calor, y la temperatura de la superficie saturada permanece constante. El mecanismo de supresión de humedad equivale a la evaporación de un cuerpo de agua y es esencialmente independiente de la naturaleza de los sólidos (Perry y otros, 1992).

2.5 Infusiones

Son aquellos productos que resultan de la extracción, por medio de agua caliente, de los principales flavonoides y aromáticos de ciertos vegetales, de los cuales se utilizan las hojas, flores ápices o tallos floridos jóvenes.

2.6 Pruebas de aceptación sensorial

La evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La misma incluye distintas etapas como son la definición del problema, la preparación de las pruebas, la ejecución de las pruebas y la interpretación de los resultados. Es el análisis estrictamente normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se emplea la palabra "normalizado", porque implica el uso de técnicas específicas perfectamente estandarizadas, con el objeto de disminuir la subjetividad en las respuestas (Wittid, 1982).

Pruebas objetivas

1. Análisis descriptivo

Consiste en la descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). Para la primera etapa tratamos de ver qué nos recuerda y cómo se describe cada olor (por lo general usamos sustancias químicas). A medida que transcurre el entrenamiento, la persona reconoce ese

olor e inmediatamente lo describe. Es decir, se agiliza el proceso mental estímulo-respuesta. En esa fase se comienza a trabajar con el producto que será objeto de la evaluación, y se desarrolla un vocabulario de ocho a quince palabras para describirlo. En tanto, la segunda parte está basada en aprender a medir. Aunque inconscientemente vivimos calculando distancias y medidas, en este caso hay que formalizarlo y hacerlo consciente, y es aquí donde empieza el entrenamiento con escalas. Por ejemplo, ante un jugo con olor a mandarina, se mide la intensidad de ese olor en una escala del 0 al 10. Su utilidad es muy diversa, desde la determinación de diferencias sensoriales entre un producto y sus competidores en el mercado, hasta la caracterización de aromas, un tema de gran interés para las empresas de alimentación, dada la disparidad de criterios entre el productor y el cliente con relación a su estabilidad (Hernández, 2005).

2. Análisis discriminativo

Es utilizado para comprobar si hay diferencias entre productos, y la consulta al panel es cuánto difiere de un control o producto típico, pero no sus propiedades o atributos. Se hace un juicio global. Por ejemplo, ante una muestra A y una B, se pregunta cuál es la más dulce, o ante A, B y C, donde dos son iguales y una tercera es diferente, cuál es distinta. Tienen como objeto detectar la presencia o ausencia de diferencias de atributos sensoriales entre dos o más productos (Hernández, 2005).

Pruebas Subjetivas

3. Test del consumidor o prueba hedónica

También llamado test hedónico, en este caso se trabaja con evaluadores no entrenados, y la pregunta es si les agrada o no el producto. En esta evaluación el juez catador expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo prefiere a otro o no, si son distintos, si no difieren, si son dulces o si son amargos. El hedonismo se deja aparte, porque ellos actúan como un instrumento de medición. Son pruebas difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales, con la variabilidad que ello supone (Hernández, 2005).

Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor (Hernández, 2005).

Cantidad de personas necesarias para testear

- **Análisis descriptivo:** el panel no es mayor de 10 personas, debido a la dificultad de entrenar a una mayor cantidad.
- **Análisis discriminativo:** se emplean como mínimo 20/25 personas, dependiendo del tipo de ensayo.
- **Test del consumidor:** Para que los resultados sean válidos se requieren numerosas respuestas, por lo que se trabaja por lo menos con 30 personas (Barda, 2010).

Tiempo necesario para entrenar a un panel

- **Análisis descriptivo:** seis a ocho sesiones, hasta que cada evaluador aprende el vocabulario y la escala.
- **Análisis discriminativo:** es más rápido, ya que no es necesario un gran entrenamiento.
- **Test del consumidor:** no demanda entrenamiento, porque es espontáneo (Barda, 2010).

Lugares donde se realizan las pruebas

- **Sala de entrenamiento:** por lo general, consta de una mesa grande alrededor de la cual se sientan aproximadamente diez personas. Allí se presentan estándares y estímulos y se trata de forjar un vocabulario común. Además, se aprende a medir con escalas.
- **Sala de evaluación:** consta de cabinas separadas con tabiques, lámparas con luz roja o tenue, dependiendo de lo que se quiera enmascarar. Tiene aire acondicionado y está ubicada en un área tranquila y sin olores. En este ambiente cada uno evalúa sin ver a quien

está a su lado, para evitar que alguien influya en el juicio del otro (Barda, 2010).

Utilidad del análisis sensorial

Las utilidades del análisis sensorial son numerosas y dentro de ellas es posible mencionar:

- Caracterización hedónica de productos realizando estudios de consumidores y obteniendo el grado de aceptación de los mismos.
- Comparación con los alimentos competidores del mercado con un propósito claro: marcar las preferencias del consumidor.
- Establecimiento de criterios de calidad: desarrollo de un perfil sensorial.
- Control del proceso de fabricación. Un análisis sensorial, metódico y planificado, resulta de especial interés cuando se ha modificado algún ingrediente o materia prima o simplemente se dan cambios en las condiciones de procesamiento: modificación del tiempo de cocción, incremento o descenso de la temperatura ambiente, introducción de nuevos equipos instrumentales, etc.
- Verificación del desarrollo del producto. El estudio organoléptico en cada etapa o punto crítico de la fabricación puede ayudar a subsanar problemas, de forma rápida y eficaz.
- Vigilancia del producto integrando aspectos como la evaluación de su homogeneidad, su vida útil comercial y la posibilidad de exportarlo fuera del lugar de origen, conservando íntegras sus cualidades sensoriales.
- Medición de la influencia del almacenamiento: temperatura, tiempo de elaboración y condiciones de apilamiento (Wittid, 1982).

Interpretación de resultados para la selección de la mejor opción utilizando métodos estadísticos

El análisis de los datos se puede realizar a través de diferentes métodos estadísticos, es necesario cuando se entrega un informe sobre los resultados obtenidos de la aplicación de un panel de evaluación sensorial, hacer referencia al método o métodos estadísticos utilizados, no necesariamente se

deben mostrar las formulas con detalle, si lo requiere el informe o el interesado lo solicita, estas pueden ubicarse como anexo (Schervish, 1996).

Los métodos estadísticos empleados para analizar los datos obtenidos son principalmente:

- Métodos visuales: estos métodos permiten analizar los datos sin necesidad de identificar las tendencias, facilitan el trabajo, resumen los datos y son sencillos de utilizar (histogramas y gráficas lineales entre otros).
- Métodos univariantes: permiten analizar cada una de las variables de forma como si fueran independientes.
- Métodos multivariantes: permite analizar todos los atributos presentes, esto con el fin de saber cuál es la diferencia entre una muestra u otra.
- Métodos paramétricos: proporcionan unos resultados precisos siempre y cuando se conserven los supuestos, y que se ajusten a la distribución normal de lo contrario los resultados no son tan seguros.
- Métodos no paramétricos: son más sólidos que los paramétricos aunque los resultados son menos exactos (Schervish, 1996).

Los análisis estadísticos que se suelen aplicar en cada uno de los métodos son entre otros:

- Representación gráfica.
- Distribución binomial.
- Análisis de varianza.
- Análisis secuencial.
- Análisis multivariado.
- Análisis de ordenamiento por rangos.
- Regresión.
- Análisis de factor.

Actualmente, se emplean paquetes estadísticos que agilizan el trabajo y la consecución de los resultados, para elegir un paquete estadístico, se deben tener en cuenta algunos aspectos como:

- Facilidad en su uso

- Usuarios con o sin experiencia
- Costos

Algunos de los paquetes estadísticos que se encuentran en el mercado son:

- GENSTAT
- COMPUSENSE
- MINITAB
- SAS
- S-PLUS
- SPSS
- SYSTAT
- STAT-GRAPHICS
- SENSTAT
- SENPAK
- STATISTIC

III. MARCO METODOLÓGICO.

A continuación se presenta el tipo de investigación a desarrollar según los objetivos planteados, tipo de estrategia y profundidad de la misma. De igual manera se plantean las herramientas metodológicas y actividades a realizar para llevar a cabo el cumplimiento de los mencionados objetivos.

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación de este trabajo especial de grado es de tipo experimental de campo aplicada. La investigación de campo es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio (Zorrilla, 1993), debido a que al momento de realizar la parte experimental de este estudio, se observara y evaluaran las variables analizadas y se obtendrán las respuestas físicas a cada cambio realizado en cada etapa.

La investigación aplicada es aquella la cual se enriquece los descubrimientos y avances de la investigación, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar (Zorrilla, 1993); esto se evidencia ya que la presente investigación busca la utilización de un material poco convencional como es la hoja de la mazorca para la preparación de un nuevo producto encontrando de esta manera una nueva aplicación industrial.

3.2 Etapas metodológicas

En esta sección se dan a conocer los diferentes pasos a realizar para lograr el fin deseado

1. Caracterización de la hoja de mazorca, para así establecer los componentes presente en ella que permiten la utilización de dicho material para la realización de una infusión.

2. Realización el diseño experimental empleado para la obtención de la infusión a base de hojas de mazorca.
3. Aplicación las pruebas iniciales y finales de control de calidad de la infusión obtenida a base de hojas de mazorca.
4. Análisis los efectos producidos por el tiempo de secado de la materia prima, para así determinar el mejor de los productos obtenidos.
5. Comparación el efecto de la modificación de las variables tratadas, para obtener así una mejor aceptación.

3.2.1 Caracterización la hoja de mazorca

Inicialmente se determinaron los híbridos de maíz a trabajar en la investigación, luego se estudió la posibilidad de conseguir los híbridos de un cultivo de una hacienda en Acarigua, Edo Portuguesa. Ya obtenido el permiso pertinente por el dueño de dicha hacienda, se dispuso a recolectar la muestra de maíz a estudiar.

Para su muestreo se siguió lo indicado en la norma COVENIN 1567-80 la cual se puede observar en el Apéndice D, donde se establece todos los pasos definidos para la optimización de la calidad en las muestras recogidas. Se definió recolectar una población de 20 mazorcas por cada tipo de maíz directamente recogidas de la planta y se guardaron en unas cajas de plástico, previamente lavadas para su uso, y debidamente identificadas, disponiéndose luego para guardar en un lugar fresco y aireado las muestras aprobadas, y las que no cumplían con los requisitos mínimos se desecharon y no se usaron en el estudio.

Luego de la obtención de las hojas de mazorcas se evalúa el aspecto, textura, olor y color mediante el método de la observación directa, determinando de esta manera las características de la misma. Ahora bien, luego se realiza la caracterización física mediante la obtención de las materias extrañas presentes, determinación de las cenizas totales y la determinación de cenizas insolubles en ácido siguiendo la COVENIN 1562-86 (Apéndice D).

Seguidamente se realizó la caracterización química mediante la determinación de extractos etéreo, alcohólico y acuoso empleando igualmente para este caso los lineamientos de la COVENIN 1562-86 de la cual se obtienen los métodos de ensayos para la obtención de las características de la infusión. Finalmente se realiza el análisis de los valores obtenidos de la caracterización tanto física como química.

Determinación de Humedad (COVENIN 1562-86)

Se dispuso a realizar el montaje del equipo para realizar el experimento, como se observa en la Figura 3.1; la norma dispone mezclar la muestra de la hoja con solvente como tolueno o benceno, en nuestro caso debido a la accesibilidad del reactivo se uso hexano destilado ya que es un solvente de extracción ampliamente usado y no tiene tantos riesgos asociados para su uso con respecto al benceno, que es un compuesto cancerígeno.

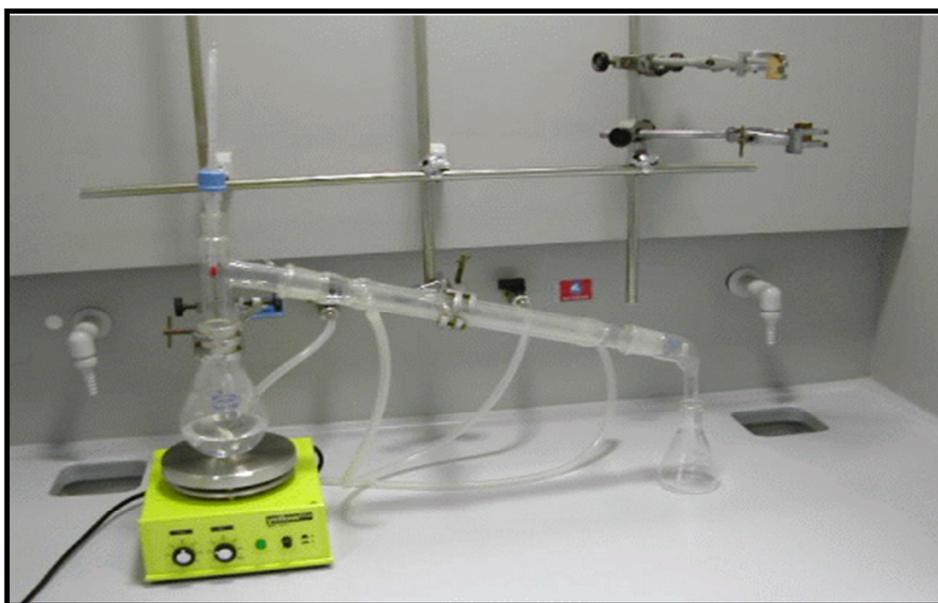


Figura 3.1. Montaje experimental del equipo de destilación.

Se usó un condensador de bolas y a un reflujo con agua a una temperatura de aproximadamente 25 °C y como receptor se uso una fiola de 50 ml; la plancha

de calentamiento estaba dispuesta a una temperatura de 70 °C aproximadamente. Cada 15 minutos se dispuso a medir el volumen y a botar esa muestra, se repitió ese procedimiento hasta que el volumen observado fuese el mismo.

Determinación de cenizas totales (COVENIN 1562-86)

En este ensayo, solo se usa para el limpiado del crisol agua destilada caliente para así asegurarnos que no quede ningún rastro de muestra en el crisol y que el resultado sea más confiable. El método indica que se carboniza la muestra en un mechero, pero en nuestro estudio usamos una plancha de calentamiento y por otra parte no indica el tiempo de residencia en la mufla para la obtención de cenizas blancas libres de carbono, por ende se decidió colocarlas por 2 horas para asegurarnos que toda la muestra sea totalmente calcinada.

Determinación de cenizas insolubles en ácido (COVENIN 1562-86)

Este ensayo depende directamente del estudio anteriormente, ya que se va a determinar que cantidad de estas cenizas son insolubles en ácido clorhídrico. Se difirió del método oficial en el sentido de que la muestra se seco en una plancha en vez de la puerta de la mufla ya que se determino que no era práctico esta parte. La solución de ácido clorhídrico fue preparada en un balón de 100 ml mezclando 25 ml de ácido concentrado con 75ml de agua destilada, para así obtener la relación indicada por el método la cual es 1:2,5.

Determinación de extractos (COVENIN 1562-86)

Este ensayo se realiza según la norma para conocer así que porcentaje de extracto acuoso, alcohólico y etéreo posee la muestra a estudiar. Para obtener los distintos extractos se utilizan distintos solventes apropiados para cada caso en específico; lo tedioso de este experimento es la larga duración que se requiere ya que hay que dejar reposar la muestra por 16 horas en su respectivo solvente, para esto se colocaron tres fiolas con muestra y sus respectivo solventes y se dejaron toda la noche para proseguir con el resto del experimento.

Para el extracto acuoso se uso como solvente agua destilada o desionizada caliente, para el extracto alcohólico se uso alcohol etílico al 95% sin diluir y para el extracto etéreo se uso éter dietílico anhidro, que por recomendación de un analista del laboratorio se colocó por 10 minutos en una estufa de 100°C para así eliminar cualquier traza de agua o humedad presente en el reactivo.

3.2.2 Realización el diseño experimental empleado para la obtención de la infusión a base de hojas de mazorca

Para la obtención de la infusión a realizar se realizara una serie de procesos para así obtener el extracto propio de la hoja de mazorca; ya como se conoce como está constituida esta hoja para cada híbrido, se dispone a realizar cada etapa del proceso para así realizar la extracción con agua caliente y obtener la infusión.

Secado: es la etapa del proceso donde se dispondrá a extraer el agua contenida en la hojas y así conservar mas este material; según los expertos de infusiones indican que esta es la etapa mas crucial en la realización de una bebida a base de material orgánico, debido que a una temperatura de secado optima y a un tiempo determinado se liberaran los minerales o grupos funcionales que brinden el sabor u otras funciones beneficiosas para la bebida. Esta operación en el secador de bandejas situado en el laboratorio de Ingeniería Química en la Universidad de Carabobo.

Trituración: una vez secas las hojas, se dispondrá a disminuir su tamaño pasándolas por una trituradora marca Oster, donde con sus hojillas y potencia brindada reducirán la hoja de mazorca a pedazos más pequeños.

Molienda: en esta etapa los pedazos de hoja de menor grosor y tamaño obtenidos en la etapa anterior, serán pasados por un molino Romer de 220Kw donde se obtendrán al final de este proceso un polvillo de las hojas, donde se asegurara por completo que todos los componentes presentes estén mezclados en ese producto final.

Envasado: al producto obtenido de la molienda, se colocara en papel de filtro Walthman N°1, que es muy fino y permite el intercambio de materia sin permitir la salida ni entrada de partículas solidas, para así poder extraer la bebida con agua caliente.

Extracción: se dispondrá finalmente de obtener la infusión deseada, colocando en contacto el producto obtenido de la molienda con agua caliente, donde el agua arrastrara los sabores y minerales presentes.

Para la realización del diseño experimental se siguió el método factorial 2K, debido a que este experimento permite la relación entre cada una de las variables tratadas y presenta la manera de relacionarse entre si. Por su sencillez de estudio también es aceptado, ya que simplemente nos regimos por una matriz simple donde con unas denotaciones se realizan todas las combinaciones posibles y al final se observa cual posee la mayor relevancia en el experimento estudiado.

Se estudia el efecto que tiene la temperatura de secado en la humedad de cada uno de los híbridos, es decir se estudiara dos variables; por ende la matriz será de orden 2, quedando según la forma 2^k siendo k igual a 2, queda 2^2 ; la matriz comprende 2^k filas ($2 \times 2 \dots \times 2 = 2^k$ experimentos) y k columnas, que corresponden a los k factores en estudio. Si se construye en el orden estándar, cada columna empieza por el signo $-$, y se alternan los signos $-$ y $+$ con frecuencia 2^0 para x_1 , 2^1 para x_2 , 2^2 para x_3 , y así sucesivamente hasta x_k , donde los signos se alternan con una frecuencia 2^{k-1} .

En la Tabla 3.2. se observa la matriz del diseño experimental según el método factorial 2K; es sumamente importante recalcar que estos experimentos deben ser realizados de manera aleatoria con el motivo es evitar que el efecto de un factor esté confundido con el de otro factor no intencionado y se introduzca sesgo o desviación en los valores de los efectos.

	T= 50°C	T= 60°C
Amarillo Impacto	-	-
DK-247	+	-
Amarillo Impacto	-	+
DK-247	+	+

Tabla 3.1. Matriz del diseño factorial 2K.

Como se observa en el proceso de secado, se trabajó a dos temperaturas de operación, a 50°C y a 60°C, con cada uno de los híbridos de mazorca a utilizar, y se determinó su efecto sobre la humedad presente en cada muestra y cual es el más relevante de todos los casos combinatorios; destacando así que se realizaron dos réplicas en cada experimento para obtener la data. Para el proceso de trituración y molienda no hay mayor control alguno sino asegurar que toda la muestra pase por el equipo.

Para el proceso de extracción se usó agua mineral de cualquier marca en el mercado, debido a que el agua actual proveniente de Hidrocentro tiene diversos problemas nos ahorramos el estudio microbiológico de estas aguas y evitamos que esta agua contamine nuestro producto final.

Ya conociendo el método operatorio (Ver Apéndice B), se dispuso a realizar el secado de las hojas de ambos híbridos de mazorca a las distintas temperaturas pautadas, las cuales fueron de 50°C y 60°C; se siguió el orden aleatorio pautado por el método factorial 2K, y se registraron todos los resultados y graficas que muestran el proceso.

3.2.3 Aplicación las pruebas iniciales y finales de control de calidad de la infusión obtenida a base de hojas de mazorca

En esta etapa se realizó el diseño experimental, planteado en objetivos anteriores, para conseguir la infusión de la hoja de mazorca de cada híbrido, y así poder

realizar las comparaciones pertinentes y determinar si todo el proceso tuvo una influencia en las caracterizaciones iniciales de dicho material.

Se realizó la definición de las variables dependientes e independientes involucradas en el proceso de secado, para determinar cuáles son las que presentan mayor incidencia en éste. Para ello se realizó un análisis de cada una:

- Variables dependientes:

Humedad: esta es una variable dependiente, ya que el cambio de humedad depende de la transferencia de calor y de masa, entre el aire y el material a secar; esta fue calculada mediante las diferencias de peso señaladas en la balanza; como se muestra en el apéndice C.

Peso: también una variable dependiente ya que es modificada por los cambios de temperatura y velocidad del aire, como se observa en el apéndice C, esta variable se pudo cuantificar mediante el uso de la balanza acoplada a las bandejas.

Tiempo de secado: en este caso es una variable dependiente, ya que ésta se ve afectada directamente por los cambios de velocidad y temperatura que se fijan en el sistema.

- Variables independientes:

Velocidad del aire: considerada como una variable independiente, es sumamente influyente en el proceso, ya que con una pequeña variación de ésta se refleja un cambio significativo en el tiempo secado, como se puede observar en apéndice C.

Temperatura de secado: es considerada como una variable independiente, tiene una gran influencia en el proceso, la variación de este valor modifica el tiempo de secado. Al fijar altas temperaturas el tiempo de secado es menor y viceversa, como se observa en el apéndice C.

Con lo señalado anteriormente, se tomo como variable incidente en el proceso la temperatura, la cual afecta directamente la variable de respuesta, la cual es el tiempo de secado; por otra parte se estudiara directamente como afecta

este proceso sobre la humedad del material y analógicamente se determinara el tiempo optimo de secado, para así poder lograr reducir la humedad de estas hojas a su punto mínimo

En la Figura 3.2 se observa el equipo de secador de bandejas en operación, durante la realización del experimento.



Figura 3.2. Secador de bandejas.

Para el caso de los procesos de trituración y molienda, no hubo mayor novedad al respecto, sólo que se observó que el material presentaba gran resistencia al pasar por la trituradora usada y quedaba en forma de tiras cortas; en el momento de la molienda si se observo una variación en el tamaño de las hojas pero estas mismas pasaban con gran facilidad por el molino empleado. En la Figura 3.3 se observa el molino usado para este estudio.



Figura 3.3 Molino Romer.

Primeramente se lavaron las hojas de mazorca con agua destilada, y frotándolas con las manos por ambas caras de la misma, para eliminar así ciertas impurezas y rastros de polvo y tierra que pudiesen contener.

Luego se procedió a preparar los medios de cultivos del experimento, donde se mezclaron 30 gr de hoja con 100 ml de agua peptonizada; al momento del montaje experimental se hizo por duplicado cada concentración de muestra a usar, debido que se desea observar a partir de que concentración se observa mejor la flora microbiana; dichas concentraciones fueron de 1/10 y 1/100 g/mL respectivamente. Se incubo, en placas Petrifilm, por un periodo de 24 horas las muestras de aerobios y *Escherichia coli*, y por un período de 5 días las muestras de hongos.

3.2.4 Análisis los efectos producidos por el tiempo de secado de la materia prima, para así determinar el mejor de los productos obtenidos.

Para realizar este estudio se analizan los resultados obtenidos durante los experimentos realizados bajo la tutoría del diseño experimental Factorial 2K, donde se evaluó como parámetro a estudiar la humedad retirada de las hojas de mazorca.

Primero se dispuso a llenar la matriz de dicho diseño experimental para así ya tener los datos pertinentes de cada proceso, y de esta manera poder realizar los estudios estadísticos pertinentes.

Al introducir el formato del diseño experimental factorial 2K, se realizó un análisis ANOVA, donde como principio se plantearon dos hipótesis imponentes en este estudio, las cuales son:

1. No existen diferencias significativas entre la temperatura y la hoja de mazorca a usar, en la humedad final del producto.
2. Si existen diferencias significativas entre la temperatura y la hoja de mazorca a usar, en la humedad final del producto.

La primera hipótesis es conocida como “nula”, ya que expone que no hay ninguna interacción ni influencia entre la variables estudiadas y la humedad final, que es el resultado que deseamos estudiar; la segunda es la contradicción, lo que en realidad deseamos que suceda, que exista una interacción entre las variables, para definir así cual es la mas significativa al momento de definir cual es el mejor producto obtenido.

El análisis ANOVA, permite determinar el comportamiento de los resultados obtenidos, y brinda herramientas para saber si existen o no diferencias significativas entre las variables estudiadas y la humedad; el análisis se basa en el coeficiente estadístico P, el cual si su valor es menor a 0,05 se concluye que si hay diferencias significativas, por lo contrario si su valor es mayor a 0,05 se concluye que no existen diferencias significativas, y nos apegamos a la primera hipótesis planteada, donde definimos que no influyen ni la temperatura ni el tipo de hoja a usar en la humedad final del producto.

3.2.5 Comparación el efecto de la modificación de las variables tratadas, para obtener así una mejor aceptación.

Se realizó una prueba sensorial a un grupo de personas ubicadas en la facultad de ingeniería de la universidad de Carabobo, donde según los parámetros requeridos en la evaluación, respondieron según su agrado o no a la bebida; primero se realizó una evaluación sensorial de cuatro bebidas, describiéndose en:

1. Amarillo Impacto a una temperatura de secado a 50°C
2. Amarillo Impacto a una temperatura de secado a 60°C
3. DK-357 a una temperatura de secado a 50°C
4. DK-357 a una temperatura de secado a 60°C

Esto se hizo con el fin de revelar, cuál de las hojas de estos híbridos aporta unas mayores características agradables a la bebida y que temperatura de secado mejora las mismas.

La encuesta formulada, validada por la Ingeniero Johana Pinto del centro de investigación y desarrollo de Alimentos Polar, se observa en la figura 3.4; se basa en medir las propiedades organolépticas de la infusión obtenida, tales como su olor, color, sabor general, amargor y dulzor del mismo; se basa en una escala hedónica la cual posee una escala general de 5 puntos, donde se describe su agrado, su indiferencia al parámetro o su desagrado general del producto a catar. Por otra parte, se preguntó con que frecuencia la persona ingería este tipo de bebidas, para así tener un margen de credibilidad en los resultados proveniente de personas con un uso regular del mismo, para ahorrarnos tiempo en conteo de resultados se seleccionaron los antes nombrados. Por ultimo, se les pidió que organizaran las muestras según su agrado, de mayor a menor, como estilo de un ranking, para así ya tener un resultado de cual muestra fue la de mayor aceptación.

La totalización de los resultados se realizo basándose en una hoja de cálculo simple en el programa de Excel, donde por medio de graficas de barra se observara la tendencia de las respuestas de los evaluadores, para asi tomar una decisión sobre cual bebida es mas aceptada por la modificación de las variables tratadas.

La encuesta para la prueba sensorial es la siguiente:

BOLETA DE EVALUACIÓN

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES

A continuación a Ud. se le brindara cuatro muestras de una INFUSIÓN CALIENTE.

Por favor, pruebe cada una de las muestras de menor a mayor según su escala, y asigne un puntaje a los atributos y conteste las preguntas que siguen.

PUNTAJE	DESCRIPCIÓN
1	Me gusta mucho
2	Me gusta un poco
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta un poco
5	Me disgusta mucho

MUESTRA	420	523	820	646
COLOR				
SABOR				
OLOR				
AMARGOR				
DULZOR				

¿Cambiaría el color? SI _____ NO _____

¿Cambiaría el sabor? SI _____ NO _____

¿Cómo? _____

Por favor seleccione una opción.

FRECUENCIA DE USO	
Muy frecuente	
Algunas veces	
Muy poco	
A veces	
Nunca	

Por favor posicione según su preferencia las muestras degustadas.

Muestra	Posición
	1
	2
	3
	4

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Figura 3.4. Boleta de evaluación sensorial.

Como recomendación obtenida por la experta consultada sobre la materia, las muestras a catar se enumeraban con números cualesquiera al azar, para que así el degustador no tuviese ningún patrón a seguir y los resultados sean confiables.

Ya sabiendo cuál fue la hoja de mazorca a la temperatura de secado mas aceptada, se prosigue a mejorar la esencia de esta infusión para de esta manera tener así una mayor aceptación a un mercado mayor y poder competir con otras marcas ya existentes en el mismo. Para este estudio se procedió a agregar

distintos saborizantes naturales y edulcorantes, a la misma muestra aprobada por el panel, para mejorar un poco sus características. Al final se decidió agregarle clavitos de anís estrellado (*Illisium verum*), para así agregar un toque dulce a la bebida y disminuir un poco el toque amargo de la misma.

Se contó con un test de pareado simple, donde se ponen en enfrentamiento directamente la muestras de la infusión original del DK-357 a 60°C y la misma muestra con las variaciones antes nombradas, para ver cual de las dos es mas aceptadas por un grupo de personas escogidas al azar.

Test de pareado simple	
Indique cuál de las dos muestras prefiere:	¿Por qué la prefiere?
1 _____ 2 _____	

Figura 3.5. Test de pareado simple.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

En el presente capítulo se exponen los resultados de los objetivos llevados a cabo durante el desarrollo de la investigación. Adicionalmente, se presentan las discusiones generadas a partir de los resultados, que ayudan a comprender el porqué de los mismos.

4.1 Caracterización de la hoja de mazorca.

Se decidió trabajar con dos híbridos de mazorcas típicas venezolanas, los cuales son de fácil accesibilidad y de uso muy común en la industria alimentaria actual, las cuales son: maíz amarillo impacto y el maíz blanco DK-357.

Algunas hojas recolectadas presentaban animales muertos, tales como hormigas, abejas y bachacos, en las hojas más externas de la mazorca. Por otra parte en algunas hojas se observaron manchas no características de la hoja, de color gris oscuro, y en una sola muestra en particular se observó una mancha rosada que es determinada como un hongo característico de esas plantaciones causado por el calor.

Las hojas presentaban un olor fuerte a hierba y una textura dura al tacto y rugosa en toda su estructura, por otra parte las hojas presentan una cierta resistencia a su rompimiento ya que tiene como fibras en su estructura.

Para la muestra de amarillo impacto se obtuvo un porcentaje de contenido de materia extraña igual a 1,94; en cambio el resultado de la muestra de DK-357 fue de 1,58 y comparando los valores obtenidos con los límites establecidos por la norma COVENIN 1575-82 ambos entran en el rango de aceptabilidad.

Posteriormente, del estudio de la humedad se obtuvo que para la muestra de amarillo impacto fue de 1,35 y para DK-357 fue de 1,91. Estos valores de humedad bajos, son lógicos debido a que la hoja de mazorca en cada híbrido presenta una estructura seca, esto puede ser debido a que estas hojas protegen a los granos de maíz dispuesto en la tusa, y están directamente expuestas al sol.

En cuanto a los resultados de la determinación de cenizas totales, se obtuvo para las hojas de amarillo impacto de 0,51% y para DK-357 fue de 0,68%. Se observa que las cenizas totales dieron para ambos casos un porcentaje muy bajo, debido a que en el proceso de carbonización la muestra

redujo su tamaño significativamente, y al pasar por la mufla la muestra se calcinó completamente quedando de un color blanquecino por ende no hubo necesidad de volver a colocar en la mufla después del filtrado ya que no habían restos de carbón. Estas cenizas indican en cierto modo la posible contaminación de la muestra y/o cantidad de metales pesados presente en ella.

Ahora bien, se observó que la cantidad de cenizas insolubles en este ácido fue para el amarillo impacto resultó igual 0,49% en cambio para el DK-357 fue de 0,63%. Con los resultados obtenidos se observa que una gran parte de las cenizas obtenidas son insolubles en ácido clorhídrico, pudiendo ser motivo a que este material posee ciertos minerales que hacen este material orgánico muy estable.

Los resultados obtenidos para cada extracto del material a estudiar se pueden observar en la Tabla 4.1, concluyendo de esta manera que las hojas de mazorcas de ambos híbridos, poseen un gran contenido de extracto acuoso; con respecto al extracto etéreo ambas hojas presentan similitud en su presencia de este extracto y con respecto al extracto alcohólico se observa que el híbrido DK-357 posee una mayor cantidad que el Amarillo Impacto; por otra parte en ambos casos no se da una totalidad del 100% en la suma de estos tres extractos y es debido a que esta materia orgánica puede contener trazas de otros extractos, minerales y grupos presentes.

Tabla 4.1. Determinación del porcentaje de extracto acuoso, etéreo y alcohólico.

Muestra	Extracto acuoso (Ea± 0,244)%	Extracto etéreo (Ee± 0,244)%	Extracto alcohólico (Eal± 0,244)%
Amarillo Impacto	71,850	22,620	4,940
DK-357	55,110	22,230	10,500

Con los resultados obtenidos de las caracterizaciones realizadas, se puede concluir que cada una de ellas cumple con los parámetros establecidos por su regulación en infusiones, en la norma COVENIN 1562-86.

4.2 Realización del diseño experimental empleado para la obtención de la infusión a base de hojas de mazorca.

Al tener los valores presentados anteriormente se procede a desarrollar el experimento de acuerdo al diagrama de bloques del proceso para obtenerla infusión a base de hojas de mazorca.

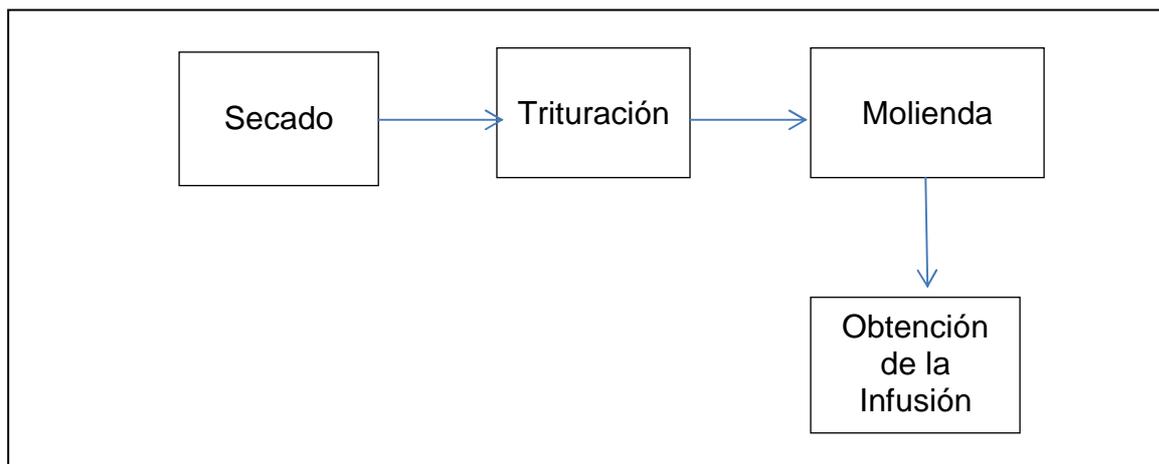


Figura 4.1. Diagrama de bloques del proceso.

Luego de la obtención del proceso a desarrollar, por medio del programa StatgraphicPlus 5.1 se obtuvo el orden a seguir en la realización de los experimentos de obtención de la humedad. Los resultados se observan en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Diseño experimental Factorial.

Orden Estadístico	Orden de corrida	Pt Central	Bloques	Tipo de hoja	Temperatura (T±0,5)°C	Humedad (H±0,0069) g H2O/g solido
2	1	1	1	DK	50	0,005
5	2	1	1	AMARILLA	50	0,0146
3	3	1	1	AMARILLA	60	0,0055
7	4	1	1	AMARILLA	60	0,0068
6	5	1	1	DK	50	0,0062
1	6	1	1	AMARILLA	50	0,017
8	7	1	1	DK	60	0,0076
4	8	1	1	DK	60	0,0073

La velocidad en el estudio no se consideró una variable manipulable, debido que el interés particular es determinar la influencia de la temperatura en cuanto a la humedad del material y observar cuál es el menor tiempo, o tiempo óptimo, en alcanzar la mínima humedad y que esta no varíe en el tiempo a partir de este punto.

En el caso del híbrido Amarillo Impacto, se trabajó a ambas temperaturas a una velocidad de 1,8 m/s, donde se controlaba a través de un interruptor del ventilador hasta que la lectura del hidrometro se mantuviese aproximadamente en esa velocidad. Por motivos externos de ambiente y sensibilidad del equipo la velocidad variaba un poco entre cada medición y durante el proceso en si, pero en la mayoría del caso se mantuvo en un rango entre 1,6 y 1,8 m/s. Cabe destacar que este material por ser muy liviano a una velocidad superior a esta saldría volando del quipo, influyendo así en la medición de la varianza de la masa durante el proceso.

Al considerar una velocidad constante de 1,8m/s en la Figura 4.2 se observa de forma comparativa, como se comporta la humedad en el tiempo para el híbrido Amarillo Impacto, donde se determinó que a la mayor temperatura de operación se obtuvo un tiempo óptimo de secado menor que al material sometido al de menor temperatura; esto es debido a que al haber una mayor transferencia de calor por la convección por el aire mas caliente, proveniente de las resistencias, y el material, hay una mayor perdida de agua del mismo. En el caso para el híbrido DK-357, la velocidad de trabajo fue de 1,6m/s, debido que se trato de trabajar con una mínima velocidad porque las hojas de este material eran un poco mas livianas que las del otro híbrido y saldrían volando por el conducto del aire. En la Figura 4.3 se observa el comportamiento de la humedad con respecto al tiempo.

Para este caso de estudio, en el hibrido DK-357 para ambas temperaturas de secado el tipo optimo para la obtención de la humedad ideal para su manipulación en la realización de esta infusión dio muy similar, concluyendo así que con este material en especifico y a una velocidad asumida como constante, aumentando la transferencia de calor del proceso, se llega al mismo resultado.

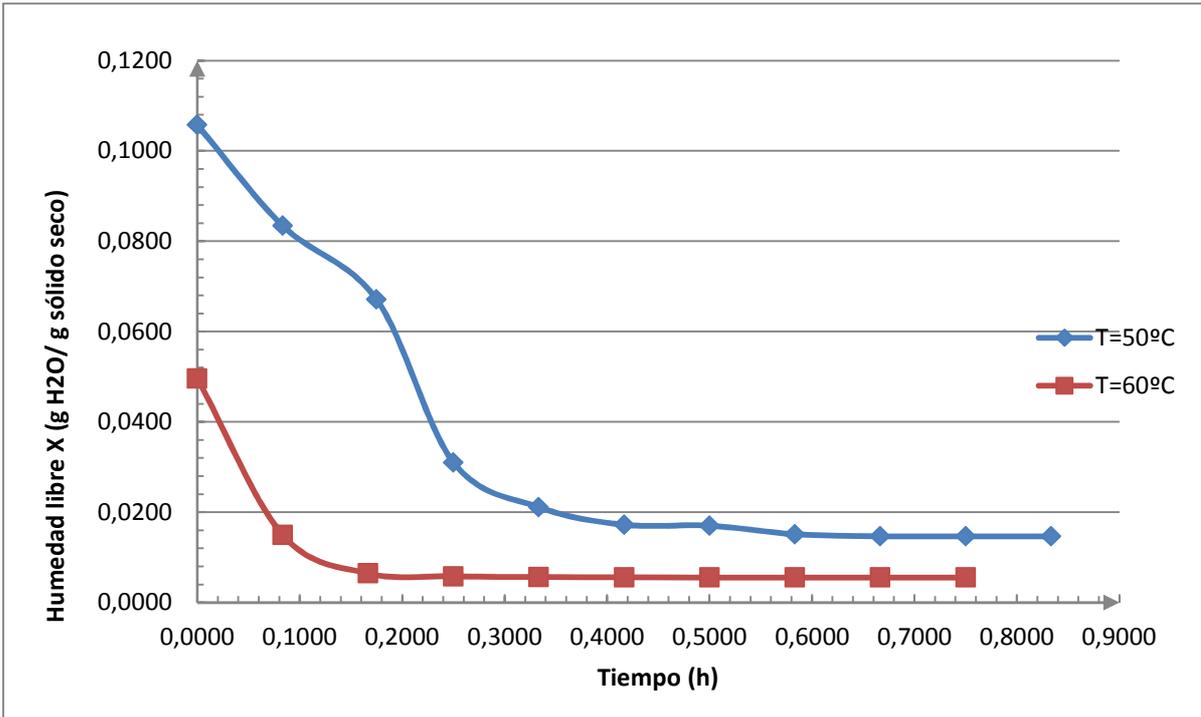


Figura 4.2 Comparación del tiempo de secado vs humedad libre a ambas temperaturas, para la hoja Amarillo Impacto.

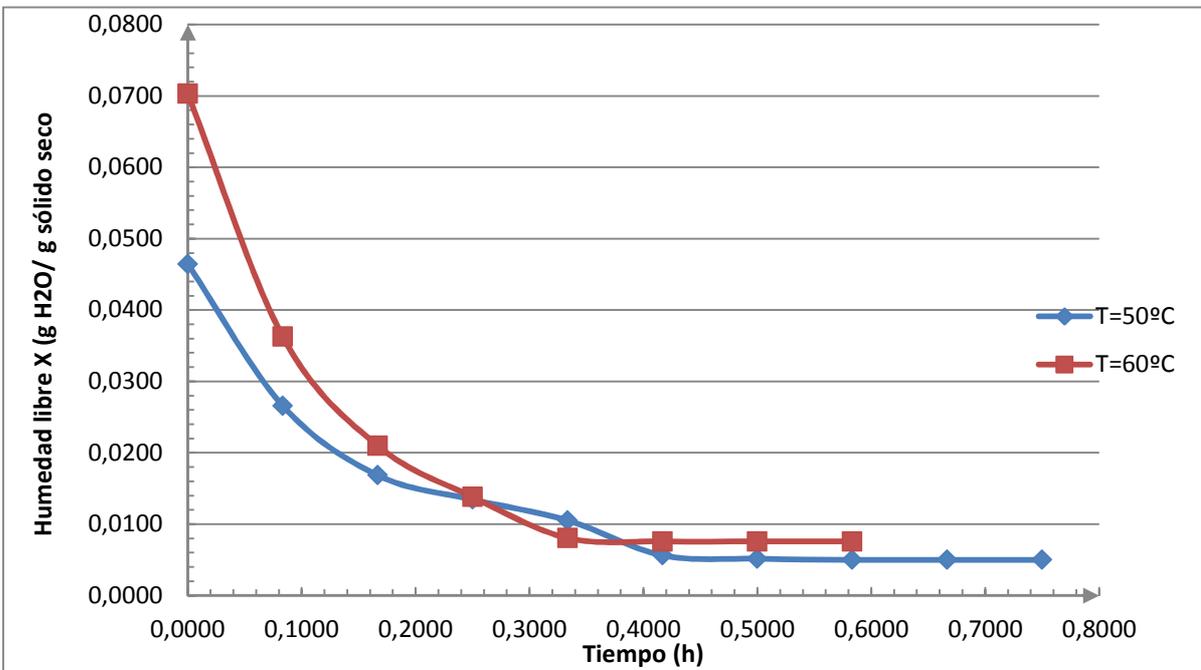


Figura 4.3 Comparación del tiempo de secado vs humedad libre a ambas temperaturas, para la hoja DK-357.

Cabe destacar que las curvas de secado obtenidas no son tan exactas, debido a la falta de datos al momento del montaje experimental, ya que se trabajaba con un materia con masa sumamente pequeña y de humedad no muy alta, por ende al momento de someter este material orgánico a un proceso de transferencia de calor este sucedía en un tiempo muy corto no dejando plazo a observar una mayor estabilización.

Como se observa en la Tabla 4.3, el híbrido Amarillo Impacto presenta un tiempo de secado menor que el DK-357, y por otra parte libera una mayor humedad en este proceso de transferencia de calor, concluyendo así de esta manera que este híbrido puede ser un buen material para realizar el producto final.

Tabla 4.3. Comparación de ambas muestras con su tiempo de secado óptimo.

Muestra	Tiempo óptimo de secado ($h \pm 0,1$)s	Humedad ($H \pm 0,0069$) gH ₂ O/g sólido	Temperatura ($T \pm 0,5$)°C
Amarillo Impacto	0,16	0,0080	60
DK-357	0,30	0,0100	Ambas

4.3 Aplicación de las pruebas iniciales y finales de control de calidad de la infusión obtenida a base de hojas de mazorca.

Se realizó una comparación análoga en ambos materiales estudiados, donde se realizaron las mismas caracterizaciones al material ya seco, libre de cierto porcentaje de humedad, que al material inicial como en objetivos anteriores; todo con el fin para establecer una relación de como varían los componentes presentes en estas hojas de mazorcas estudiadas de cada híbrido durante este proceso.

Como se observa en la Tabla 4.4, todos los parámetros encontrados anteriormente en la tapa inicial se mantienen en su mayoría semejantes indicando que no hay una variación significativa después del proceso de secado; en las cenizas totales y cenizas insolubles en ácido si hubo una diferencia notable, y es debido a que ya habiendo extraído la mayoría de agua encontrada en la hoja, más seca estará la misma y por ende habrá mayor cenizas al someterla al ensayo pertinente, por decirlo de una manera, mientras más seca este la materia orgánica a estudiar más cenizas se obtendrán. Con respecto al extracto acuoso se encontró inferior al inicial debido a que se sometió a una temperatura superior y tiempo prolongado, retirando poco a poco la cantidad de agua presente.

Tabla 4.4. Tabla comparativa de caracterizaciones.

Prueba	Amarillo Impacto		DK-357	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Materia Extraña ($P \pm 0,0001$)%	1,9400	1,8500	1,5800	1,5400
Humedad ($H \pm 0,38$)%	0,01	0,001	0,02	0,01
Cenizas totales ($C \pm 0,002$)%	0,510	0,650	0,680	0,840
Cenizas insolubles en ácido ($C \pm 0,002$)%	0,490	0,560	0,630	0,700
Extracto etéreo ($E \pm 0,244$)%	22,620	20,850	22,230	21,120
Extracto acuoso ($E \pm 0,244$)%	71,850	40,870	55,110	30,140
Extracto alcohólico ($E \pm 0,244$)%	4,940	4,120	10,500	9,740

Es interesante observar que la humedad encontrada por ambos métodos realizados, tanto el mostrado en la norma COVENIN 1562-90 como por el estudio de transferencia de calor, dieron muy similar, validando de esta manera dos cosas; primero que ambos métodos son efectivos para determinar este parámetro y segundo que estas hojas de mazorca en realidad poseen este valor de humedad presente.

Como prueba de calidad adicional y primordial, se realizaron pruebas microbiológicas pertinentes, para determinar la presencia o no de ciertas bacterias y aerobios en este material, que son perjudiciales para la salud humana.

En la Tabla 4.5, aparecen establecidos los límites permitidos de cuerpos microbianos en este tipo de bebidas, por el ministerio de salud, donde el valor de m y M que aparecen en la misma son los valores mínimo y máximo que se toleran según el ministerio; y los valores de n y c son los grupos y clases a que pertenecen estos cuerpo microbianos.

Tabla 4.5. Microbiología en Té y Hierbas para Infusiones

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	m	M
Aerobios mesofilos	5	3	5	2	10^4	10^5
Mohos y Levaduras	5	3	5	2	10^2	10^3
Salmonella	10	2	5	0	0	---
E. Coli	10	2	5	0	0	----

Los resultados obtenidos de las pruebas de microbiología son los siguientes:

Tabla 4.6. Resultados experimentales microbiología

Agente Microbiano	Valor	Limite superior permitido
Aerobios mesofilos	50000	10^5
Hongos	1900	10^3
<i>Escherichia Coli</i>	0	0

Para los aerobios se observaba en la placa unos puntos de diferente diámetro de color rojizo por toda la placa, y su valor se obtiene contando cada uno de esos puntos y ese valor multiplicarlo por 1000; en la Figura 4.4 se observa su resultado.



Figura 4.4. Resultados de Aerobios mesófilos presentes en las hojas.

Para el caso de Hongos y levaduras, se observaron manchas de color azul distribuidos por la placa y su resultado se expresa contando la cantidad de manchas presentes en la placa y multiplicándola por 100; en la Figura 4.5 se observa el resultado.

Seguidamente para el caso de presencia de *Escherichia coli*, su resultado se determina solamente si hay o no presencia de este microorganismo en la muestra. Cuando da positivo el experimento se nota en la muestra unos puntos de color rojo oscuro o azules, con burbujas de pequeño tamaño en los bordes de los mismos; en el caso de estudio afortunadamente la muestra dio negativa ya que no se evidencio ningunas formaciones en las placas montadas como se observa en la Figura 4.5.

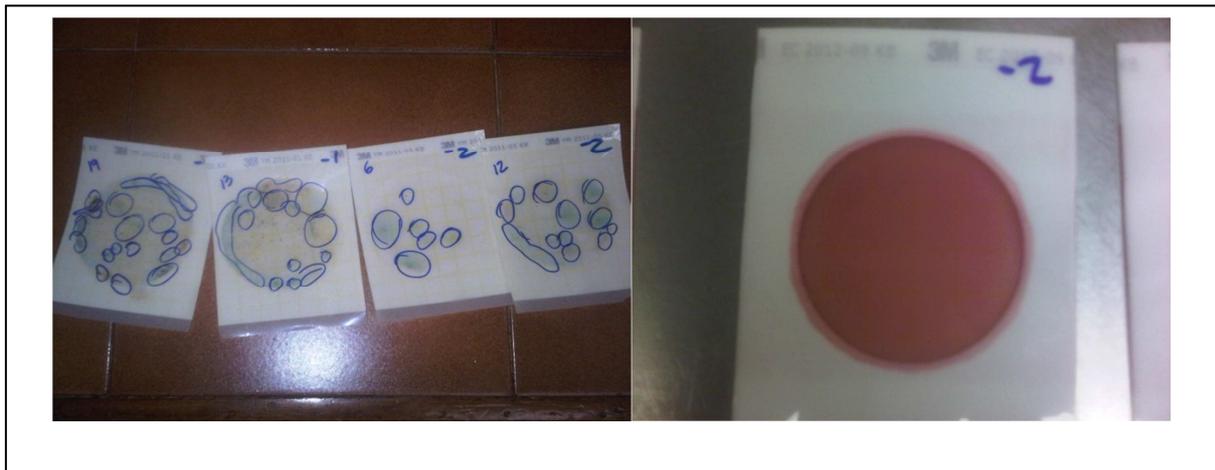


Figura 4.5. Resultados de Hongos y Escherichia coli.

Analizados los resultados anteriores se puede concluir, que ambas hojas de los distintos híbridos de mazorca, cumplen con todos los parámetros de

calidad establecidos por la ley, pudiendo utilizarse así para el fin planteado en este trabajo especial de grado.

4.4 Análisis de los efectos producidos por el tiempo de secado de la materia prima, para así determinar el mejor de los productos obtenidos.

En la Tabla 3.1 se observan los valores de humedades finales obtenidas durante las corridas experimentales; destacando que estas fueron tomadas aleatoriamente intercambiando las variables según nos indicaba el programa StatGraphic Plus 5.1.

Tabla 3.1 Datos de humedades experimentales.

	T= (50 ±0,5)°C	T=(60±0,5)°C
Amarillo Impacto	0,0146	0,0055
Humedad (H± 0,0069) g H2O/g solido	0,0753	0,0107
DK-357	0,0050	0,0076
Humedad (H± 0,0069) g H2O/g solido	0,0217	0,0286

El estudio ANOVA arrojó un valor de P (Coeficiente Estadístico) de 0,002; como este valor es menor a 0,05 se permitió hacer dos conclusiones muy relevantes: la primera que si existen diferencias significativas en el estudio y segundo que si hay una interacción entre las variables estudiadas y la humedad, apegándonos así a la segunda hipótesis planteada. El valor de R cuadrado indica solamente que tan exacto y preciso es el resultado del estudio y el cumplimiento con el supuesto de aditividad, mientras más cercano a 100% se encuentre mejor. Por otra parte el análisis de varianza muestra las interacciones principales existentes entre las variables estudiadas que son: el tipo de hoja de mazorca y la temperatura de secado, siendo ambas también significativas ya que son menor a 0,05 en un estudio de 95% de confiabilidad.

ANOVA de dos factores: HUMEDAD vs. HOJA; TEMP					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
HOJA	1	0,0000396	0,0000396	35,28	0,004
TEMP	1	0,0000304	0,0000304	27,10	0,006
Interacción	1	0,0000661	0,0000661	58,91	0,002
Error	4	0,0000045	0,0000011		
Total	7	0,0001406			

S = 0,001059 R-cuad. = 96,81% R-cuad.(ajustado) = 94,41%

Figura 4.6. Estudio ANOVA

Dejando claro que si existe una interacción entre las variables y la humedad, se procedió a observar y estudiar la grafica de interacción para la humedad. Al observar la Figura 4.7 las rectas se entrecruzan en cierto punto demostrando ahí la interacción existente; los puntos inferiores muestran la mínima humedad obtenida en el estudio, mostrando así que para la hoja del Amarillo Impacto se obtuvo a un temperatura de 60°C y para la hoja del DK-357 se obtuvo para un temperatura de 50°C, siendo esto contradictorio debido a que se espera que a una mayor temperatura se retire una mayor cantidad de agua y se obtenga una menor humedad en la hoja. Por otra parte se evaluaron los supuestos de homogeneidad de residuales y normalidad de varianza, para así tener más confiabilidad en las conclusiones, y ambas al estar adyacente de la línea patrón y no tener dispersión, cumplen con lo establecido (Figura B.1).

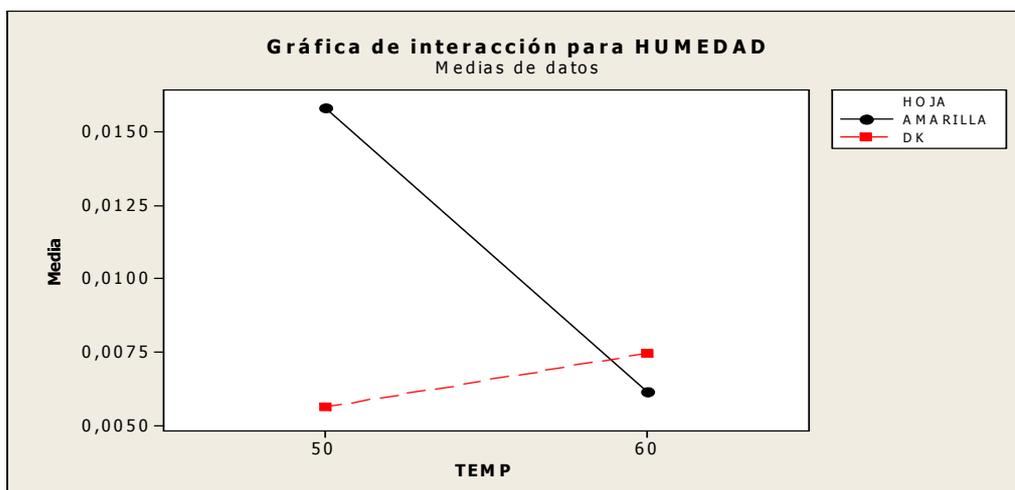


Figura 4.7. Interacción entre las variables.

Para salir de dudas se utiliza una herramienta mas precisa, que ayuda a determinar entre dos valores presentes cuál de ellos es más significativo e influyente en el proceso; el método de Tukey ayuda a esclarecer que tan diferentes son los valores y ayuda a determinar cual es el más influyente.

Analizando la Figura 4.8, donde se observa el intervalo donde es confiable los datos obtenidos según Tukey, se denota que para la hoja del DK-357 la humedad tanto a 50°C como a 60°C se encuentra dentro del intervalo de confianza pudiendo concluir que estos valores son estadísticamente iguales; es decir que para este tipo de hojas ya a una temperatura de 50°C ya se había retirado la mayoría de la humedad sin necesidad de someterla a mas temperatura de secado.

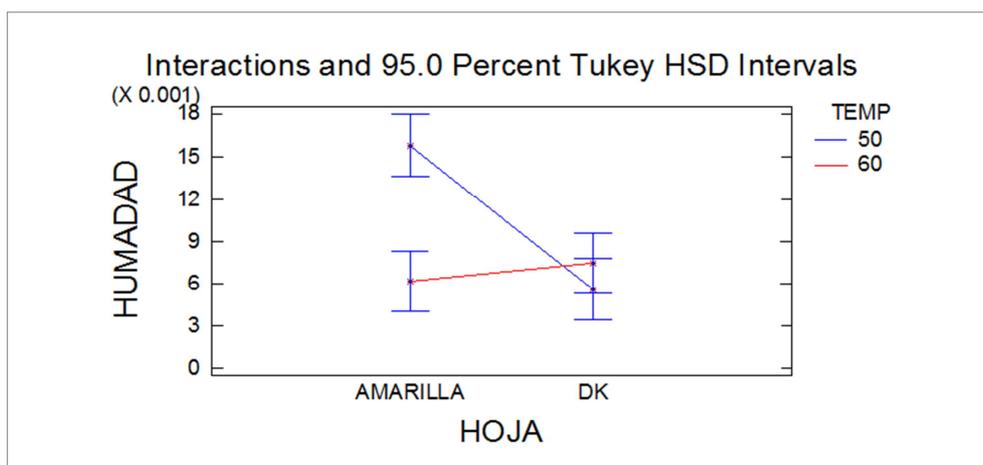


Figura 4.8 Estudio por el método de Tukey.

Es decir que según los estudios estadísticos el posible mejor producto a obtener, tomando como parámetro la humedad, es la hoja DK-357 sin importar su temperatura de secado.

4.5. Comparación del efecto de la modificación de las variables tratadas, para obtener así una mejor aceptación.

Para la comparación del efecto producido por la variación de la temperatura y el híbrido de mazorca, en la infusión a base de hojas de mazorca se dispuso a evaluar las propiedades organolépticas de la bebida obtenida.

Como se observa en la Figura 4.9, las hojas del amarillo impacto secadas a una temperatura de 50°C, enumeradas con el número 420 en la evaluación, no obtuvo una aceptación por el panel evaluador ya que la mayoría de los resultados se encuentran en la categoría de indiferencia al parámetro y la de desagrado del mismo; con respecto al parámetro de sabor dulce

encontrado en la muestra su valor es cero debido a que los panelistas no encontraron este sabor presente en la bebida. Su color era de amarillo muy pálido y desprendía un olor no muy resaltante al olfato; cabe destacar que ya se esta observando que la bebida presenta un carácter amargo y tiene aproximadamente un 40% de aceptación en la categoría agrado poco.

Para el caso del mismo amarillo impacto pero a una temperatura de 60°C, Figura 4.10, se observa una gran tendencia a la indiferencia del producto y desagrado hacia los parámetros; esta bebida en cambio a la anterior tuvo una elevación de resultados en la categoría poco agrado, inclinando la posibilidad que a mayor temperatura mejore las propiedades de esta bebida. Esta muestra fue enumerada con el número 523, y presentaba igualmente un color amarillo pálido, con un olor a hierba suave y persistía aun más el carácter amargo del mismo.

Con esto se puede concluir que el uso de estas hojas de la mazorca Amarillo Impacto, no es muy aceptada al momento de su degustación y entonces no serian el material más adecuado para la elaboración de una infusión a base de éste material.

Para el caso de las hojas del hibrido DK-357 secadas a una temperatura de 50°C, Figura 4.11, se observa una diferencia significativa con los resultados del hibrido anterior, donde existe un porcentaje que arroje una indiferencia a los parámetros evaluados, hay un porcentaje aun mayor que muestra una aceptación tanto de, poco y mucho agrado con la bebida. Esta muestra identificada con el numero 820 presentaba u color amarillo oscuro, con un olor a hierba seca y aquí la muestra se incrementaba la sensación amarga. En este tipo de hojas tampoco se presenta el sabor dulce.

Al someter las hojas del DK-357 a una temperatura de 60°C, donde se da una mayor aceptación del panel evaluador; como se observa en la figura 4.12, la mayoría de los resultados se encuentran en la categoría de mucho y poco agrado, notándose una notable diferencia con las demás muestras estudiadas y analizadas. Esta muestra fue enumerada con el valor 646.

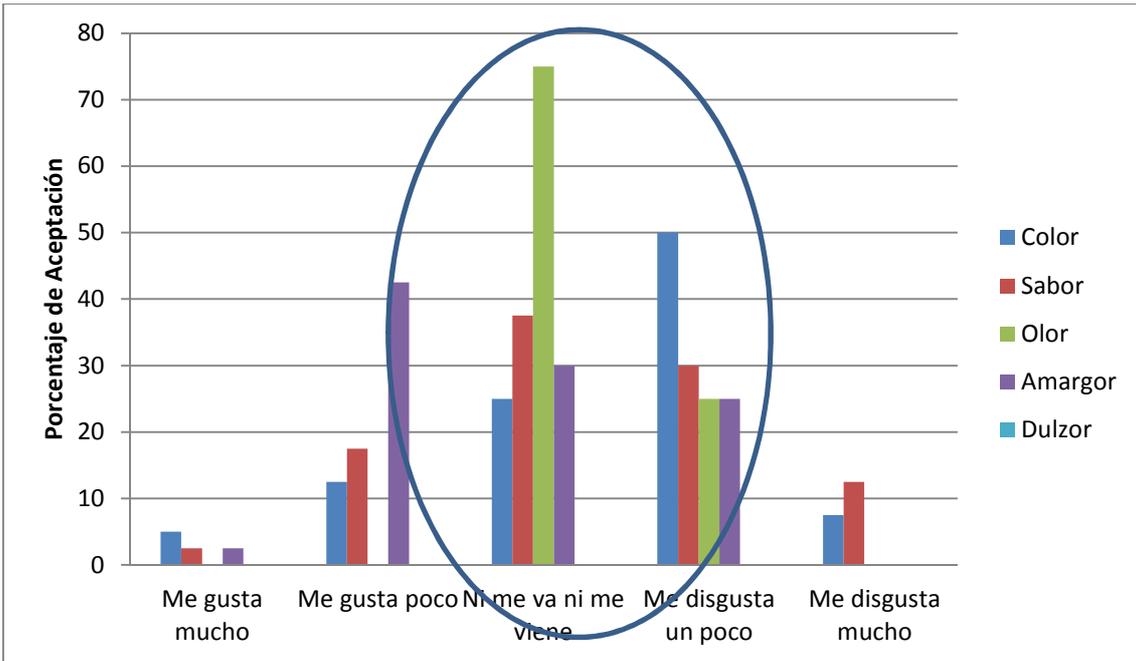


Figura 4.9. Resultados evaluación sensorial Amarillo Impacto a 50°C.

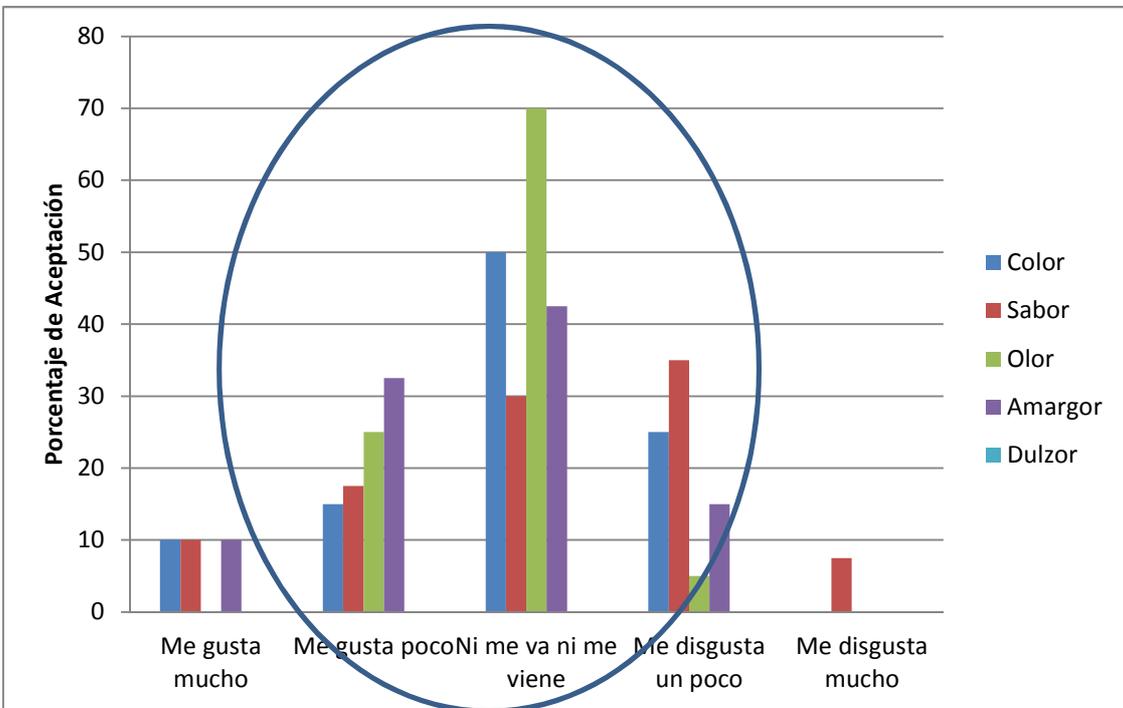


Figura 4.10. Resultados evaluación sensorial Amarillo Impacto a 60°C.

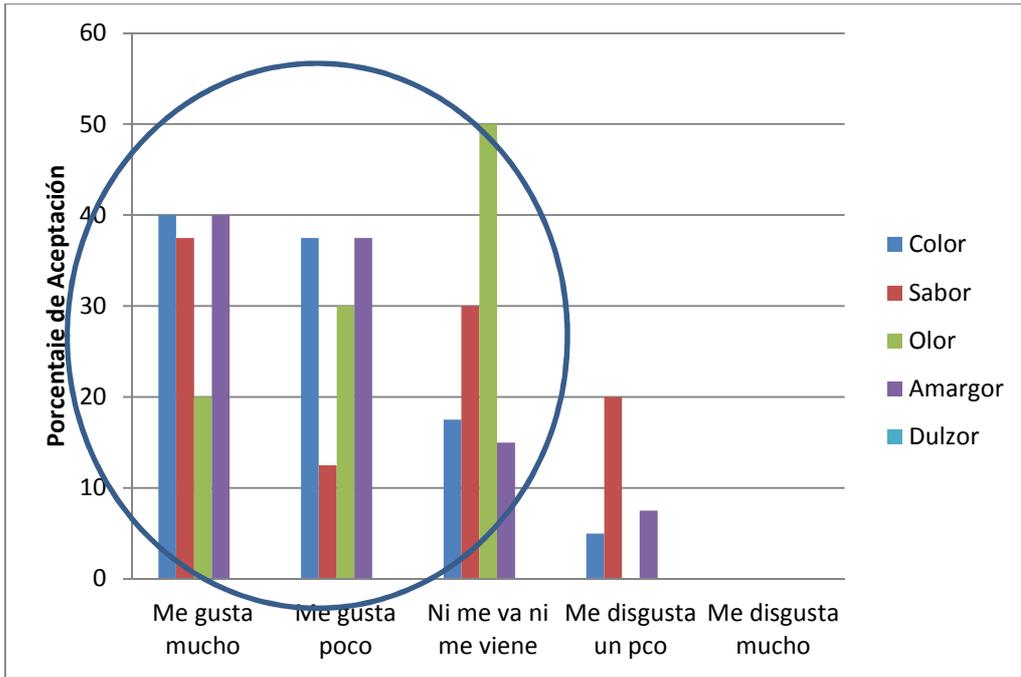


Figura 4.11. Resultados evaluación sensorial DK-357 a 50°C.

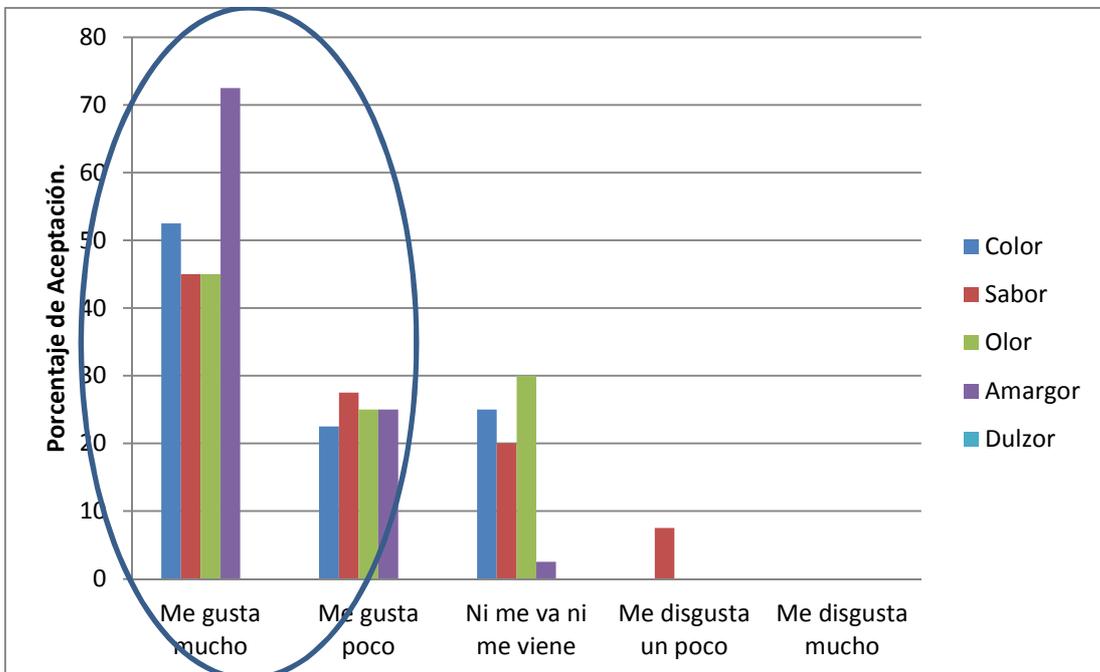


Figura 4.12. Resultados evaluación sensorial Dk-357 a 60°C.

Los participantes al momento de ordenar las bebidas en orden de mayor agrado a menor agrado, arrojaron con un 70% de los votos a la infusión de la hoja DK-357 secada a una temperatura de 60°C, ya con esto demostrando que es la bebida con más aceptación.

Ya por ultimo se estudio la comparación de la bebida a base natural de hojas de mazorca DK-357, con la misma pero esta vez con un agregado de anís estrellado (*Illicium verum*).

Al observar la Figura 4.13 se observa con una alta tendencia, que la mezcla de la bebida original con el anís estrellado fue más aceptada; permitiendo así ya realizar la conclusión mas contundente, y esta es que la infusión obtenida a base de hojas de mazorca con un agregado de anís estrellado posee un conjunto de propiedades organolépticas que son de manera general aceptables a un publico en general.

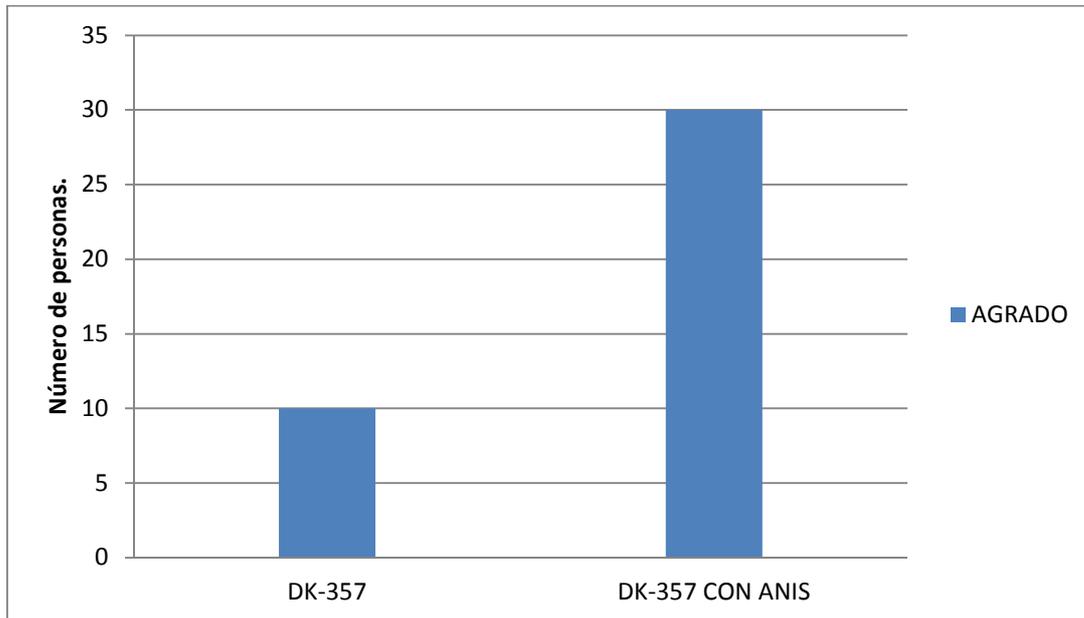


Figura 4.13. Resultados de la prueba de comparación simple.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se exponen de manera puntal las conclusiones más importantes generadas a partir de los resultados obtenidos. También se presentan una serie de recomendaciones, propuestas con la finalidad de mejorar y profundizar la investigación realizada.

CONCLUSIONES

1. Las hojas de los híbridos de mazorca en estudio presentan caracterizaciones que entran dentro de los parámetros establecidos por la norma COVENIN 1562-86.
2. El proceso de secado no altera significativamente las caracterizaciones iniciales de las hojas, de ambos híbridos, solamente su extracto acuoso ya que existe una pérdida de agua.
3. Existen diferencias significativas entre las humedades obtenidas, a las diferentes temperaturas de operación, de las hojas de los híbridos de mazorca.
4. Hay una interacción estadística entre la los factores temperatura y tipo de hoja al momento del estudio de la humedad.
5. El sabor amargo fue la propiedad hedónica preminente en las infusiones obtenidas.
6. La infusión obtenida solamente a partir de hojas DK-357 a una temperatura de secado de 60°C, fue mas aceptado al público, por sus propiedades organolépticas.
7. La combinación de la infusión anterior con anís estrellado, fue la bebida más aceptada en nuestro estudio.
8. Debido a cumplir con las normas alimenticias pertinentes y ser aceptada por sus propiedades organolépticas, si se puede utilizar este material para la realización de infusiones.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la realización de un estudio, de cuáles beneficios aportará esta bebida a la salud del consumidor.
- Se sugiere obtener un extracto con este mismo material y observar sus características y en que se puede usar a nivel comercial, como saborizante, ambientador, entre otros.
- Se aconseja combinar la bebida con diversos saborizantes naturales, para así obtener una mayor gama de productos.
- Se recomienda tratar con otros híbridos de mazorca para observar su tendencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar, S., Moraes-de-Souza, R. A., Oldoni, T. L., & Regitano-d'Arce, M. A. (2008). Antioxidant Activity And Phenolic Composition Of Herbal Infusions Consumed In Brazil. *Somenta* , 41-47.
- Alfaro, Y.; Segovia V. (2009). El maíz: un rubro estratégico para la soberanía agroalimentaria de los venezolanos. *Agronomía Tropical* , 237-247.
- Alfaro, Y.; Segovia V. (2009). Formación, evaluación y descripción del híbrido simple de maíz amarillo INIA 21. En prensa.
- Segovia *et al.* (2007). Comportamiento agronómico de cereales. *Factores del desarrollo óptimo de plantaciones*, 20-52.
- Grant *et al.* (1965). Comportamiento germoplástico del maíz.
- Ávila, M., Borges, O., & Bernáez, J. (2009). Caracterización biométrica del cultivo y perfil descriptivo de mazorcas del híbrido de maíz superdulce 'Delicia'. *Bioagro* , 143-147.
- Bhat, R., & Moskovitz, G. (2009). Té de hierbas medicinales de Sudáfrica. *Revista Internacional de Botánica Experimental* , 67-73.
- Dután H., Rojas C., Tripaldi P. (2010). Desarrollo y optimización de una infusión aromática de tipo tisana aplicando el diseño de Plackett Burman y optimización de máxima pendiente. *Revista Ciencias. Universidad del Valle.* , 103-115.
- Malavé E.; Millán A. (2004). Evaluación de 20 híbridos de maíz blanco en Santa Bárbara, Estado Monagas. *Bioagro* , 26-31.
- Kohno, H.,; Kouda K.; Tokunaga R.; Sonoda Y (2007). Detection of estrogenic activity in herbal teas by in vitro reporter assays. *European Food Reseach and Technology* , 913-920.
- Forbes (2007). *Drinks around the world*. [Documento en línea] Disponible en: <http://www.forbes.com/investing/>. Consultado: Enero 2012.
- Schervish, M. (1996). *P Values: What They Are and What They Are Not*. The American Statistician.
- Wittid, E. (1982). *Evaluacion sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos*. Chile: Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile.

Barda, N. (2010). Análisis sensorial de los alimentos. Bocchi Group.

Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

OLMO, M. (2011). *Propiedades del maíz*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.enbuenasmanos.com/idlp/propmaiz.htm>. Consultado: Febrero 2012.

PERRY, Robert H. Manual del Ingeniero Químico. Tomos II y V. Séptima Edición. Editorial Mc Graw Hill. 1992. España. Sección: 18-21 a 18-40 del tomo V

Geankoplis(1998) Proceso de transporte y operaciones unitarias.

BLANCO, J. (2003). *El maíz*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.ecoaldea.com/plmd/maiz.htm>. Consultado Diciembre 2011

APÉNDICE A CÁLCULOS TÍPICOS

1. Cálculo del agua retirada en el proceso.

$$Ar = Mi - Mf \quad (\text{A.1}) \quad (\text{Rodríguez, 2006})$$

Donde:

Ar: Agua retirada durante el proceso. (g)

Mi: Masa inicial de las hojas. (g)

Mf: Masa final de las hojas. (g)

Sustituyendo queda:

$$Ar = (2,3289 - 2,137)g$$

$$Ar = 0,1919 g$$

Su error viene expresado como:

$$\Delta Ar = \left| \frac{\partial Ar}{\partial Mi} \right| \cdot \Delta Mi - \left| \frac{\partial Ar}{\partial Mf} \right| \cdot \Delta Mf$$

Donde:

ΔAr : Error del agua retirada en el proceso (g).

ΔMi , Mf : Error asociado al peso de la muestra (g).

$$\Delta Ar = (1 \times 0,0001) - (-1 \times 0,0001)$$

$$\Delta Ar = 0,0002 g$$

Por lo tanto se obtiene:

$$Ar = (0,1919 \pm 0,0002)g$$

2. Masa final después del aire caliente.

$$Ma = \frac{(Mi - Ar)}{n} \quad (\text{A.2}) \quad (\text{Rodríguez, 2006})$$

Donde:

Ma: Masa final después del aire (g).

n : Eficiencia del equipo.

Sustituyendo queda:

$$Ma = \frac{(2,3289 - 0,1919)g}{0,8615}$$

$$Ma = 2,1061 \text{ g}$$

Su error viene expresado como:

$$\Delta Ma = \left| \frac{\partial Ma}{\partial Mi} \right| \cdot \Delta Mi + \left| \frac{\partial Ma}{\partial Ar} \right| \cdot \Delta Ar + \left| \frac{\partial Ma}{\partial n} \right| \cdot \Delta n$$

Donde:

ΔMa : Error de la masa después del aire (g).

$$\Delta Ma = \left| \frac{n}{n^2} \right| \cdot \Delta Mi + \left| \frac{n-1}{n^2} \right| \cdot \Delta Ar + \left| \frac{Ar - Mi}{n^2} \right| \cdot 1$$

$$\Delta Ma = \left| \frac{0,8615}{0,8615^2} \right| \cdot 0,0001 + \left| \frac{0,8615 - 1}{0,8615^2} \right| \cdot 0,0002 + \left| \frac{0,1919 - 2,3289}{0,8615^2} \right| \cdot 1$$

$$\Delta Ma = 2,8701g$$

Por lo tanto se obtiene:

$$Ma = (2,1061 \pm 2,8701)g$$

3. Cantidad de agua en cada etapa del proceso de secado.

$$Ca_i = M_i - Ma \quad (\text{A.3}) \quad (\text{Rodríguez, 2006})$$

Donde:

Ca_i: Cantidad de agua en cada etapa del proceso de secado (g).

M_i: Masa inicial de la primera corrida (g).

Sustituyendo:

$$Ca = (2,3289 - 2,1061)g$$

$$Ca = 0,2228 \text{ g}$$

Su error viene expresado como:

$$\Delta Ca = \left| \frac{\partial Ca}{\partial Mi} \right| \cdot \Delta Mi - \left| \frac{\partial Ca}{\partial Ma} \right| \cdot \Delta Ma$$

Donde:

ΔCa : Error del agua retirada en el proceso (g).

$\Delta Mi, Ma$: Error asociado al peso de la muestra (g).

$$\Delta Ca = (1 \times 0,0001) - (-1 \times 2,8701)$$

$$\Delta Ca = 2,8702 \text{ g}$$

Por lo tanto se obtiene:

$$Ca = (0,1919 \pm 2,8702) \text{ g}$$

4. Humedad libre en cada entapa del proceso de secado.

$$Hl_i = \frac{Ca}{Ma} \quad (\text{A.4}) \quad (\text{Rodríguez, 2006})$$

Donde:

Hl_i : Humedad libre en cada etapa del proceso ($\text{gH}_2\text{O/g}$ solido seco).

Sustituyendo:

$$Hl_i = \frac{0,2228}{2,1061}$$

$$Hl = 0,1058$$

Su error viene expresado como:

$$\Delta Hl = \left| \frac{\partial Hl}{\partial Ca} \right| \cdot \Delta Ca + \left| \frac{\partial Hl}{\partial Ma} \right| \cdot \Delta Ma$$

Donde:

ΔHl : error asociado a la humedad libre.

$$\Delta Hl = \left| \frac{Ma}{Ma^2} \right| \cdot \Delta Ca + \left| \frac{-Ca}{Ma^2} \right| \cdot \Delta Ma$$

$$\Delta Hl = \left| \frac{2,1061}{2,1061^2} \right| \cdot 2,8702 + \left| \frac{-0,2228}{2,1061^2} \right| \cdot 2,8701$$

$$\Delta Hl = 0,0069 \frac{g \text{ H2O}}{g \text{ solido seco}}$$

Quedando:

$$Hl = (0,1058 \pm 0,0069) \frac{g \text{ H2O}}{g \text{ solido seco}}$$

5. Delta de masa en cada corrida del proceso.

$$\Delta Mi = Mi - M_{i+1} \quad (\text{A.5}) \quad (\text{Rodríguez, 2006})$$

Donde:

ΔMi : Delta de masa en cada corrida del proceso (g).

Sustituyendo:

$$\Delta Mi = (2,3289 - 2,2819)g$$

$$\Delta Mi = 0,0470 \text{ g}$$

6. Promedio de la humedad durante las corridas del proceso.

$$Hp = \frac{(Hi + Hi+1)}{2} \quad (\text{A.6}) \quad (\text{Rodríguez, 2006})$$

Donde:

Hp : Humedad promedio de cada corrida.

Sustituyendo:

$$Hp = \frac{(0,1058 + 0,00839)}{2}$$

$$Hp = 0,0946 \frac{g \text{ H2O}}{g \text{ solido seco}}$$

7. Construcción de la grafica de secado.

Para este objetivo solamente es necesario, realizar una grafica *Humedad promedio libre vs Tiempo*.

8. Determinación de materias extrañas.

Este calculo es para el hibrido Amarillo Impacto.

$$P = \frac{M_1 - M}{M_0} \times 100 \quad (\text{A.8}) \quad (\text{COVENIN 1562-90})$$

Donde:

M1: Masa total del papel de filtro con materias extrañas (g)

M: Masa inicial del papel de filtro (g)

M₀: Masa de la muestra (g)

P: Contenido de materia extraña en la muestra, en porcentaje.

Sustituyendo:

$$P = \frac{(1,5898 - 0,9987)g}{30,4508g} \times 100$$
$$P = 1,94 \%$$

Su error viene expresado como:

$$\Delta P = \left| \frac{\partial P}{\partial M_1} \right| \cdot \Delta M_1 + \left| \frac{\partial P}{\partial M} \right| \cdot \Delta M + \left| \frac{\partial P}{\partial M_0} \right| \cdot \Delta M_0$$

Donde:

ΔP: Error asociado al contenido de materia extraña (%)

ΔM_i: Error asociado a las mediciones de masa (g).

$$\Delta P = 0,00645 \times 0,0001 + |-0,00645| \times 0,0001 + 0$$
$$\Delta P = 0,000129 \%$$

Quedando:

$$P = (1,94 \pm 0,0001) \%$$

De igual forma se hizo para el otro híbrido.

9. Determinación de humedad.

Este cálculo se realizó para el híbrido Amarillo Impacto.

$$H = \frac{V}{M} \times 100 \quad (\text{A.9}) \quad (\text{COVENIN 1562-90})$$

Donde:

H: Humedad del compuesto, en porcentaje.

V: Volumen de agua leído en el recipiente receptor (ml)

M: Masa inicial de la muestra (g)

Sustituyendo:

$$H = \frac{0,48 \text{ ml}}{35,4 \text{ g}} \times 100$$

$$H = 1,35 \%$$

Su error viene expresado como:

$$\Delta H = \left| \frac{\partial H}{\partial V} \right| \cdot \Delta V + \left| \frac{\partial H}{\partial M} \right| \cdot \Delta M$$

Donde:

ΔHl : Error asociado a la humedad libre.

$$\Delta Hl = \left| \frac{V}{V^2} \right| \cdot \Delta V + \left| \frac{-M}{V^2} \right| \cdot \Delta M$$

$$\Delta Hl = \left| \frac{0,48}{0,48^2} \right| \cdot 0,01 + \left| \frac{-35,4}{0,48^2} \right| \cdot 0,1$$

$$\Delta Hl = 0,3853$$

Quedando:

$$H = (1,35 \pm 15,38) \%$$

De igual manera se realizó para el otro híbrido.

10. Determinación de cenizas totales.

Este calculo se realizo para el hibrido Amarillo Impacto.

$$C = \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)} \times \frac{100}{(100 - H)} \times 100 \quad (\text{A. 10}) \quad (\text{COVENIN 1562-90})$$

Donde:

M_2 : Masa del crisol con cenizas (g)

M_1 : Masa del crisol con la muestra (g)

M_0 : Masa del crisol (g)

C : Cenizas totales, en porcentaje

Sustituyendo:

$$C = \frac{(47,841 - 46,789)}{(48,847 - 46,789)} \times \frac{100}{(100 - 1,35)} \times 100$$

$$C = 0,51 \%$$

El error viene expresado como:

$$\Delta C = \left| \frac{\partial C}{\partial M_2} \right| \cdot \Delta M_2 + \left| \frac{\partial C}{\partial M_0} \right| \cdot \Delta M_0 + \left| \frac{\partial C}{\partial M_1} \right| \cdot \Delta M_1 + \left| \frac{\partial C}{\partial H} \right| \cdot \Delta H$$

Donde:

ΔC : Error asociado a las cenizas totales de la muestra

$$\begin{aligned} \Delta C &= \left| \frac{100 \times ((H - 100) \times M_0 - (155 \times H - 15500))}{((H - 100) \times M_0 - (155 \times H - 15500))^2} \right| \cdot \Delta M_2 \\ &+ \left| \frac{((H - 100) \times M_0 - (155 \times H - 15500)) \times -100 - (100 \times M_2 - 100 \times M_0) \times (H - 100)}{((H - 100) \times M_0 - (155 \times H - 15500))^2} \right| \cdot \Delta M_0 \\ &+ |0| \cdot \Delta M_1 + \left| \frac{-((100 \times M_2 - 100 \times M_0) \times (M_0 - 155))}{((H - 100) \times M_0 - (155 \times H - 15500))^2} \right| \cdot \Delta H \end{aligned}$$

ΔC

$$\begin{aligned} &= \left| \frac{100x((1,35 - 100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))}{((1,35 - 100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))^2} \right| \cdot 0,001 \\ &+ \left| \frac{((1,35 - 100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))x - 100 - (100x47,841 - 100x46,789)x(1,35 - 100)}{((1,35 - 100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))^2} \right| \cdot 0,001 \\ &+ \left| \frac{-((100x47,841 - 100x46,789)x(46,789 - 155))}{((1,35 - 100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))^2} \right| \cdot 0,3853 \\ &\Delta C = 0,00153 \end{aligned}$$

Quedando:

$$C = (0,510 \pm 0,002)\%$$

De igual forma se realizó para el otro híbrido.

11. Determinación de cenizas insolubles en ácido

Este cálculo se realizó para el híbrido Amarillo Impacto.

$$C = \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)} \times \frac{100}{(100 - H)} \times 100 \quad (A. 11) \quad (\text{COVENIN 1562-90})$$

Donde:

M_2 : Masa del crisol con cenizas insolubles (g)

M_1 : Masa del crisol con cenizas (g)

M_0 : Masa del crisol (g)

C: Cenizas insolubles en ácido, en porcentaje

Sustituyendo:

$$C = \frac{(47,298 - 46,789)}{(47,841 - 46,789)} \times \frac{100}{(100 - 1,35)} \times 100$$

$$C = 0,49 \%$$

El error viene expresado como:

$$\Delta C = \left| \frac{\partial C}{\partial M_2} \right| \cdot \Delta M_2 + \left| \frac{\partial C}{\partial M_0} \right| \cdot \Delta M_0 + \left| \frac{\partial C}{\partial M_1} \right| \cdot \Delta M_1 + \left| \frac{\partial C}{\partial H} \right| \cdot \Delta H$$

Donde:

ΔC : Error asociado a las cenizas insolubles en ácido de la muestra.

$$\begin{aligned} \Delta C &= \left| \frac{100x((H-100)xM_o - (155xH - 15500))}{((H-100)xM_o - (155xH - 15500))^2} \right| \cdot \Delta M_2 \\ &+ \left| \frac{((H-100)xM_o - (155xH - 15500))x - 100 - (100xM_2 - 100xM_0)x(H-100)}{((H-100)xM_o - (155xH - 15500))^2} \right| \cdot \Delta M_0 \\ &+ |0| \cdot \Delta M_1 + \left| \frac{-((100xM_2 - 100xM_0)x(M_0 - 155))}{((H-100)xM_o - (155xH - 15500))^2} \right| \cdot \Delta H \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta C &= \left| \frac{100x((1,35-100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))}{((1,35-100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))^2} \right| \cdot 0,001 \\ &+ \left| \frac{((1,35-100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))x - 100 - (100x47,298 - 100x46,789)x(1,35-100)}{((1,35-100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))^2} \right| \cdot 0,001 \\ &+ \left| \frac{-((100x47,298 - 100x46,789)x(46,789 - 155))}{((1,35-100)x46,789 - (155x1,35 - 15500))^2} \right| \cdot 0,3853 \\ \Delta C &= 0,00162 \end{aligned}$$

Quedando:

$$C = (0,490 \pm 0,002)\%$$

De igual forma se realizó para el otro híbrido.

12. Determinación de extractos.

Este cálculo se realizó al híbrido Amarillo Impacto y extracto acuoso.

$$E = \frac{(M_1 \times 2 \times 100)}{M_o} \times \frac{100}{(100-H)} \quad (A.12) \quad (\text{COVENIN 1562-90})$$

Donde:

E: Contenido de extracto en la muestra, en porcentaje.

M_o: Masa de la muestra (g)

M₁: Masa del residuo obtenido (g)

2: Factor de dilución.

Sustituyendo:

$$E = \frac{(0,714 \times 2 \times 100)}{2,015} \times \frac{100}{(100 - 1,35)}$$

$$E = 71.85 \%$$

El error viene expresado como:

$$\Delta E = \left| \frac{\partial E}{\partial M1} \right| \cdot \Delta M1 + \left| \frac{\partial E}{\partial M0} \right| \cdot \Delta M0 + \left| \frac{\partial E}{\partial H} \right| \cdot \Delta H$$

Donde:

ΔE : Error asociado al extracto de la muestra.

$$\Delta E = \left| \frac{Mox(-363,63)}{M0^2} \right| \cdot \Delta M1 + \left| \frac{363,63 \times M1}{M0^2} \right| \cdot \Delta M0 + |0| \cdot \Delta H$$

$$\Delta E = \left| \frac{2,015 \times (-363,63)}{2,015^2} \right| \cdot 0,001 + \left| \frac{363,63 \times 0,714}{2,015^2} \right| \cdot 0,001$$

$$\Delta E = 0,2443$$

Quedando:

$$E = (71,850 \pm 0,244)\%$$

De igual manera se realizó para el extracto alcohólico y etéreo; y para el otro híbrido.

APÉNDICE B

MÉTODO OPERATIVO SECADOR DE BANDEJAS

Etapa de arranque.

1. Verificar que el equipo se encuentre en buen estado y todos sus componentes eléctricos apagados.
2. Pesar aproximadamente dos kilogramos (2 kg) de hojas de mazorca e introducirlos en un beaker.
3. Agregar agua a las hojas dentro del beaker hasta que las hojas estén homogéneamente húmeda.
4. Lavar, secar e identificar un vidrio reloj, y registrar su peso.
5. Colocar una pequeña porción de las hojas húmedas en el vidrio reloj y registrar su peso.
6. Abrir la estufa e introducir el vidrio reloj con las hojas húmedas.
7. Limpiar las bandejas del secador e introducir las en el equipo.
8. Cerrar la compuerta del secador, encender y tarar la balanza con las bandejas dentro del equipo.
9. Abrir la compuerta del secador y sacar las bandejas.
10. Distribuir la arena húmeda de manera uniforme sobre la superficie de las bandejas y equitativamente entre ellas.
11. Insertar las bandejas en el equipo nuevamente, cerrar la compuerta y registrar el peso obtenido.
12. Suministrar energía al sistema colocando en la posición “on” el interruptor principal ubicado en el panel de control.
13. Manipulando el regulador de frecuencia ajustar las revoluciones del extractor de tal manera que, con el hidrodinómetro, la velocidad del aire sobre la bandeja sea 2,1 m/s.
14. Encender el termostato y colocar la temperatura en 50°C, “set point”.
15. Activar el cronometro.

Etapa de operación.

16. Cuando la temperatura se encuentre en la de operación, registrar al mismo instante, el tiempo y peso reportados en la balanza.
17. Verificar que la velocidad del aire sobre la bandeja sea la de operación.

18. Repetir el paso 16 y 17 cada 5 minutos hasta obtener valores constantes de la masa reportada por la balanza.
19. Repetir los pasos del 1 al 18, variando el set point del termostato a 60 °C.
20. Repetir los pasos del 1 al 18, variando el set point del termostato a 60 °C y la velocidad del aire sobre la bandeja a 2,7 m/s.

Etapa de parada.

21. Colocar el termostato en la mínima temperatura que registre.
22. Manipular el regulador de frecuencia de modo que el extractor de aire no siga girando.
23. Quitar la energía del sistema colocando el interruptor principal en la posición “off”.
24. Retirar el vidrio reloj de la estufa y dejar enfriar a temperatura ambiente, dentro de un desecador.
25. Registrar el peso del vidrio reloj con la arena seca.
26. Retirar las bandejas del equipo recolectando y guardando el material seco.
27. Medir la humedad relativa del aire con el hidroanemómetro.
28. Medir la temperatura y presión ambiente.

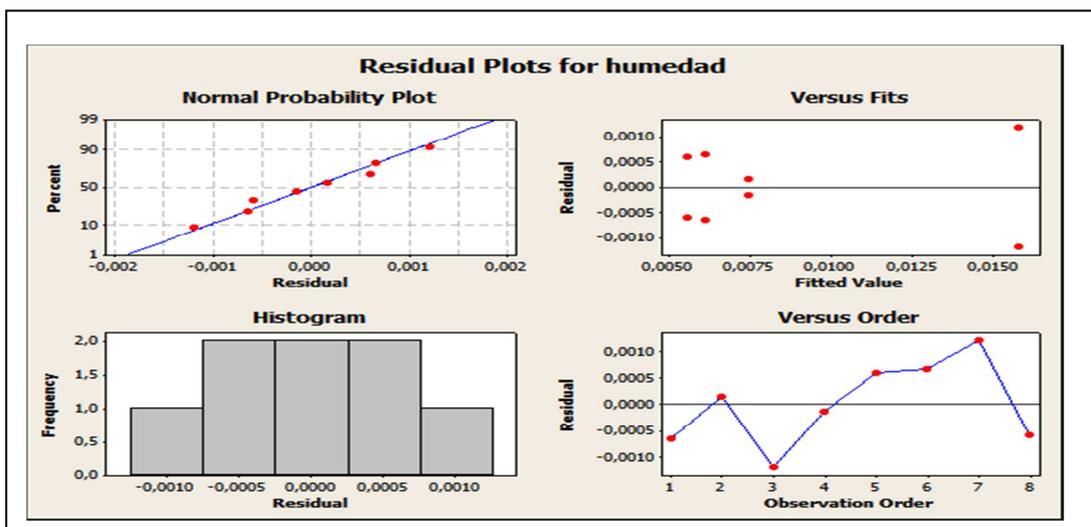


Figura B.1. Verificación de los supuestos.

APÉNDICE C
TABLAS DE DATOS

Tabla C.1 Datos necesarios para la determinación de materia extraña.

Muestra	Peso muestra ($pm \pm 0,1$) g	Peso papel de filtro ($pp \pm 0,1$) g	Peso papel de filtro final ($ppf \pm 0,1$) g
Amarillo Impacto	30,5	0,9	1,6
DK- 357	30,5	1,0	1,5
Amarillo Impacto Final	30,4	1,0	1,6
DK-357 Final	30,6	1,1	1,5

Tabla C.2 Datos necesarios para la obtención de cenizas totales.

Muestra	Masa crisol ($mc \pm 0,0001$)g	Masa muestra ($mm \pm 0,0001$)g	Masa crisol con muestra ($mcm \pm 0,0001$)g	Masa crisol con cenizas ($mcc \pm 0,0001$)g	Humedad (%)
Amarillo Impacto	46,7898	2,0572	48,847	47,841	1,35
DK-357	45,6775	2,2807	47,9582	47,214	1,91
Amarillo Impacto Final	45,6885	2,1421	47,8306	47,1452	0,08
DK-357 Final	46,1445	2,1225	48,267	47,4225	1,0

Tabla C.3 Datos necesarios para determinar humedad.

Muestra	Masa de muestra ($m \pm 0,1$)g	Volumen de solvente ($V_s \pm 0,01$)ml	Volumen recolectado ($V_r \pm 0,01$)ml
Amarillo Impacto	35,4	80,00	0,48
DK-357	39,2	80,00	0,75
Amarillo Impacto Final	36,4	80,00	0,25
DK-357 Final	35,2	80,00	0,35

Tabla C.4 Datos necesarios para la obtención de cenizas insolubles en ácido.

Muestra	Masa crisol ($m_c \pm 0,0001$)g	Masa crisol con cenizas ($m_{cc} \pm 0,0001$)g	Masa crisol con cenizas insolubles. ($m_{ci} \pm 0,0001$)g	Humedad (%)
Amarillo Impacto	46,7898	47,841	47,298	1,35
DK-357	45,6775	47,214	46,642	1,91
Amarillo Impacto Final	45,6885	47,8306	47,2141	0,8
DK-357 Final	46,1445	48,267	47,7452	1,0

Tabla C.5 Datos para determinar extracto acuoso

Muestra	Masa muestra ($mc \pm 0,0001$)g	Masa del residuo ($mc \pm 0,0001$)g	Humedad (%)
Amarillo Impacto	2,0145	0,7140	1,35
DK-357	2,4125	0,6520	1,91
Amarillo Impacto Final	2,3251	0,2141	0,08
DK-357 Final	2,1421	0,3415	1,0

Tabla C.6 Datos para determinar extracto etéreo.

Muestra	Masa muestra ($mc \pm 0,0001$)g	Masa del residuo ($mc \pm 0,0001$)g	Humedad (%)
Amarillo Impacto	2,3120	0,2580	1,35
DK-357	2,2100	0,2410	1,91
Amarillo Impacto Final	2,41210	0,1210	0,08
DK-357 Final	2,74140	0,1140	1,0

Tabla C.7 Datos para determinar extracto alcohólico.

Muestra	Masa muestra ($mc \pm 0,0001$)g	Masa del residuo ($mc \pm 0,0001$)g	Humedad (%)
Amarillo Impacto	2,2140	0,0540	1,35
DK-357	2,8140	0,1450	1,91
Amarillo Impacto Final	2,4141	0,0412	0,08
DK-357 Final	2,5141	0,0325	1,0

Tabla C.8 Datos necesarios para obtener la variación de la humedad del sólido respecto al tiempo para valores de temperatura y velocidad de aire dadas

Tiempo (min)	Temperatura de entrada (Te±0,5)°C	Temperatura de salida (Ts±0,5)°C	Peso del material a secar (pm±0,0001)g
0	50,5	35,1	2,3289
5	50,5	32,6	2,2819
10:30	51,7	33,5	2,2475
15	52,3	36,6	2,1715
20	52,6	36	2,1506
25	51,3	34,9	2,1424
30	52,3	35,8	2,142
35	54,7	35,3	2,138
40	53,5	36,3	2,137
45	51,9	37,5	2,137
50	51,3	36,3	2,137

Temperatura ambiente: 27°C

Presión atmosférica: 727,13 mmHg

Temperatura de operación: 50°C

Velocidad sobre la bandeja de operación: 1,8 m/s

Humedad relativa del aire: 25,6 %

Hibrido: Amarillo Impacto

Tabla C.9 Datos necesarios para obtener la variación de la humedad del sólido respecto al tiempo para valores de temperatura y velocidad de aire dadas

Tiempo (min)	Temperatura de entrada ($T_e \pm 0,5$)°C	Temperatura de salida ($T_s \pm 0,5$)°C	Peso del material a secar ($p_m \pm 0,0001$)g
0	60	34,8	2,1780
5	61,2	34,9	2,1061
10	61,8	36,3	2,0884
15	61,6	38,2	2,0870
20	62	37,3	2,0867
25	61,5	35,9	2,0866
30	60,7	38,5	2,0865
35	60	37,9	2,0865
40	60,1	36,4	2,0865
45	60	37,1	2,0865

Temperatura ambiente: 27°C

Presión atmosférica: 727,13 mmHg

Temperatura de operación: 60°C

Velocidad sobre la bandeja de operación: 1,8 m/s

Humedad relativa del aire: 25,6 %

Hibrido: Amarillo Impacto

Tabla C.10 Datos necesarios para obtener la variación de la humedad del sólido respecto al tiempo para valores de temperatura y velocidad de aire dadas

Tiempo (min)	Temperatura de entrada (Te±0,5)°C	Temperatura de salida (Ts±0,5)°C	Peso del material a secar (pm±0,0001)g
0	52,9	29,5	2,1821
5	49,6	32,8	2,1407
10	51,6	33	2,1204
15	51,2	36,6	2,1133
20	53	31,1	2,1072
25	52,2	33,6	2,097
30	53,2	33,2	2,096
35	52,7	33,6	2,0957
40	51,5	32,4	2,0957
45	50,5	32,1	2,0957

Temperatura ambiente: 27°C

Presión atmosférica: 727,13 mmHg

Temperatura de operación: 50°C

Velocidad sobre la bandeja de operación: 1,6 m/s

Humedad relativa del aire: 25,6 %

Hibrido: DK-357

Tabla C.11 Datos necesarios para obtener la variación de la humedad del sólido respecto al tiempo para valores de temperatura y velocidad de aire dadas

Tiempo (min)	Temperatura de entrada (Te±0,5)°C	Temperatura de salida (Ts±0,5)°C	Peso del material a secar (pm±0,0001)g
0	60,1	32,6	2,2339
5	55,3	33,2	2,1629
10	61,2	32,8	2,131
15	58,2	36,6	2,116
20	61,3	33,8	2,104
25	54,6	34,3	2,103
30	61,2	36,4	2,103
35	63,5	33,6	2,103

Temperatura ambiente: 27°C

Presión atmosférica: 727,13 mmHg

Temperatura de operación: 60°C

Velocidad sobre la bandeja de operación: 1,6 m/s

Humedad relativa del aire: 25,6 %

Hibrido: DK-357

APENDICE D
NORMAS COVENIN