

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Unan - León



Facultad de Ciencias Químicas

Escuela de Ingeniería de Alimentos.

Tesis Monográfica para optar al Título como Ingeniera en Alimentos.

Tema: Aprovechamiento tecnológico de Jengibre Jamaiquino Amarillo (*Zingiber officinale Roscoe*) proveniente del municipio de Siuna Región Autónoma Atlántico Norte, RAAN, a través de su deshidratación en el secador solar de la planta piloto Mauricio Díaz Müller.

Autor:

❖ Br. Eloísa Yessenia Ramírez Colleman.

Tutor (as):

- Lic. Lorena Espinoza.
- Dra. Lesbia Hernández.

Asesor:

➤ Ing. Sergio Lugo.

León, Octubre, 2013.



Dedicatoria

A Dios por darme el entendimiento, paciencia y la fuerza necesaria para cumplir mis objetivos propuestos durante la realización de éste estudio y por brindarme nuevas oportunidades en esta etapa de mi vida profesional.

A mis abuelos en especial a mi abuela **Soledad Rodas** por brindarme su apoyo, esfuerzo y dedicación en este largo camino de preparación de mi vida profesional, por enseñarme a tener paciencia y motivarme a seguir adelante sin importar los obstáculos que se me presentan en el camino y por ser los mejores padres que Dios me pudo haber regalado.

A mi madre que con esfuerzos me ayudó a seguir adelante con mis estudios para poder ser un profesional, a mis hermanas y a mi esposo que con su paciencia y apoyo me motivaron a no rendirme y luchar por mis metas.

A mis maestros que con su paciencia, tiempo, conocimientos y dedicación fueron partícipes de la culminación de mis estudios profesionales.

A mis amigos y demás personas que indirectamente me brindaron su apoyo en la elaboración de este estudio.



Agradecimiento

Agradezco principalmente a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir y llenarme de sabidurías y bendiciones para poder alcanzar una de las metas más importantes de mi vida como es culminar mi carrera profesional.

A mis abuelos, a mi madre por todo el esfuerzo brindado durante el transcurso de mi vida y de mi formación como profesional, por inculcarme valores para seguir triunfando, por tenerme paciencia y guiarme para salir adelante.

A mis tutores: Dra. Lesbia Hernández y Lic. Lorena Espinoza por tenerme paciencia y brindarme su ayuda, conocimientos y por motivarme en cada momento para culminar ésta etapa de mi vida, a mi asesor Ing. Sergio Lugo que con sus sabios conocimientos y su paciencia me motivo a salir adelante y no rendirme en momentos difíciles.

A todas aquellas personas que me apoyaron y me motivaron a salir adelante y a crecer como profesional.



Índice

| | | |
|--------|---|-------|
| I. | Introducción | 1 |
| II. | Objetivos | 2 |
| III. | Marco Teórico | 3 |
| 1. | Generalidades del cultivo | 3 |
| 1.1 | Características botánicas | 3 |
| 1.2 | Especies similares | 3 |
| 1.3 | Variedades Comerciales en América | 4 |
| 2. | Cultivo de Jengibre en Nicaragua | 4 |
| 2.1 | Variedades de Cultivo | 4 |
| 2.2 | Período de Cultivo del Jengibre | 5 |
| 3. | Material de Propagación | 6 |
| 4. | Semilla | 6 |
| 4.1 | Preparación del suelo | 6-7 |
| 4.2 | Cultivo y Suelo | 7 |
| 5. | Siembra | 8 |
| 5.1 | Manejo Agronómico | 8 |
| 5.2 | Fertilización | 8 |
| 5.3 | Sombra | 8 |
| 5.4 | Cosecha del Jengibre | 9 |
| 6. | Enfermedades y prevención | 9-10 |
| 6.1 | Principales enfermedades del Jengibre | 10 |
| 6.1.1 | Pudrición blanda o marchitez bacterial | 10 |
| 6.1.2 | Control | 11 |
| 6.1.3 | Pudrición seca | 11 |
| 6.1.4 | Control | 11 |
| 6.1.5 | Pudrición blanda ocasionada por <i>Erwinia Carotovora pv. Atróptica</i> | 11 |
| 6.1.6 | Control | 12 |
| 6.1.7 | Ojo de Pollo | 12 |
| 6.1.8 | Control | 12 |
| 6.1.9 | Agallas en el rizoma | 12-13 |
| 6.1.10 | Control | 12 |
| 7. | Usos del Jengibre en la cocina | 13 |
| 8. | Propiedades Terapéuticas | 13-14 |
| 8.1 | Toxicología, efectos adversos, indeseables y contraindicaciones | 14 |



| | |
|---|--------|
| 9. Otras propiedades del Jengibre | 14 -15 |
| 10. Composición química | 15 |
| 10.1 Principio activo del Jengibre | 16 |
| 10.2 Composición nutricional | 16 |
| 11. Presentación del Jengibre | 17 |
| 12. Generalidades de la infusión a base de Jengibre deshidratado ... | 17 |
| 12.1 Composición nutricional del jengibre en polvo por cada 100 gr | 18 |
| 13. Sistema de Gestión de calidad | 18-19 |
| 13.1 HACCP | 19 |
| 13.2 Principios HACCP | 20-21 |
| 13.3 Puntos críticos de control en el proceso de transformación de los alimentos | 21 |
| 13.4 Árbol de decisiones | 22 |
| 14. Deshidratación | 23 |
| 14.1 Cambios posteriores al proceso de deshidratación | 23-24 |
| 14.2 Deshidratación del Jengibre | 24-25 |
| 15. Secado | 25 |
| 15.1 Secado solar de alimentos | 25-26 |
| 15.2 Cinética de Secado | 26-27 |
| 15.3 Curvas de secado | 27 |
| 15.4 Período de caída del secado | 28 |
| 15.5 Generalidades de las curvas de secado | 28 |
| 15.6 Isotermas de absorción | 28 |
| 16. Energías renovables | 29 |
| 16.1 Energía solar térmica | 29 |
| 16.2 Energía solar | 30 |
| 16.3 Energía Eólica | 30-31 |
| 17. Tipos de secadores | 31 |
| 17.1 Tipo carpa | 31 |
| 17.2 Tipo armario | 31 |
| 17.3 Tipo Túnel | 32 |
| 18. Ventajas y desventajas de los secadores solares | 32-33 |
| 19. Relación entre los parámetros de secado y las características del alimento | 33 |
| 20. Secado del Jengibre | 34-35 |
| 21. Almacenamiento de los alimentos deshidratados | 35-36 |
| 22. Evaluación Sensorial | 36 |
| 22.1 Atributos sensoriales | 36 |



| | |
|---|----------|
| 22.1.1 Gustos y sabor | 36-37 |
| 22.1.2 Aroma y olor | 37 |
| 23. Prueba de evaluación sensorial para alimentos | 37 |
| 23.1 Pruebas de diferencia | 38 |
| 23.1.1 Muestras Simples | 38 |
| 23.1.2 Comparación de pares | 38 |
| 23.1.3 Prueba Dúo – Trio | 38 |
| 23.2 Pruebas de Triángulo | 38-39 |
| 23.3 Prueba de rango | 39 |
| 23.4 Prueba de punto de calificación | 39 |
| 23.5 Pruebas Descriptivas | 39 |
| 24. Escala de Categorías | 40 |
| 24.1 Principio de la prueba de la escala de categorías | 40 |
| 25. Análisis descriptivo | 40 |
| 25.1 Pruebas de perfil | 40 |
| 25.2 Pruebas de satisfacción | 40 |
| 25.2.1 Escala hedónica verbal | 40 |
| 25.2.2 Escala hedónica facial | 40 |
| IV. Metodología | 41-44 |
| V. Resultados | 45-56 |
| VI. Conclusiones | 57 |
| VII. Recomendaciones | 58 |
| VIII. Referencias Bibliográficas | 59-61 |
| IX. Anexos | 62 |
| Anexo n°1. Operacionalización de las variables del proceso de deshidratación del Jengibre Jamaiquino Amarillo | 63 – 64 |
| Anexo n°2. Tablas de determinación del porcentaje de humedad tanto de la materia prima como del producto deshidratado | 65-66-67 |
| Anexo n°3. Curvas de secado del proceso de deshidratación del Jengibre Jamaiquino Amarillo | 69-70-71 |
| Anexo n°4. Encuesta dirigida a un panel de catadores no entrenados para la caracterización del Jengibre y para la valoración de la infusión a base de Jengibre deshidratado | 72-73-74 |
| Anexo n°5. Imágenes del proceso de deshidratación del Jengibre..... | 75 |
| Anexo n°6. Imágenes de análisis de humedad realizados en el proceso de deshidratación del Jengibre | 76 |
| Anexo n°7. Imágenes de las encuestas realizadas al panel de catadores no entrenados | 77 |



I. Introducción.

Nicaragua es un país de actividad meramente agrícola, que ha venido basando su plan de producción en los cultivos de mayor demanda en los mercados. El jengibre se considera un cultivo que genera empleo e ingresos económicos a familias productoras del trópico húmedo que se dedican a su explotación. Hasta la fecha se ha manejado de forma artesanal en áreas pequeñas que se han venido incrementando paulatinamente por su perspectiva de rentabilidad hasta alcanzar en el ciclo agrícola 96-97 un área cultivada de 3,000 mz. (INTA, 2008).

El Jengibre es una planta originaria de las zonas tropicales del sureste asiático. En Nicaragua es cultivado en zonas húmedas, condiciones que prevalecen en la Costa Atlántica, donde se encuentra el Trópico Húmedo de Nicaragua. Dentro de los principales territorios de cultivos tenemos: El Rama, Nueva Guinea, Muelle de los Bueyes, Presilla, El Ayote y áreas similares (Jinotega, Matagalpa, RAAN, RAAS y Río San Juan). Este tubérculo se clasifica como un rubro no tradicional para la exportación.

El consumo de jengibre a nivel nacional es como condimento y saborizantes en la preparación de alimentos y en la industria de bebidas gaseosas. También, el jengibre se utiliza en fórmulas para la elaboración de productos de conservas, salmueras, condimentos para la preparación de carnes, encurtidos y polvo curry. En Nicaragua se preparan también algunos refrescos a base del mismo, además se utiliza con fines de aprovechar las diferentes acciones farmacológicas como antieméticas, tonificantes, antiespasmódicas, etc. (INTA, 2008).

Se puede encontrar información acerca de la producción de jengibre y los subproductos que se elaboran de dicho tubérculo en tesis y monografías de experimentos realizados en la Universidad de San Carlos, Guatemala que describen productos derivados del jengibre. (Vergara Cantillano E. 2010).

Existen 55 especies de jengibre y algunas se cultivan como plantas ornamentales, pero en nuestro país sólo se cultivan tres tipos: "HAWAII" conocido como Gran Caimán que se exporta a Estados Unidos y Europa, "JAMAIQUINO AZUL" y "JAMAIQUINO AMARILLO" que no poseen las características requeridas para la exportación. Este último es el que se cultiva en mayor escala en Nicaragua con rendimientos de campo por manzana de 200 a 350 qq/mz. (INTA, 2008).

Es por ello que la presente investigación tiene como propósito el aprovechamiento tecnológico de una especie de menor demanda en el mercado internacional como lo es el Jengibre Jamaiquino Amarillo (*Zingiber officinale Roscoe*) proveniente del municipio de Siuna, Región Autónoma Atlántico Norte, RAAN, y será utilizado para el proceso de deshidratación en el secador solar ubicado en la planta piloto Mauricio Díaz Müller.



II. Objetivo General.

Aprovechar tecnológicamente el Jengibre Jamaiquino Amarillo (*Zingiber officinale Roscoe*) proveniente del municipio de Siuna Región Autónoma Atlántico Norte, RAAN, a través de su deshidratación en el secador solar de la planta piloto Mauricio Díaz Müller.

Objetivos Específicos.

1. Establecer las operaciones unitarias para el aprovechamiento tecnológico del Jengibre deshidratado por medio del secado solar y elaborar a partir de las mismas el diagrama de proceso para el deshidratado del jengibre.
2. Identificar los puntos críticos de control para el aprovechamiento del Jengibre deshidratado.
3. Identificar la cinética de secado del Jengibre Jamaiquino Amarillo deshidratado en un secador solar mediante la determinación de humedad.
4. Elaborar ficha técnica y carta tecnológica de la elaboración de jengibre deshidratado.
5. Caracterizar el Jengibre deshidratado (polvo) y la infusión de Jengibre a través de parámetros organolépticos.
6. Valorar la aceptación de la Infusión a base de Jengibre deshidratado a través de pruebas de degustación.



1. Generalidades del cultivo de Jengibre.

China y la India son los principales productores de jengibre, seguidos por el norte de Australia, Hawái e Indias Occidentales aunque el jengibre cultivado en Jamaica se considera el de mejor calidad. El jengibre fue la primera especia que se introdujo en Europa. (InfoJardín, s. f.).

1.1 Características botánicas del jengibre.

El jengibre es una planta perenne, pertenece a la familia de las *Zingiberáceas* de hasta 1,8m de altura que comprende unas 40 especies y es originaria de Asia. La planta nace de un rizoma subterráneo, se forman pseudotallos con una altura de 50 a 100 cm, su coloración es verde pálida. La raíz tiene un picante que se debe a resinas y a aceites aromáticos. En el contenido de estos rizomas destaca hierro, fosforo y ácido ascórbico.

Se caracteriza por ser una planta de origen tropical y se adapta a temperaturas de 25-30°C con precipitaciones anuales que alcancen un mínimo de 2000 y hasta los 4000 mm. (Morales, 2007).

El jengibre se caracteriza por tener:

Tubérculo: En forma de mano, a los cuales se les da el nombre de rizomas. Los rizomas son parte esencial de la planta, de un olor fuerte aromático; sabor agrio, picante. Los rizomas son de color cenizo por fuera y blanco amarillento por dentro. Los rizomas son también tallos subterráneos gruesos divididos en ramificaciones en forma de dedos con diámetros de 1.5 a 2.5 cm y tienen una forma achatada.

Hojas: Son alargadas como las de maíz cuando apenas brotan de la tierra y envuelven con su vaina el tallo. Las flores son vistosas, están dispuestas en espigas cónicas y soportadas por escamas empizarradas. Planta herbácea, perenne, rizomatosa, hasta de 1 m de altura. (Carrillo Yehlin, s. f.).

1.2 Especies similares

Jengibre blanco *Haedygium gardnerianum*. Jengibre de Siam *Alpinia galanga*, *Alpinia officinarum*. Los brotes de la especie *Zingiber mioga* (*Roscoe*) usados en la cocina japonesa. Otra de las especies de las *Zingiberáceas*, *Alpinia galanga*, se usa de forma similar al jengibre en la cocina tailandesa. Una especie oriunda del este de los Estados Unidos, *Asarum canadense*, de las familias de las *Aristolochiaceae*, conocida como Jengibre silvestre, aunque no está emparentado con el verdadero Jengibre, tiene propiedades aromáticas similares, sin embargo, no debe utilizarse como sustituto del Jengibre verdadero porque contiene ácido aristolóchico, un agente cancerígeno. Esta planta es un diurético y estimulante urinario. (Vergara Cantillano E, 2010).



1.3 Variedades comerciales en América

Variedad Hawaiano de gran aceptación en los mercados internacionales. Variedad Jamaiquino (utilizado en las siembras de Las Changas-Necoclí), es el de mejor calidad y producción en la zona de Urabá (vereda Las Trecientas-Carepa). Cualquier variedad que produzca grandes rizomas de color claro y poca fibra.

En la actualidad en los Llanos Orientales de Colombia, Perú, Costa Rica, Panamá, Honduras y en otros países de Centro y Sur América, se adelantan estudios para obtener mejores variedades del Jengibre, libres de virus y nemátodos, con alta producción y calidad para el mercado. (Vergara Cantillano E, 2010).

2. Cultivo de Jengibre en Nicaragua.

2.1 Variedades de cultivo.

Existen 2 clases de jengibres:

- *Zingiber Officinale* o común
- *Zingiber serumber* o silvestre: es más amargo que el común y más oscuro. Se encuentra en la India y el Sureste Asiático.

El jengibre se reproduce por vía asexual lo que explica el reducido número de variedades o más exactamente, clones que existen. Las variedades o clones se diferencian básicamente por su tamaño, forma de las partes vegetativas y rizomas, en el color, contenido de fibra y la finalidad del mercado. (Gerencia de inteligencia de mercados, 2007).

En Nicaragua se cultivan tres tipos de jengibre:

1. **Hawaii:** Conocido como Gran Caimán por su mayor demanda en el mercado internacional. Este clon tiene manos grandes, es de coloración amarillo tenue y con poca fibra. Los rizomas se extienden longitudinalmente teniendo mejor presentación.
2. **Jamaiquino Azul:** De calidad inferior. La mano puede ser de igual o menor tamaño que Hawaii, siendo un poco más fibroso. Los rizomas tienden a crecer de forma compacta y no extendida.
3. **Jamaiquino Amarillo:** Es de baja calidad, manos pequeñas y de color amarillo intenso, con alto contenido de fibras. (INTA, 2008).



2.2 Período de cultivo del Jengibre:

El jengibre es un cultivo de zonas húmedas, condiciones que prevalecen en la Costa Atlántica, donde se encuentra el trópico húmedo de Nicaragua. Produce bien con precipitaciones de 1500 a 4000 mm anuales. (INTA, 2008).

También se puede cultivar en zonas secas, si se tiene un sistema de riego adecuado a las necesidades hídricas del cultivo. Es un cultivo que se da en alturas desde 0 hasta 1500 msnm, aunque las zonas bajas y húmedas son ideales, con temperatura promedio de 25 a 30°C.

No es exigente en cuanto al suelo ya que se puede producir mejor en los arenosos, profundos y drenados, aunque ricos en materia orgánica. Las plantas están listas para la cosecha en unos 9 a 10 meses a partir del momento de plantación.

Los rizomas se recogen cuando la parte aérea se ha secado y antes que se tornen fibrosos y duros. El color es amarillo pálido en la parte exterior y amarillo verdoso en su interior, después se les lava. Posteriormente se les prepara según el destino comercial.

Los rendimientos alcanzan los 100 quintales por hectárea en plantaciones bien conducidas, lo que equivale a un rendimiento de 15 quintales/hectárea de jengibre desecado y listo para su comercialización. Naturalmente los rendimientos varían según variedades, el manejo del cultivo, las condiciones ambientales, etc. (INTA, 2008).

Los rizomas comerciales enteros tienen una longitud aproximada de 10 a 13 cm y son de color pardo cuero. Por lo común se les llama "manos" o "dedos" por su forma. En el comercio el jengibre se clasifica por la calidad del rizoma, que resulta de factores propios y de su preparación. Para conservas se recogen los rizomas jóvenes y para especia los rizomas maduros, cuando se haya secado ya el follaje. La mejor época para la siembra del jengibre es durante la época más lluviosa del año, sin embargo, puede ser plantado en cualquier momento si es que las condiciones climáticas son las indicadas. (Roig, J.T. 1991).

El método de reproducción ideal para el cultivo del jengibre es mediante la siembra de rizomas de esta planta, lo óptimo es dejar un espacio de unos 35 centímetros entre cada trozo de rizoma plantado, si es que se plantan varias hileras de jengibre, se debe dejar al menos unos 110 centímetros entre cada hilera. (Médicos en Línea, s. f.).



3. Material de Propagación.

El jengibre se reproduce por medio de material vegetativo o semilla asexual, su preparación consiste en seccionar los rizomas, con tamaño de 5 a 6 cm de largo, peso de 40 a 50 gr, conteniendo como mínimo dos yemas o puntos de crecimiento por trozo. Este material debe ser cosechado y seleccionado cuidadosamente, la piel debe ser completamente lisa y brillante, libre de magulladuras y pudriciones. El material necesario para establecer una manzana es de aproximadamente 27 a 35 qq de semilla o material. (INTA, 2008).

4. Semilla

El jengibre casi nunca produce semilla, por lo que la propagación es vegetativa. Los rizomas deben estar sanos y tener 3 – 4 brotes. (Gerencia de inteligencia de mercados, 2007).

La siembra se realiza con trozos de rizomas de jengibre con peso aproximadamente de 50 gramos lo que equivale a una tonelada por hectárea para plantaciones realizadas manualmente. (Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991).

4.1 Preparación del suelo.

Los mejores suelos para el cultivo del jengibre son los aluviales, con buen drenaje, al igual que la mayoría de cultivos requiere que tengan buen contenido de materia orgánica. En la preparación es recomendable, arar y hacer dos pasadas con rastra, de ahí la importancia de seleccionar terrenos que faciliten la mecanización. (Morales Adolfo, 2007).

Por la naturaleza del cultivo, que requiere suelos con abundante materia orgánica, esta solo se encuentra en terrenos recién despalados o de matorrales (tacotales) altos; basta con socolarlos. Es recomendable dejarlos en descanso de tres a cuatro años, después de cultivarlos con jengibre. (INTA, 2008).

No es aconsejable utilizar terrenos planos con problemas de encharcamiento, principalmente en la zona del Rama. El exceso de agua ocasiona la pudrición de los rizomas.

La preparación del terreno debe realizarse en función de la vegetación presente, la tecnología que el productor desee aplicar y las características del suelo. En suelos como los del Rama y Nueva Guinea, debe evitarse el uso de maquinaria agrícola, por el peligro que representan las lluvias abundantes, capaces de erosionar la capa arable y empobrecerlos prematuramente.



En el nivel semitecnificado la preparación del terreno se realiza con el uso de tracción animal, siendo ésta la más indicada ya que permite reducir los riesgos de erosión conservando el recurso suelo, garantiza buena remoción de éste y reduce los costos de producción. Para ello se puede utilizar el arado egipcio tirado por bueyes y el arado combinado; con ambos implementos se puede arar y aporcar.

Antes de iniciar las labores se debe definir la pendiente del terreno y en dependencia de este trazar curvas a nivel para implementar obras de conservación de suelos. En la zona húmeda se recomienda el uso de barreras vivas cuya función es la retención contra la escorrentía y guía para arar y sembrar en curvas a nivel. Las barreras vivas se pueden establecer usando plantas perennes o semiperennes que se siembran de forma densa. También, se recomienda utilizar la práctica tradicional de labranza mínima “siembra al espeque” como una actividad conservacionista que protege de la erosión del suelo. (INTA, 2008).

Para asegurar un efectivo tratamiento curativo y preventivo contra plagas y enfermedades se recomienda asperjar la semilla con una solución de insecticida y fungicida como oxamyl y clorotanolil, de acuerdo a la recomendación de la etiqueta.

(Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991).

4.2 Cultivo y Suelo

No es exigente en cuanto al suelo, pero produce mejor en suelos arenosos, profundos, drenados y ricos en materia orgánica. Se cultiva en primavera / verano por rizomas, la propagación vegetativa es la norma general del jengibre ya que escasamente produce semillas. Es apropiado plantar segmentos de rizomas que tengan una profundidad de 6 a 8 cm y una distancia de 1 metro entre filas.

Crece a partir de secciones cortadas de su raíz o bulbo, se debe elegir un sector que tenga brotes. El bulbo cortado se debe sembrar en primavera. En otoño las hojas se secan y esto indica la época de la cosecha. Es entonces cuando deben recogerse los rizomas. El color es amarillo pálido en la parte exterior y amarillo verdoso en la parte interior. (Flor de Plantas. Plantas, flores, paisajismos y decoraciones de jardines. Recuperado en URL <http://www.flordeplanta.com.ar/herramientas-jardineria/jengibre-cultivo-suelo-clima-y-riego/>)



5. Siembra

Las dimensiones de siembra más adecuadas, que permiten realizar con facilidad las labores de mantenimiento y obtener cosechas satisfactorias del cultivo son 33 cm entre plantas y 70 cm entre hileras, para una población aproximada de 30, 300 plantas por manzana.

5.1 Manejo Agronómico.

El cultivo de jengibre es altamente susceptible a la competencia por el sustrato ecológico durante los primeros 120 días después de su germinación. En este período la planta inicia su crecimiento vegetativo, del cual va a depender el grosor y la calidad de sus rizomas. En los trópicos húmedos las malezas presentan un crecimiento agresivo debido a la alta disponibilidad del agua. (INTA, 2008).

Por esta razón, se recomienda efectuar controles de maleza cada treinta días. El control puede ser manual o químico. El control manual generalmente se hace con machete o con azadón. El control químico se realiza de forma pre-emergente o post-emergente. Las aplicaciones post-emergentes deben ser dirigidas, para evitar que las plantas sufran problemas fisiológicos que afectarían su normal crecimiento y desarrollo.

5.2 Fertilización.

El jengibre requiere grandes cantidades de nutrientes para su normal crecimiento y desarrollo. Las aplicaciones de fertilizantes que necesita, dependerá de la condición nutricional del suelo.

Un buen plan de fertilización comprende aplicaciones al suelo en forma de bandas y aplicaciones foliares con micronutrientes. Las aplicaciones de fertilizantes se inician 25 o 30 días después de establecido el cultivo y posteriormente se realizan dos o tres aplicaciones con intervalos de 30 a 35 días. (INTA, 2008).

5.3 Sombra

La sombra es importante para proteger los rizomas y evitar lesiones o deshidratación por la incidencia de los rayos del sol, durante la última fase del desarrollo tecnológico. Generalmente en esta fase, los rizomas emergen hacia la superficie del suelo, lo que coincide con la época seca. Los rayos del sol causan quemaduras en la piel de los rizomas, afectando la calidad para exportación. Durante períodos prolongados de sequía la sombra también ayuda a conservar la humedad del suelo.

Se recomienda establecer la sombra entre los 120 y 150 días, próximo al inicio de la floración ya que en esa fase el cultivo ha alcanzado el máximo crecimiento de su sistema vegetativo e iniciado el engrosamiento de los rizomas y posteriormente la muerte del follaje. (INTA, 2008).



5.4 Cosecha del jengibre.

La cosecha del Jengibre debe realizarse después que las hojas de la planta hayan muerto y con la raíz completamente madura. El cuerpo carnoso interior debe tener un color amarillento pálido. (Jengibre. (s. f.) Recuperado en URL http://www.vicomex.gob.pa/p_jengibre.html)

Se cosecha entre los nueve y diez meses después de la siembra. Se puede almacenar en un lugar ventilado y seco pero lo más recomendable es llevarlo a la empacadora lo más rápido posible, después de la cosecha. (Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991).

6. Enfermedades y Prevención

La producción de jengibre es seriamente afectada por la alta incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas que afecta el cultivo en las diferentes fases fenológicas y su desarrollo. (INTA, 2008).

Los microorganismos transmisores de estas enfermedades se caracterizan por ocasionar pudrición de los rizomas, marchitez vascular y posteriormente la muerte de las plantas. Son altamente persistentes ya que sobreviven en rastrojos de cosechas anteriores, en el suelo una vez que este ha sido contaminado con semilla infestada y su permanencia puede durar muchos años.

Actualmente las variedades o clones que existen en Nicaragua, son altamente susceptibles a la pudrición de rizomas y al marchitamiento, de manera que no existe resistencia genética que permita disminuir la incidencia de estas enfermedades. Esto se debe a la poca diversidad genética del jengibre. Cuando una plantación es infestada por estos microorganismos no existe tratamiento químico que permita controlar efectivamente a estos microorganismos y disminuir las pérdidas que ocasionan.

Para tener éxito en la producción comercial de jengibre hay que cumplir con las siguientes recomendaciones:

1. Utilice semilla sana, libre de lesiones y síntomas de ablandamiento, deshidratación, mal olor y decoloración. La semilla antes de sembrarla debe ser sometida a tratamiento químico por inmersión con Vitavax a razón de 10 g/l de agua durante 10 min.
2. Siembre en suelos que estén libres de este tipo de microorganismos, es decir en suelos donde en años anteriores no se sembró jengibre, ni quequisque.



3. Elimine rastros de la cosecha en suelos donde anteriormente se sembró jengibre. Esto significa dejar el suelo libre de posibles fuentes de contaminación, ya que la presencia de residuos de semilla le permite a los microorganismos continuar su propagación y contaminación del suelo y de campos vecinos o cercanos. Es recomendable dejar en descanso este suelo o sembrar cultivos que no son afectados por dichos microorganismos. Ejemplo: maíz, arroz.
4. Evite sembrar en suelos que se inundan o que tienen drenaje deficiente.
5. Elimine plantas enfermas y aplique ½ libra de cal espolvoreada, en el sitio o golpe de siembra.
6. Los residuos de cosecha, semillas infestadas y plantas enfermas deben quemarse o enterrarse, nunca dejarlos al aire libre ya que se convierten en fuentes potenciales de contaminación.

Todo productor debe definir un lote pequeño para producir su propia semilla, destinarlo solamente para ello y no comercializarlo como producto. Esto deberá realizarse anualmente lo que permitirá ir depurando el material de siembra, tener menos incidencia de enfermedades, menos pérdidas y mejorar la calidad de su jengibre. (INTA, 2008).

6.1 Principales Enfermedades del Jengibre.

6.1.1 Pudrición blanda o Marchitez bacterial.

Es una enfermedad muy destructiva producida por *Pseudomonas solanacearum*. Los síntomas iniciales son el amarillamiento y marchitamiento de las hojas bajas. El marchitamiento progresa de forma ascendente, afectando las hojas jóvenes y es seguido por un amarillamiento completo que luego se torna de color café hasta que mata completamente la planta en 3 o 4 días. (INTA, 2008).

Las plantas jóvenes frecuentemente se ablandan y pudren completamente incluyendo el rizoma subterráneo. La decoloración de los rizomas puede ser localizada en los estados tempranos de la enfermedad. En la parte central del rizoma es común encontrar una porción acuosa, el rizoma se ablanda completamente y se pudre. Otro síntoma extensivo de la enfermedad es que fluye un exudado viscoso sobre la superficie del rizoma.

La bacteria puede ser esparcida de rizomas enfermos a rizomas sanos por el contacto con herramientas, maquinaria agrícola y posiblemente por insectos. También puede ser portador de la bacteria, la semilla infestada.



6.1.2 Control.

1. Evitar el intercultivo y rotación de cultivos con plantas solanáceas y otras plantas que son atacadas por *Pseudomonas solanacearum*.
2. Arar el campo tempranamente.
3. Rotar el terreno con cultivos como arroz o maíz.
4. Usar semilla sana.

6.1.3 Pudrición Seca.

Es causada por *Fusarium oxysporum*. Posiblemente es una de las más serias enfermedades en el cultivo de jengibre. Las plantas infestadas no se marchitan rápidamente. Estas llegan a amarillarse, mostrando un crecimiento raquítrico y enanismo. Las hojas bajas se secan. (INTA, 2008).

Es común encontrar vástagos o brotes amarillos sobre el suelo aparentemente verde y sano. La planta finalmente se seca debido a que el hongo invade completamente el sistema vascular y el rizoma subterráneo.

La porción de agua conducida en el rizoma llega a tener una decoloración crema-café, luego el rizoma presenta una pudrición seca de color negro. La enfermedad puede iniciarse originalmente en las semillas plantadas. Se ha observado que el hongo puede invadir fácilmente, a través de heridas o lesiones, a plantas provenientes de semilla sana o que se hayan establecido en suelos infestados.

El hongo puede ser trasladado en rizomas infestados y puede sobrevivir en rastrojos de cultivos o permanecer en el suelo por muchos años. Bajo condiciones apropiadas produce abundantes esporas sexuales (conidias) infestando rizomas sanos y el suelo. Tejidos de cultivos infestados que quedan en el campo han llegado a ser reservorios del hongo. (INTA, 2008).

6.1.4 Control.

1. Utilizar semilla sana.
2. Mantener el campo libre de rastrojos.
3. Tratar los rizomas por inmersión en fungicida (Vitavax- 300) o una solución de cloro al 10%, por un tiempo de 10 a 15 minutos.

6.1.5 Pudrición blanda ocasionada por *Erwinia carotovora* pv. *Atróptica*.

Se encuentra asociada con un tipo de pudrición blanda de jengibre que se presenta en campos inundados por largo tiempo. El ablandamiento de los tejidos esta acompañado por la producción de un fuerte olor (fétido). Esta enfermedad prevalece más en rizomas que han crecido en la profundidad del suelo y no se encuentra en suelos bien drenados. (INTA, 2008).



6.1.6 Control.

1. Usar semilla libre enfermedad.
2. Evitar daños en el proceso de cultivo y otras operaciones de campo.
3. Controlar insectos y otros animales que producen lesiones a los rizomas.
4. Evitar plantaciones muy cerradas.
5. Proveer buen drenaje en el campo.

6.1.7 Ojo de pollo.

Esta enfermedad, causada por *Phyllosticta zingiberi*, es muy destructiva y afecta todos los estados de desarrollo de la planta. Un síntoma temprano es la presencia de pequeñas manchas circulares o irregulares manchas acuosas sobre las hojas. (INTA, 2008).

Estas pequeñas manchas se agrandan tomando un color amarillo y posteriormente café; el centro de la mancha se torna blanco. En el estado avanzado de la enfermedad las manchas pueden unirse y agrandarse. El centro de las manchas puede entonces ser líneas de puntos muy diminutos y negros.

El hongo puede ser esparcido por fuertes vientos, gotas de lluvia, insectos y el hombre. Puede permanecer bajo condiciones desfavorables en el suelo o restos de plantas que quedan después de cada temporada de cultivo. (INTA, 2008).

6.1.8 Control.

1. Mantenga el campo limpio colectando y destruyendo todos los restos de plantas infestadas después de la cosecha y remueva la mala hierba y plantas silvestres de jengibre.
2. Use semilla sana para nuevas plantaciones.
3. No establezca plantaciones demasiado cerradas, prevenga el rápido desarrollo del hongo.
4. Prevenga la diseminación del hongo evitando ir al campo especialmente cuando las hojas de jengibre están mojadas.
5. Aplicaciones preventivas de Dithane M 45 a razón de 5 a 10 g/l de agua, con intervalos de 15 a 20 días, hasta un máximo de 5 aplicaciones. Esta recomendación es en base a trabajos de generación realizados en el Centro Experimental “El Recreo”.

6.1.9 Agallas en el rizoma.

Es ocasionada por *Meloidogyne sp.* Este parásito afecta la calidad comercial del cultivo severamente pero normalmente no destruye los rizomas. No forma agallas prominentes en la superficie de los rizomas como sucede en otras especies de la planta. (INTA, 2008).



En severas infecciones, en la parte externa de los rizomas aparecen algunas protuberancias. Aparentemente cuando el nemátodo hembra alcanza la madurez, la superficie de los rizomas toma la apariencia del corcho. Cuando la parte corchosa es eliminada del rizoma se observan pequeñas lesiones circulares, acuosas y levemente café; nemátodos hembras son encontrados en esas lesiones. Las lesiones causadas por nemátodos pueden servir como puntos de entrada común a hongos y bacterias.

6.1.10 Control.

1. Mantenga el campo limpio colectando y destruyendo todos los restos de plantas infestadas después de la cosecha y remueva la mala hierba y plantas silvestres de jengibre.
2. Use semilla sana para nuevas plantaciones.
3. No establezca plantaciones demasiado cerradas. (INTA, 2008).

7. Usos del jengibre en la cocina.

Esta planta herbácea, de sabor y olor picante, exótico y muy aromático, ha sido utilizado con fines medicinales y culinarios desde hace miles de años. La hierba, de hasta 1m de altura se cultiva en tierras calientes. La parte del jengibre que es útil para dichos fines es la raíz (rizoma). El jengibre se come y se utiliza pelado y sin corcho. El consumo de esta raíz puede ser en forma desecada, pulverizada, fresca, confitada, en tabletas, en jarabes, etc. En la cocina es una especia muy útil, da una sazón especial a las sopas, ensaladas, purés, guisos, pescados, vegetales al vapor, bebidas, dulces, postres, etc. En la cocina oriental es un elemento muy utilizado. Su uso es bastante extenso y se recomienda ir probando la preparación del alimento para paladear el sabor que queremos conseguir.

En la cocina el jengibre es utilizado como un ingrediente que combina bien para aderezar arroz, verduras y comidas agridulces, así como frutas cítricas; sabiéndola combinar va muy bien en sopas y para aderezar pescados y carnes. El aceite de jengibre puede emplearse para hacer bebidas. Al igual que el ajo, hay que tener precaución a la hora de utilizarlo ya que tiene un sabor penetrante. Se recomienda utilizarlo en pequeñas dosis e ir agregando según se paladeé el alimento. (Garcés L. 2003).

8. Propiedades Terapéuticas del Jengibre

Ya en el siglo V, se utilizaba en la comida de los marineros para evitar los mareos en alta mar y el escorbuto. Y en la medicina hindú se usaba para curar enfermedades musculares y reumáticas.



El jengibre es conocido por estimular los jugos gástricos, y proveer efectos de alivio para la gripe y la tos. Esta raíz es una hierba medicinal usada principalmente para el tratamiento de la Dispepsia (inconformidad o malestar después de la comida). Esto incluye los síntomas de hinchamiento, acedía, flatulencia y náusea. Tradicionalmente el jengibre se ha utilizado para tratar las afecciones intestinales, especialmente en lo que se refiere a problemas digestivos. Parece ser que, al estimular el páncreas, aumenta la producción de enzimas que favorecen la digestión y evitan la aparición de una serie de efectos secundarios relacionados con una mala absorción de los mismos. Igualmente su poder antibacteriano resulta eficaz al prevenir numerosos problemas digestivos que se producen por alteraciones de la flora intestinal.

El jengibre fue considerado como la "medicina universal" por los ancestros orientales de China e India y altamente buscado después por los comerciantes de especias. Hoy en día, el jengibre permanece como un componente de más del 50% de las medicinas herbales tradicionales, y ha sido usado durante siglos para tratar la náusea, indigestión, fiebre, infección, y para promover vitalidad y longevidad. La especie favorita del mundo tiene la reputación de tener cualidades que pueden prevenir ataques del corazón, dolor de artritis, dolores intestinales, prevenir la gripe, cáncer de la piel, y ayuda a la pérdida de peso. Si se utiliza una gran cantidad de jengibre, puede dar lugar a una úlcera estomacal a largo plazo, así mismo no se deben de tomar grandes cantidades en el embarazo. Las personas con cálculos biliares, deben de consultar al médico, antes de tomarlo, ya que aumenta el flujo de bilis. (López Díaz E. 2002).

8.1 Toxicología, efectos adversos, indeseables y contraindicaciones

No tomar dosis diarias de extracto de polvo superiores a 2 g. Dosis superiores de unos 6 g. diarios pueden producir úlcera o gastritis. Puede interactuar con ciertos medicamentos anticoagulantes como la heparina o interferir con la absorción de ciertas vitaminas, como el hierro. A veces, su utilización puede producir exceso de acidez gástrica. El aceite esencial no debe ingerirse en afecciones graves del aparato digestivo como úlceras, gastritis, colitis ulcerosa, enfermedad de Crohn o síndrome del intestino irritable. Tampoco debe ser administrado ante enfermedades de tipo neurológico o personas que posean o sean propensas a cálculos biliares o con niños pequeños. La planta completa no debe utilizarse por sus propiedades hepatotóxicas. Externamente, la utilización del aceite esencial no debe aplicarse en personas que posean alergia respiratoria. Contraindicaciones: en caso de litiasis biliar, antes de usar la planta, consulte a un especialista. (Isnaya Vademécum, s. f.).

9. Otras propiedades del Jengibre.

El extracto de jengibre posee efectos anti-tumores en la piel cuando se coloca directo en la piel de los ratones. Además, se ha encontrado que el aceite de jengibre inhibe el promotor activante de tumores Epstein-Barr virus (EBV).



El jengibre también ha sido usado para la migraña, donde se propone que el alivio del dolor puede ocurrir sin el uso de tratamiento estándares que producen efectos secundarios. El jengibre también ha sido ensayado en pruebas con 30 mujeres quienes estaban sufriendo de hiperémesis gravidarum, la cual es una náusea severa que puede complicar una gran proporción de embarazos. Después del ensayo se encontró que el alivio fue "significativamente mayor" con el tratamiento de cápsulas de polvo de jengibre.

Se ha encontrado que el jengibre es efectivo contra el crecimiento de ambas bacterias Gram-positiva y Gram-negativa incluyendo *Escherichia Coli*, *Protus Vulgaris*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* y *streptococcus viridans*.

Además de las propiedades antieméticas del jengibre hay muchos otros beneficios asociados al sistema digestivo. Por siglos, la medicina china ha incorporado el jengibre en remedios para el sistema digestivo y es regularmente usado como un calmante para malestares digestivos. Otro beneficio digestivo del jengibre es la acción de las enzimas naturales en las proteínas de la digestión, estimulación de la digestión, apoyo prebiótico de la flora intestinal, propiedades anti-diaerreas y protección del hígado. (Stephen, fulder, 1998).

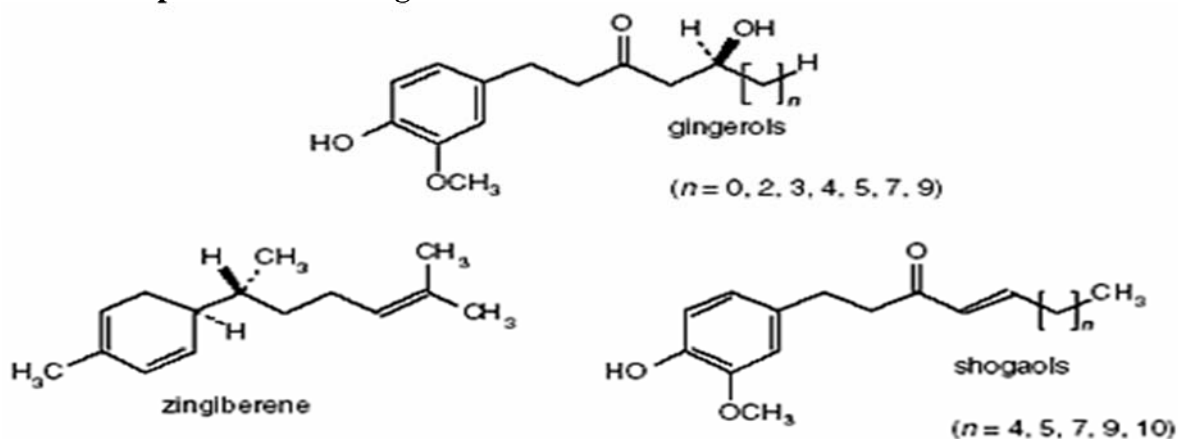
Composición química

El jengibre contiene ácidos: alfa-linoléico, linoléico, ascórbico, aspártico, cáprico, caprílico, gadoléico, mirístico, oleico, oxálico (raíz). Shoagoles (raíz), gingerol (raíz), fibra (raíz). aceites volátiles: citral, citronelal, limeneno, canfeno, beta-bisoboleno, beta-cariofiteno, beta-bisabolol, alfa-farneseno, alfa-cadineno, alfa-cadinol, beta-felandreno, beta-pineno, beta-sesquifelandreno, gama-eudesmol, aminoácidos: arginina, asparagina, histidina, isoleucina, glutámico, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, tirosina, valina (raíz). Vitaminas: niacina. Minerales: aluminio, boro, cromo, cobalto, manganeso, fósforo, silicio, zinc.

Contiene un 1-4% de aceites volátiles (mínimo 1,7%), cuya composición varía notablemente según la procedencia. Los aceites volátiles son responsables de los efectos farmacológicos del jengibre así como de su olor y sabor característicos. Los principales componentes activos son el zingibereno y el bisaboleno, mientras que los principios pungentes se conocen como gingeroles y shogaoles. Generalmente dominan los sesquiterpenos, como por ejemplo (-)-zingibereno, α -curcumeno, β -bisaboleno, β -bisabolona, (EE)- α -farneseno y β -sesquifelandreno; el aceite volátil del Jengibre australiano, sin embargo, contiene principalmente monoterpenos, entre ellos alcanfor, β -felandreno, geranial, neral y linalol, acompañados de sólo pequeñas cantidades de sesquiterpenos (Erler J. 1988; Beek van T.A., 1991). Las llamadas sustancias acres, de sabor picante, denominados gingeroles y shogaoles, son fenilalcanonas o fenilalcanonoles no volátiles con cadenas de diferentes longitudes. (Isnaya Vademécum, s. f.).



10. 1 Principio activo del Jengibre



El jengibre (*Zingiber officinalis*) posee un tipo de compuestos fenólicos denominados gingeroles.

10.2 Composición nutricional del Jengibre.

Un estudio *In vitro* realizado en Japón, indica que el jengibre tiene actividad antimicrobial, incrementa la excreción de colesterol, y causa un decrecimiento en niveles de glucosa en la sangre. El jengibre tiene propiedades antioxidantes.

Tabla N° 1. Composición nutricional del Jengibre.

| Componentes | Contenido de 100 g de parte comestible | Valores (basado en una dieta de 2000 calorías) |
|-----------------|--|--|
| Calorías | 47 | |
| Carbohidratos | 9 g | 300 g |
| Cenizas | 1 g | |
| Fibra | 0.90 g | 25 g |
| Grasa total | 1.60 g | 66 g |
| Acido ascórbico | 2 mg | 60 mg |
| Calcio | 44 mg | 162 mg |
| Fósforo | 66 mg | 125 mg |
| Hierro | 1.8 mg | 18 mg |
| Niacina | 0.7 mg | 20 mg |
| Riboflavina | 0.06 mg | 1.7 mg |
| Tiamina | 0.02 mg | |



11. Presentaciones del jengibre

El jengibre puede presentarse en el mercado de distintas formas entre ellas tenemos las siguientes:

- Jengibre fresco: Es el más utilizado, se puede comprar en la mayoría de las fruterías o tiendas de alimentación. Puede ser en forma de raíces jóvenes o maduras. Las primeras no requieren ser peladas. Puede utilizarse en trozos o para gratinar.
- Jengibre caramelizado: Se utiliza principalmente para pastelería.
- Jengibre en conserva: Conservado en sirope de azúcar, se utiliza fundamentalmente para la confección de postres.
- Jengibre encurtido: Conservado en vinagre, se utiliza para la confección del sushi.
- Jengibre en polvo: Se fabrica a partir de las raíces africanas que no son tan finas como las asiáticas. Tiene un sabor diferente al fresco y se utiliza fundamentalmente para postres y recetas un poco picantes.
- Jengibre seco: Su sabor y sus usos son similares al jengibre fresco, aunque debe remojarse antes de su utilización. (Obando Sánchez Y & Quintero Romero Y, 2009).

12. Generalidades de la infusión a base de Jengibre deshidratado

La infusión es una bebida obtenida a partir de hojas secas, tallos, raíces, parte de las flores y frutos de las hierbas aromáticas, las cuales se vierten en agua a punto de hervir. Cabe destacar que las infusiones no poseen ningún valor alimenticio, si se le añade azúcar o miel esta aumenta en función de la adición de estos edulcorantes.

La infusión de Jengibre se elabora secando la raíz o rizomas del jengibre que es la parte más utilizada, posteriormente se pasa a un proceso de molienda de manera que se obtenga el polvo de los rizomas secados.

El té o infusión de jengibre, también conocido como kion, cuyo nombre científico es *Zingiber officinale*, tiene aplicaciones curativas, que están dadas por las propiedades medicinales que posee en especial, la raíz de esta planta.

La infusión de jengibre tiene poderosas propiedades medicinales. Tiene fama de ser un afrodisíaco y puede ayudar a refrescar su aliento. Tiene propiedades fungicidas y antiespasmódicas y puede ayudar a calmar el malestar estomacal al neutralizar los ácidos, beneficiando la digestión. (Línea Natural, 2007.)



12.1 Tabla N°2. Composición nutricional del jengibre en polvo por cada 100 gr.

| | |
|---------------------|----------|
| Agua | 9,8 gr |
| Energía | 347 kcal |
| Grasa | 5,9 gr |
| Proteínas | 9,1 gr |
| Hidratos de carbono | 70,7 gr |
| Fibra | 12,5 mg |
| Potasio | 1343 mg |
| Sodio | 32 mg |
| Fósforo | 148 mg |
| Calcio | 116 mg |
| Selenio | 38,5 mcg |
| Magnesio | 184 mg |
| Manganeso | 26,5 mg |
| Hierro | 11,5 mg |
| Zinc | 4 mg |
| Cobre | 0,4 mg |
| Vitamina C | 7 mg |
| Vitamina B1 | 0,04 mg |
| Vitamina B2 | 0,18 mg |
| Vitamina B6 | 1,1 mg |
| Vitamina A | 147 IU |
| Vitamina E | 0,2 mg |
| Folato | 39,0 mcg |
| Niacina | 5,1 mg |

(Gerencia de inteligencia de mercados, 2007).

13. Sistema de Gestión de la Calidad

El sistema de gestión de la calidad es el conjunto de elementos interrelacionados de una empresa u organización por los cuales se administra de forma planificada la calidad de la misma, en la búsqueda de la satisfacción de sus clientes. Entre dichos elementos, los principales son:

- ✓ La estructura de la organización.
- ✓ La estructura de responsabilidades.
- ✓ Procedimientos.
- ✓ Procesos.
- ✓ Recursos.



La función de cada una de estas partes que integran el sistema es la siguiente:

- La estructura de la organización responde al organigrama de la empresa donde se jerarquizan los niveles directivos y de gestión.
- La estructura de responsabilidades implica a personas y departamentos. La forma más sencilla de explicitar las responsabilidades en calidad, es mediante un cuadro de doble entrada, donde mediante un eje se sitúan los diferentes departamentos y en el otro, las diversas funciones de la calidad.
- Los procedimientos responden al plan permanente de pautas detalladas para controlar las acciones de la organización.
- Los procesos responden a la sucesión completa de operaciones dirigidos a la consecución de un objetivo específico.
- Los recursos, no solamente económicos, sino humanos, técnicos y de otro tipo, deberán estar definidos de forma estable y además de estarlo de forma circunstancial.

El sistema de gestión de la calidad en una organización tiene como punto de apoyo el manual de calidad, y se completa con una serie de documentos adicionales como manuales, procedimientos, instrucciones técnicas, registros y sistemas de información. (Hernández M., Torres Matus T, y Velásquez L. Octubre, 2007).

13.1 HACCP

Es una filosofía cuyo objetivo principal es garantizar la inocuidad de los alimentos para el ser humano.

Se diferencia de los métodos clásicos en que en lugar de sencillamente corregir los problemas después que estos ocurren, HACCP los anticipa procurando evitar su ocurrencia siempre que esto sea posible, o manteniendo el peligro dentro de parámetros aceptables para la salud del consumidor. Es decir, mientras los métodos clásicos son correctivos, HACCP es un método preventivo.

Su objetivo es asegurar la inocuidad, mientras que el objetivo de los diferentes sistemas de control de calidad se centra en la calidad comercial del producto. Es decir, se ocupa de aquellos atributos del producto que hacen que el consumidor repita la compra. (Hernández M., Torres Matus T y Velásquez L. Octubre, 2007).



Principios del HACCP:

Principio 1: Peligros

Tras realizar un diagrama de flujo para cada producto elaborado, se identifican todos los peligros potenciales (físicos, químicos y biológicos) que pueden aparecer en cada etapa de nuestro proceso y las medidas preventivas. Sólo se estudiarán aquellos peligros potencialmente peligrosos para el consumidor. En ningún caso se estudiarán peligros que comprometan la calidad del producto.

Principio 2: Identificar los Puntos de Control Crítico (PCC)

Una vez conocidos los peligros existentes y las medidas preventivas a tomar para evitarlos, se deben determinar los puntos en los que hay que realizar un control para lograr la seguridad del producto, es decir, determinar los PCC.

Para realizar la determinación de los PCC se deben tener en cuenta aspectos tales como materia prima, factores intrínsecos del producto, diseño del proceso, máquinas o equipos de producción, personal, envases, almacenamiento, distribución y pre-requisitos.

Existen diferentes metodologías para el estudio de los peligros. Lo primero que debe hacerse es definir cuáles de los peligros detectados a lo largo del análisis son significantes (son peligros relevantes). Para definir la significancia se pueden utilizar dos métodos diferentes. Por un lado tenemos el Índice de Criticidad que consiste en valorar de 1 a 5 en cada fase o etapa los peligros en función de su probabilidad, severidad y persistencia.

Por otro lado debemos analizar todos los peligros significantes a través del Árbol de decisión, que es una herramienta recomendada por el Codex Alimentarius que consiste en una secuencia ordenada de preguntas que se aplican a cada peligro de cada etapa del proceso y ayuda junto con los prerrequisitos a determinar cuáles de los peligros representan Puntos de Control Crítico.

Principio 3: Establecer los límites críticos

Debemos establecer para cada PCC los límites críticos de las medidas de control, que marcarán la diferencia entre lo seguro y lo que no lo es. Tiene que incluir un parámetro medible (como temperatura, concentración máxima) aunque también pueden ser valores subjetivos.

Cuando un valor aparece fuera de los límites, indica la presencia de una desviación y que por tanto, el proceso está fuera de control, de tal forma que el producto puede resultar peligroso para el consumidor.



Principio 4: Establecer un sistema de vigilancia de los PCC

Debemos determinar qué acciones debemos realizar para saber si el proceso se está realizando bajo las condiciones que hemos fijado y que por tanto, se encuentra bajo control. Estas acciones se realizan para cada PCC, estableciendo además la frecuencia de vigilancia, es decir, cada cuánto tiempo debe comprobarse, y quién realiza esa supervisión o vigilancia.

Principio 5: Establecer las acciones correctoras

Se deben establecer unas acciones correctoras a realizar cuando el sistema de vigilancia detecte que un PCC no se encuentra bajo control. Es necesario especificar, además de dichas acciones, quién es el responsable de llevarlas a cabo. Estas acciones serán las que consigan que el proceso vuelva a la normalidad y así trabajar bajo condiciones seguras. **ES NECESARIO TENER LAS COSAS EN BUEN ESTADO**

Principio 6: Establecer un sistema de verificación

Éste estará encaminado a confirmar que el sistema PCC funciona correctamente, es decir, si éste identifica y reduce hasta niveles aceptables todos los peligros significativos para el alimento.

Principio 7: Crear un sistema de documentación

Es relativo a todos los procedimientos y registros apropiados para estos principios y su aplicación, y que estos sistemas de PCC puedan ser reconocidos por la norma establecida.

13. 3 Puntos Críticos de Control en el proceso de transformación de los alimentos.

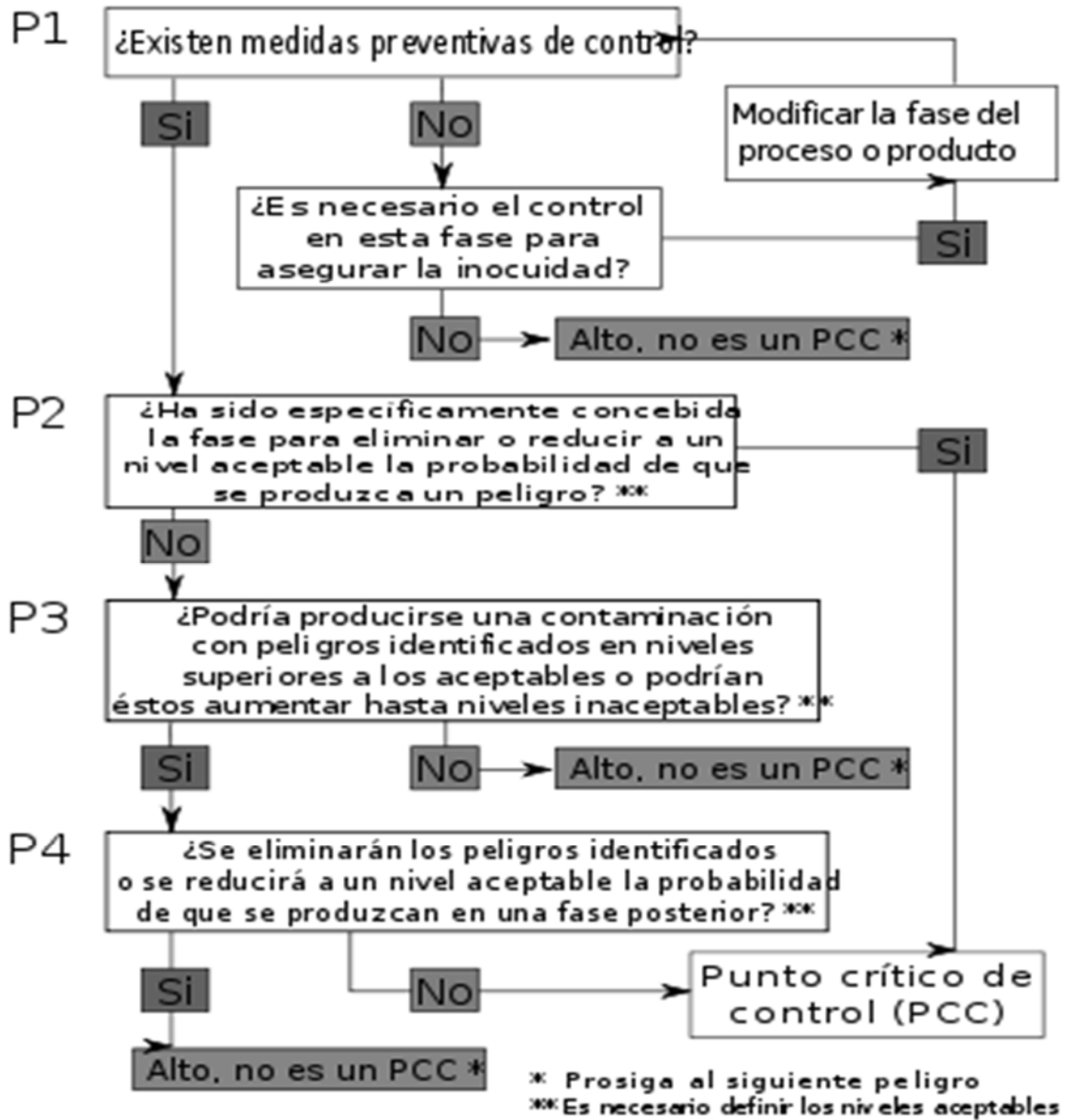
Los Puntos Críticos de Control (PCC por sus siglas en inglés) son aquellos puntos del Flujograma donde es posible eliminar o disminuir dentro de límites aceptables un peligro.

Para lograr una correcta identificación de los puntos críticos de control es importante apoyarse de una herramienta efectiva como es el “Árbol de decisiones”, éste facilitará la identificación de los PCC.

En cada una de las operaciones unitarias se debe aplicar el árbol de decisiones de este modo se determinará si la fase es un PCC o no. (Hernández M., Torres Matus T, y Velásquez L. Octubre, 2007).



13.4 Figura N°1. Árbol de Decisiones



(Hernández M., Torres Matus T, y Velásquez L. Octubre, 2007).



14. Deshidratación

La deshidratación es un sistema muy antiguo de conservación de alimentos. La retirada del agua contenida en sus tejidos y células resulta un método muy eficaz para evitar la putrefacción y pérdida de los mismos. Con toda seguridad nos encontramos ante uno de los más ancestrales métodos de conservación, y los primeros pueblos agrícolas ya utilizaban estas técnicas para la conservación de legumbres y cereales. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

El método de deshidratación es un sistema de conservación de alimentos que se remonta al Neolítico, época en que el hombre deja la vida nómada (caza y recolección de lo que encuentra a su paso) forma comunidades, siendo la agricultura una de sus principales actividades. Todas las civilizaciones han desarrollado en menor o mayor medida formas de conservar los alimentos de acuerdo a sus necesidades. El más utilizado por todas ellas es la deshidratación / secado de los alimentos, otros métodos como; salados, salmueras, encurtidos, pasteurización, conservantes, y más recientemente, hace tan sólo algunos años la radiación con sus enrevesadas técnicas que desnaturalizan y eliminan la mayoría de los nutrientes de los alimentos. Todos esos sistemas o métodos gozan de más o menos adeptos, dependiendo en gran medida del tipo de alimento a conservar. El que se adapta mejor a cualquier tipo de producto alimenticio y proporciona una gran estabilidad microbiológica, debido a su reducción de la actividad del agua es la deshidratación además de aportar otras ventajas como la reducción del peso facilitando a su vez el almacenaje, manipulación y transporte de los productos finales deshidratados. En la deshidratación se pretende reducir la cantidad de agua que contienen los alimentos a menos de 13%. (Dueña Molins J, s.f).

La pérdida del agua proporciona una excelente protección frente a las principales causas de alteración de los alimentos. Los microorganismos no pueden desarrollarse en un medio sin agua. Además, en estas condiciones tampoco es posible la actividad enzimática, y la mayor parte de las reacciones químicas se hacen mucho más lentas de lo normal. Se usa como técnica de conservación pues los microorganismos que provocan la descomposición de los alimentos no pueden crecer y desarrollarse en ausencia de agua. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

14.1 Cambios posteriores al proceso de la deshidratación

Es importante considerar que la deshidratación produce cambios físicos, químicos y sensoriales en los alimentos, entre estos están el encogimiento, endurecimiento y la termoplasticidad. Todos ellos contribuyen a la calidad final, tanto de los productos deshidratados como de sus equivalentes reconstituidos, por lo referente al color, sabor, textura, viscosidad, velocidad de reconstitución, valor nutritivo y estabilidad en el almacenamiento.



Con frecuencia estos cambios ocurren solo en determinados productos, pero algunos de los principales tienen lugar en casi todos los alimentos sometidos a deshidratación y el grado en que ocurre depende de la composición del alimento y la severidad del método de secado.

Las reacciones de oscurecimiento pueden deberse a oxidaciones enzimáticas, también pueden deberse a reacciones no enzimáticas, estas se aceleran cuando los alimentos se someten a altas temperaturas y el alimento posee elevada concentración de grupos reactivos y el secado alcanza niveles del 15 – 20%, cuando se superan los niveles de deshidratación como el 2% los cambios en el color son menos intensos.

Otra consecuencia de la deshidratación de alimentos es la dificultad en la rehidratación. Las cuales son de origen físico y químico, teniendo en cuenta por una parte el encogimiento y la distorsión de las células y los capilares y por otra, la desnaturalización de las proteínas ocasionadas por el calor y la concentración de sales.

En estas condiciones estas proteínas de las paredes celulares no podrán absorber tan fácil de nuevo el agua, perdiendo así la turgencia y alterando la textura que caracteriza a un determinado alimento.

La pérdida parcial de los componentes volátiles y de sabor es otro efecto de la deshidratación. Por esto algunos métodos emplean atrapar y condensar los vapores producidos en el secado y devolverlos al producto de secado. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

14.2 Deshidratación del Jengibre

El Jengibre deshidratado se obtiene de un proceso de aplicación de calor para reducir el contenido de humedad del rizoma de un 70-75% hasta un 10%. La materia prima puede utilizarse pelada y sin pelar. En la mayoría de los casos se hace una reducción de tamaño antes del secado con el fin de facilitar la eliminación de agua y mejorar la calidad del proceso. Pero también puede secarse entero. El secado puede hacerse con secadores solares o con hornos de aire caliente. Al usar los hornos se tiene un proceso más controlado y el producto final tiene una mejor calidad.

El secado o calentamiento excesivo provoca una disminución de la pungencia característica del jengibre, ya que el gingerol se degrada. La literatura recomienda que para el secado en hornos se usen temperaturas de secado de 55°C, 65°C y 75°C, con aire húmedo de 12 y 55 gramos de agua/kg de aire seco. La forma del producto que se ponga a secar es la que ejerce mayor influencia en el tiempo final del proceso. Cuando se utiliza picado se necesita menor tiempo de proceso y se facilita la operación de molienda posterior en caso que se vaya a aplicar, los trozos pueden ser de 0.2 a 0.3 cm o rodajas de 0.5 cm de espesor.



El jengibre deshidratado y molido hasta polvo fino se llega a convertir en una especia más. Las especias son saborizantes o sustancias aromáticas que mejoran el sabor de un producto alimenticio. Las especias pueden ser de origen vegetal o bien provenir de semillas u otras partes de plantas como rizomas en el caso del jengibre. El jengibre deshidratado debe ser almacenado en lugares oscuros y ventilados para evitar que se oxiden y se deteriore perdiendo sus propiedades saborizantes. (Soto Calvo, B.1992).

15. Secado

El secado es un método de conservación de alimentos consistente en extraer el agua de estos, lo que inhibe la proliferación de microorganismos y dificulta la putrefacción. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro ha sido practicado desde antiguo. El agua suele eliminarse por evaporación (secado al aire, al sol, ahumado al viento) pero, en el caso de la liofilización, los alimentos se congelan en primer lugar y luego se elimina el agua por sublimación.

Las bacterias, levaduras y hongos necesitan agua en el alimento para crecer. El secado les impide efectivamente sobrevivir en él. (Secado, s. f.)

Los modernos métodos de secado buscan otros fines que la simple preservación en los alimentos, la reducción de peso y algunas veces de volumen, constituyen una importante ventaja para el transporte y almacenamiento; la comodidad de empleo también es una característica muy buscada.

Desde el punto de vista físico, la eliminación de agua de un alimento húmedo se hace usualmente retirándola bajo la forma de vapor. En la operación intervienen dos fenómenos fundamentales:

1. La transferencia de calor que aporta la energía necesaria para la transformación de agua en vapor (principalmente calor latente de vaporización).
2. La transferencia de vapor de agua a través y fuera del alimento.

Del valor de los diferentes parámetros que permiten regular la intensidad de estos fenómenos (temperatura del producto, superficie de intercambio, humedad, temperatura, presión y movimientos de los fluidos presentes en la atmósfera que rodea el alimento) depende de la velocidad de deshidratación, la calidad del producto, el rendimiento energético del secador, el coste de la operación, etc. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

15.1 Secado Solar de alimentos.

La energía del sol, se puede utilizar correctamente para beneficio de la salud y para la economía familiar. Para ello, se han creado métodos o procedimientos que aseguran un buen proceso a través de aparatos especialmente diseñados.



En el secador solar los rayos luminosos del sol son transformados en calor a través del efecto invernadero en un llamado colector solar, que tiene los siguientes elementos:

- Una superficie metálica oscura, preferiblemente de color negro, generalmente orientada hacia la dirección del Sol, que recibe y absorbe los rayos luminosos. El calor producido de esta manera es transferido al aire, que está en contacto con dicha superficie.
- Una cobertura transparente (vidrio o plástico), que deja pasar la radiación luminosa y que evita el escape del aire caliente.

Para un mayor rendimiento, algunos modelos de secadores solares de gran capacidad disponen de un sistema de calefacción combinado. Se usa un combustible o energía eléctrica como fuente de energía auxiliar para los períodos con deficiencia de radiación solar, para los días nublados y para seguir trabajando en horas de la noche.

El proceso del secado se produce por la acción de aire cálido y seco, que pasa por los productos a secar, ubicados generalmente en bandejas en el interior del secadero. De ésta forma la humedad contenida en los alimentos se evapora a la superficie de los mismos y pasa en forma de vapor al aire, que los rodea.

Los factores claves para un buen secado son entonces:

1. Aire caliente a una temperatura de 40 a 70°C
2. Aire con un bajo contenido de humedad
3. Movimiento constante del aire.

Al calentar aire, que está a la temperatura del ambiente y con un cierto porcentaje de humedad, aumenta su capacidad de absorber vapor de agua. Por cada 20°C de aumento de la temperatura del aire su capacidad de retener vapor de agua se triplica y por consecuencia su humedad relativa se reduce a un tercio.

Para eliminar la humedad de los alimentos, es necesario que el aire que pasa por los productos esté en constante movimiento y renovación. Esta ventilación se puede lograr en forma natural gracias al efecto chimenea o en forma forzada mediante ventiladores, dependiendo del modelo del secadero. Para obtener un buen secado, los productos tienen que ser colocados de tal forma que haya suficiente espacio entre las partes que los componen. (UNESCO Montevideo, 2005).

15.2 Cinética de Secado

En la cinética de secado se basan los estudios en los cambios de la cantidad promedio de humedad con el tiempo, contrario a lo que describe la dinámica del secado que describe los cambios de humedad y temperatura. (Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/martinez_c_j/capitulo5.pdf)



Así la cinética del secado describe la cantidad de humedad evaporada, el tiempo, el consumo de energía, etc. Sin embargo, el cambio de humedad depende de la transferencia de calor y de masa entre la superficie del cuerpo, el ambiente y el interior del material a secar.

Es indispensable saber que la intensidad del secado refleja el cambio de humedad a través del tiempo, que es influenciado por los parámetros del secado como: temperatura, humedad, velocidad relativa del aire, presión total, etc.

La velocidad del secado crece con el decremento del diámetro de la partícula y sufre un incremento en la temperatura. El secado es afectado también por factores externos como impurezas que alteran el equilibrio del secado al interactuar con la superficie de las partículas. En el caso de sistemas dispersos, la interacción entre las partículas y entre las paredes de los equipos son importantes y significativas porque también afectan la superficie de las partículas. (Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/martinez_c_j/capitulo5.pdf)

15.3 Curvas de secado

Las curvas de secado se obtienen a partir de un experimento en el cual se van tomando muestras de partículas periódicamente y se grafica contra el tiempo. (Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/martinez_c_j/capitulo5.pdf)

Este tipo de curvas nos muestra el contenido de humedad a través del tiempo en el proceso de secado. El secado se mantiene igual por un período de tiempo hasta que llega a un punto crítico donde la línea tiene que curvarse y a formar una asíntota con el contenido de humedad.

La explicación de la curva de secado está conectada con el fenómeno de transferencia de calor y masa. Antes del secado la superficie del material está cubierta con una capa delgada de líquido la cual puede ser tratada como humedad desatada, libre o capilar. La evaporación empieza con el contacto con el aire. Considerando la resistencia de la masa, tenemos las condiciones externas y las capas circulantes de gas, limitando la velocidad de secado.

El tiempo de secado depende del material, esto define las características que tendrá la curva de secado. El tiempo de secado debe ser determinado separadamente para el primero y segundo período de secado. (Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/martinez_c_j/capitulo5.pdf)



15. 4 Período de Caída de secado

Este período de caída de secado puede comportarse de manera lineal, pero también puede comportarse de manera no lineal por lo cual requiere de un estudio más minucioso del comportamiento de la curva de secado. La forma de la velocidad de la curva de secado depende del tipo de cuerpo, la velocidad de secado en el primer período y el contenido crítico de humedad. (Recuperado de URL: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/martinez_c_j/capitulo4.pdf.)

15. 5 Generalidades de las curvas de secado.

Un proceso de secado es usualmente descrito por diagramas con las siguientes coordenadas:

- Contenido de humedad contra tiempo de secado (curvas de secado).
- Velocidad de secado contra contenido de humedad del material (velocidad de secado).
- Temperatura del material contra contenido de humedad (curva de temperatura).

Estas curvas son obtenidas bajo condiciones de laboratorio donde se mide el cambio de masa y temperatura a base de muestreos. (Recuperado de URL: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/martinez_c_j/capitulo4.pdf.)

15.6 Isotermas de absorción.

Una isoterma de absorción (o de desorción) es la curva que indica el equilibrio para una temperatura determinada, la cantidad de agua retenida por un alimento en función de la humedad relativa de la atmósfera que la rodea; o si se quiere, e inversamente, la presión parcial del vapor ejercida por el agua del alimento, en función del contenido del agua en el mismo.

Las isotermas se obtienen colocando un alimento cuyo contenido en agua se conoce, bajo el vacío en un recipiente cerrado y midiendo, después del establecimiento, el equilibrio a una temperatura determinada, la presión del vapor de agua, con ayuda de un manómetro o de un higrómetro (o incluso por cromatografía en fase gaseosa); también se puede obtener colocando una muestra del mismo alimento (seco o húmedo). (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).



16. Energías Renovables.

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocombustibles. (Recuperado de URL: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable)

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes. Entre las primeras:

- La llegada de masas de agua dulce a masas de agua salada: energía azul.
- El viento: energía eólica.
- El calor de la Tierra: energía geotérmica.
- Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica o hidroeléctrica.
- Los mares y océanos: energía mareomotriz.
- El Sol: energía solar.
- Las olas: energía undimotriz.

16.1 Energía solar térmica

Se trata de recoger la energía del sol a través de paneles solares y convertirla en calor el cual puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades. En agricultura se pueden conseguir otro tipo de aplicaciones como invernaderos solares que favorezcan las mejoras de las cosechas en calidad y cantidad, los secaderos agrícolas que consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, y plantas de purificación o desalinización de aguas sin consumir ningún tipo de combustible. Con este tipo de energía se podría reducir más del 25 % del consumo de energía convencional en viviendas de nueva construcción con la consiguiente reducción de quema de combustibles fósiles y deterioro ambiental. (Recuperado de URL: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable)

Aplicaciones

En el caso de la energía solar térmica, la radiación solar es convertida directamente en calor y puede ser empleada para el calentamiento de agua, aire u otros elementos. Las aplicaciones más conocidas son:

- Destiladores solares de agua
- Secadores solares
- Termas solares



16.2 Energía solar

La energía solar es una fuente de vida y origen de la mayoría de las demás formas de energía en la Tierra. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad de energía que consume la humanidad. Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, esta puede transformarse en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica utilizando paneles solares. (Recuperado de URL: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable)

Mediante colectores solares, la energía solar puede transformarse en energía térmica, y utilizando paneles fotovoltaicos la energía luminosa puede transformarse en energía eléctrica. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí en cuanto a su tecnología. Así mismo, en las centrales térmicas solares se utiliza la energía térmica de los colectores solares para generar electricidad.)

Se distinguen dos componentes en la radiación solar: la radiación directa y la radiación difusa. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones. Sin embargo, tanto la radiación directa como la radiación difusa son aprovechables.)

Una importante ventaja de la energía solar es que permite la generación de energía en el mismo lugar de consumo mediante la integración arquitectónica en edificios. Así, podemos dar lugar a sistemas de generación distribuida en los que se eliminan casi por completo las pérdidas relacionadas con el transporte que en la actualidad suponen aproximadamente el 40% del total y la dependencia energética. (Recuperado de URL: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable)

16.3 Energía eólica

La energía eólica es la energía obtenida de la fuerza del viento, es decir, mediante la utilización de la energía cinética generada por las corrientes de aire. Se obtiene a través de una turbinas eólicas son las que convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio de aspas o hélices que hacen girar un eje central conectado, a través de una serie engranajes (la transmisión) a un generador eléctrico.

El término eólico viene del latín *Aeolicus* (griego antiguo *Αἰολός* / Aiolos), perteneciente o relativo a Éolo o Eolo, dios de los vientos en la mitología griega y, por tanto, perteneciente o relativo al viento. Es un tipo de energía verde.



La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales (gradiente de presión). Por lo que puede decirse que la energía eólica es una forma no directa de energía solar. Las diferentes temperaturas y presiones en la atmósfera, provocadas por la absorción de la radiación solar, son las que ponen al viento en movimiento. (Recuperado de URL: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable)

17. Tipos de Secadores.

17.1 Tipo “carpa”

Es un modelo sencillo, compacto, liviano, plegable y transportable para secar cualquier tipo de alimento en pequeñas cantidades. Está hecho de una estructura metálica (que puede ser también de madera) de la forma de una carpa triangular, cubierta en gran parte por una lámina de plástico transparente, resistente a los rayos ultravioletas (polietileno larga duración) y puede tener diferentes tamaños.

Las aberturas de ventilación están ubicadas abajo, por uno de los lados longitudinales y arriba por el otro, los dos cubiertos de malla mosquitero para evitar el ingreso de insectos. A 20 cm del suelo aproximadamente se encuentra la bandeja de secado removible, consistiendo en un tejido por ejemplo de hilo de nylon. Sobre éste se coloca una gasa o una malla fina sobre la cual se colocarán los productos a secar. (UNESCO Montevideo, 2005).

17.2 Tipo “armario”

Es un modelo más complejo para secar todo tipo de alimentos, especialmente aquellos que necesitan mantener un buen color y proteger sus propiedades naturales. Consiste en una cámara de secado y un colector solar inclinado, unidos entre sí en la parte inferior de la cámara. En ésta se encuentran superpuestas varias bandejas de secado removibles con tejido. Las bandejas están protegidas por una puerta colocada en la pared trasera de la cámara.

El colector está cubierto con vidrio y tiene en su interior una chapa de color negro doblada en zigzag, para aumentar su superficie de intercambio de calor con el aire. El aire ambiental entra por la extremidad inferior del colector, que está cubierta por una malla mosquitero, y se calienta gradualmente hasta una temperatura de 25 a 30°C superior a la temperatura ambiental.

Entra finalmente en la cámara, donde atraviesa las bandejas ejerciendo su poder secador. Un extractor eléctrico de aire en la parte superior de la cámara garantiza la buena ventilación del aparato. (UNESCO Montevideo, 2005).



17.3 Tipo “túnel”

Este modelo sirve para pequeños emprendimientos industriales. Consiste en un túnel horizontal elevado con una base rígida de hierro y una cobertura transparente de lámina de polietileno de larga duración, igual que el tipo carpa. El túnel está dividido en sectores alternantes de colector y secador. Los primeros tienen la función de calentar el aire, que luego en los últimos es utilizado para el secado de los productos en las bandejas. (UNESCO Montevideo, 2005).

El aire circula en forma horizontal a través de todo el túnel, ingresa por un extremo y sale por el otro, generalmente con la ayuda de un ventilador eléctrico. En sitios sin energía eléctrica está apoyado por una chimenea ubicada en la salida del secadero. El aparato es una construcción modular plana con marco rígido, compuesta de dos chapas, con una capa de aislante térmico. Esta estructura se coloca sobre caballetes.

Las bandejas de secado son removibles y se pueden estirar lateralmente como los cajones de una cómoda. Por la altura relativamente grande de las bandejas es posible secar también productos que ocupan mucho volumen, tales como hierbas o flores. La entrada y la salida del aire están protegidas con una malla mosquitero para evitar el ingreso de insectos.

El secadero se calienta a una temperatura de 20 a 25°C superior a la temperatura ambiental. Para un mejor aprovechamiento del secadero, se puede agregar un sistema de calefacción auxiliar.

El tiempo de secado depende de varios factores. Los más importantes son:

- Tipo de producto (mayor contenido de agua, mayor tiempo)
- Tamaño de los trozos del producto (más grande, mayor tiempo)
- Temperatura del aire (más elevada, menor tiempo)
- Humedad relativa del aire (más elevada, mayor tiempo)
- Velocidad del aire (más elevada, menor tiempo).

El criterio más importante para definir el fin del secado es el contenido residual de humedad. Podemos determinar el momento justo para finalizar el secado a través de la evolución del peso de una muestra de producto que se está secando. (UNESCO Montevideo, 2005).

18 Ventajas y desventajas de los secadores solares.

Ventajas.

- Diversidad de productos que pueden ser deshidratados.
- Mayor conservación de las características organolépticas.
- Mayor control del proceso.
- No se contamina el producto por el medio.
- Secado uniforme del producto.



Desventajas.

- Altos costos de instalación.
- El nivel de secado y la temperatura depende de las condiciones climáticas.
- Altos costos de repuestos. (UNESCO Montevideo, 2005).

19. Relación entre los parámetros del secado y las características del alimento.

La velocidad de cada una de las fases de secado depende, en gran parte, de las características propias del alimento. Un contenido elevado en agua acelera la velocidad inicial del secado. Una concentración elevada de constituyentes polímeros, tales como proteínas, almidones sobre todo gelatinizados y azúcares amorfos, aumenta la proporción de agua ligada y prolonga la segunda fase de secado. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

La transferencia de vapor de agua durante la primera fase de secado es proporcional a la amplitud de la superficie del alimento. Dos medios cubos secará unas 1.33 veces más rápido que un solo cubo del mismo peso. Durante la segunda fase de secado, el fraccionamiento de los alimentos favorece todavía más la velocidad de secado. En la práctica teniendo sensibilidad térmica de los alimentos y la temperatura máxima utilizable solo puede obtenerse una velocidad razonable de secado cuando el espesor del producto es inferior a unos 5 cm.

Se forma en la zona superficial al comienzo del secado una capa relativamente seca y el agua libre abandona fácilmente el centro del alimento, en tanto que el agua ligada no se evapora en la zona superficial, sin embargo cuando el secado inicial es muy rápido (aire de secado que presenta una fuerte diferencia entre la temperatura “seca” y la temperatura “húmeda”) el vapor de agua puede eliminarse de la superficie del producto más rápidamente que el que se desplaza del centro del producto hacia la superficie.

Cuando un alimento se somete a la deshidratación, se contrae en proporción a la salida progresiva de agua fuera de las células. Esta contracción es mucho más acusada cuando la deshidratación es lenta y se produce a pesar de la resistencia de los elementos estructurales de los tejidos.

Por el contrario, si la deshidratación es rápida, se forma inmediatamente en una capa seca y rígida en la superficie del alimento que “fija” el volumen final del producto. La deshidratación posterior de las partes profundas, va acompañada de desgarramientos y vacíos internos. Entonces, se obtienen productos que conservan su forma inicial, pero que debido a su estructura porosa se deshidratan rápidamente y bien. Sin embargo, estos productos son más sensibles a las alteraciones oxidativas y de embalaje más caro (debido a su menor densidad). Durante la deshidratación también surgen otros fenómenos sobre todo si la temperatura es relativamente elevada. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).



20. Secado de Jengibre

Una de las mayores dificultades que encuentra el desarrollo de este programa es el secado de las plantas medicinales, ya que es el método más adecuado para su conservación, tanto para su comercialización como para su distribución o su posterior procesamiento. (Bérriz L. s. f.).

Los factores más importantes y decisivos en la aceptación de un proceso de secado son: la calidad del producto seco y el consumo energético por toneladas de producto seco. La calidad de las plantas medicinales secas se determina por su aroma y su color, las cuales deben mantener, lo más posible, sus parámetros originales.

Cuando el secado de las plantas medicinales se realiza a la intemperie, bajo el Sol o a la sombra, el gasto energético es mínimo, pero el tiempo de secado es muy grande y además, no se garantiza la calidad requerida del producto. En experimentos realizados en secadores industriales que utilizan petróleo como fuente de calor, se demostró que la calidad del producto seco es excelente, tanto en su aroma como en su color; sin embargo, el consumo energético fue muy alto en todos los casos.

El uso de las cámaras de secado solar ha demostrado que la calidad del producto final obtenido es también excelente y los gastos de energía son mínimos, ya que la fuente principal es la energía solar. Una cámara de secado solar es, en esencia, una nave o casa de vidrio tipo invernadero, la cual tiene dentro un túnel o cámara metálica ennegrecida que capta la radiación solar y la convierte en calor. Dentro de la cámara va colocado convenientemente el producto a secar.

En forma general, la operación del secado solar es la siguiente:

El producto a secar se prepara de forma conveniente, esto es, se lava y se corta en dependencia de la planta o la parte de la planta aprovechable, de tal forma que no queden pedazos gruesos que requieran mucho tiempo de secado. El producto se coloca en bandejas de tal forma que tengan un máximo de área en contacto con el aire.

Las bandejas llenas se colocan en los carritos y éstos se introducen en el secador, cerrando el mismo herméticamente. Esta operación debe efectuarse preferentemente bien temprano en la mañana para aprovechar mejor la radiación solar o incluso, puede dejarse cargado el secador desde la noche anterior.

Los ventiladores de recirculación de aire se ponen a funcionar desde que se cierra el secador y no se paran hasta que no se extraiga el producto seco. La humedad dentro del secador se regula automáticamente o por medio de las ventanillas de renovación del aire, situadas en los extremos del secador. Si la humedad es alta (por encima de 75 u 80 %) el aire debe renovarse con el aire fresco exterior.



Cada planta tiene una temperatura máxima de secado, sobre la cual no debe estar el aire en el secador para garantizar la calidad del producto seco. La temperatura del secador se regula también automáticamente o por medio de las ventanillas de renovación del aire, esto es, si es muy elevada, las ventanillas se abren.

El producto se mantiene dentro del secador hasta que tenga la humedad final requerida y según las experiencias actuales el secado dura entre 2 y 5 días, en dependencia de la planta a secar y de las condiciones climáticas. Se conoce que el producto está seco por simple inspección (el material cruje y se parte al tocarlo) o por la determinación de su peso.

Después de seco, el material se extrae y se coloca en sacos. Esta operación debe efectuarse con cuidado para evitar las pérdidas por el arrastre del viento. Después de este paso, el secador debe limpiarse bien, preferentemente cuando se va a secar otro producto, para evitar contaminaciones.

Para el secado del jengibre, primero se lava en agua el rizoma y se escurre. Después se pica en rebanaditas de 6 a 8 mm. Los rizomas suelen tener de 10 a 15 mm de diámetro. Estas rebanaditas se colocan en las bandejas de forma que mantengan una superficie máxima posible en contacto con el aire. La humedad inicial de los rizomas es de 70%.

Para que el producto seco tenga una buena calidad, se recomienda no permitir temperaturas superiores a 50°C dentro del secador. El tiempo de secado promedio es de 4 días. En este periodo, la humedad de los rizomas disminuye desde 70 hasta 6%. (Bérriz L. s. f.).

Almacenamientos de los alimentos deshidratados.

Durante el almacenamiento de los alimentos en estado deshidratados, pueden surgir diversas reacciones de deterioro: en primer lugar, desarrollo de insectos contra los cuales se adoptan las precauciones generales de higiene, así como embalajes protectores; a continuación crecimientos de microorganismos, si bien estos solo pueden surgir después de una rehidratación. Por lo tanto dada la higroscopicidad, de los alimentos deshidratados resulta necesario un embalaje impermeable al vapor de agua o de su almacenamiento en condiciones higrométricas apropiadas. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

En el estado de deshidratación, las reacciones enzimáticas, el pardeamiento no enzimático, diversas reacciones de hidrólisis, la recristalización de azúcares con formación de masas (casos de algunos polvos), solo se producen muy lentamente siempre que se cumpla la condición de que el bajo nivel de actividad del agua que se logra al final del secado, se mantenga con la ayuda de un embalaje apropiado. También es importante que la temperatura de almacenamiento sea inferior a los 25°C aproximadamente.



Debido a su porosidad los alimentos deshidratados son sensibles a las reacciones de oxidación que frecuentemente presentan el factor limitante de su conservación. A veces es necesario el embalaje bajo vacío o con nitrógeno, en un material impermeable al oxígeno y a la luz, para evitar la oxidación de los lípidos y proteger determinados pigmentos, vitaminas, sustancias aromáticas, etc. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

22. Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina desarrollada desde hace algunos años, nació durante la segunda guerra mundial, proporciona información integral de la calidad, junto con la proporción de información de las expectativas de aceptabilidad por parte del consumidor.

Trabaja en base a paneles de degustadores, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos como herramienta de trabajo. Los jueces se seleccionan y entrenan con el fin de lograr la máxima veracidad, sensibilidad y reproducibilidad en los juicios que emitan, ya que de ellos depende en gran medida el éxito y la confiabilidad de los resultados. (Silva González P, Silva Pérez A, Soriano Rubio J, 2008).

22.1 Atributos sensoriales.

2.1.1 Gustos y sabor.

Se entiende por gusto a la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo. El resto de las sensaciones gustativas proviene de mezclas de estas cuatro, en diferentes proporciones que causan variadas interacciones. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

Se define “sabor” como la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión y los cutáneos de calor, frío y dolor.

Los cuatro gustos básicos son registrados por diferentes células gustativas, distribuidas desigualmente en la lengua. Los receptores del gusto dulce están en la punta, los receptores del salado en los bordes anteriores, los del ácido en los costados y los del amargo en el fondo de la lengua.



Los receptores del sentido del gusto lo constituyen los botones gustativos, estos se agrupan en número de alrededor de 250 para constituir las papilas gustativas. Las papilas gustativas se ubican en la lengua, existiendo cuatro tipos morfológicamente diferentes: filiformes, foliadas, fungiformes y caliciforme. Las filiformes no tienen importancia en la evaluación del gusto, son las más numerosas y carecen de botones gustativos participan en la elaboración de sensación de tacto, las foliadas están ubicadas en las dos posteriores de la lengua, no están desarrolladas, de ahí que tengan poca importancia en la sensación gustativa.

La fungiforme se ubica en los dos tercios delanteros de la lengua, son grandes, en forma de hongo, y tienen importancia en la sensación del gusto y del tacto. Las caliciformes se ubican en la lingual, son escasas en número de no más de quince, son grandes y fácilmente visibles. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

22.1.1 Aroma y Olor

Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato. Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, por eso en el lenguaje común se confunde y se usan como sinónimos. El sentido del olfato se ubica en el epitelio olfatorio de la nariz. Está constituido por células olfatorias ciliadas, a las que constituyen los receptores olfatorios. Es un órgano versátil, con gran poder de discriminación y sensibilidad, capaz de distinguir unos 2000 a 4000 olores diferentes. (Hernández Alarcón E, 2005).

23. Prueba de evaluación sensorial para alimentos.

Las pruebas sensoriales utilizadas en la industria de alimentos se dividen en tres: pruebas discriminativas, pruebas descriptivas y pruebas afectivas. (Hernández Alarcón E, 2005).

La evaluación sensorial de alimentos, da respuesta a un bagaje de preguntas que sobre la calidad de un producto se puedan formular. Se hace referencia principalmente a si existen o no diferencia entre dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se trata de describir y medir las diferencias que se puedan presentar (pruebas descriptivas) y por último se pretende conocer el grado de preferencia, de gusto o disgusto y de satisfacción que pueda presentar un panelista por un producto determinado.

Las pruebas discriminativas consisten en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista indica si se percibe la diferencia o no, además se utilizan estas pruebas para describir la diferencia y para estimar su tamaño.

Las pruebas discriminativas se clasifican en: pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad. (Hernández Alarcón E, 2005).



23.1 Pruebas de diferencia.

Entre las pruebas de diferenciación las que más se utilizan para comparar entre dos y cinco muestras a la vez son: comparación de pares, prueba de dúo-trío y prueba triangular. Para comparar más de cinco muestras se utilizan pruebas de escalar de control y pruebas de ordenamiento. Algunas de las pruebas de diferencia son:

23.1.1 Muestras simple.

El propósito de esta prueba es la comparación entre una muestra bien conocida y otra nueva. A nivel de consumidor se pregunta la aceptabilidad. A nivel de laboratorio se entrega una sola muestra, después de un intervalo de tiempo se presenta otra muestra, se continua de esta manera hasta que todas las muestras sean probadas. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

23.1.2 Comparación de pares

Esta prueba comprende la presentación de dos muestras simultáneas. Por lo general la pregunta formulada es si existe diferencia en ciertas características entre dos muestras y si la hay, cual es de menor o mayor grado.

Se presentan dos muestras a la vez. Cada muestra debe tener código y debe ser comparada con la otra a la par. El panel debe tener de 10 a 20 catadores, y cada par de muestra debe ser presentada para catación por lo menos tres veces.

23.1.3 Prueba de Dúo – Trío

En este tipo de prueba se presenta primero una muestra, la cual tiene que ser identificada por el catador. Posteriormente se presentan dos muestras debidamente codificadas de las cuales una contiene el mismo tratamiento de la muestra inicialmente presentada y la otra muestra un tratamiento diferente.

El panelista debe decidir cual de las dos muestras presentadas se parece o es igual a la primera muestra.

Cada catador señala la muestra que es igual a la muestra referencial, se tabula la información, se cuenta el número de respuestas correctas en las tres repeticiones, se compara esta suma con el número total de juicios para conocer si es significativa.

23.2 Prueba de Triángulo

En esta prueba se presenta en forma simultánea tres muestras, de las cuales dos son iguales y una diferente. La diferente tiene que ser identificada por los panelistas.



Las pruebas de triangulo se pueden efectuar de dos formas diferentes:

- a) Pruebas de triángulo sencilla, para un mínimo de dos muestras diferentes y una diferente.
- b) Prueba de triángulo compleja, para varias muestras experimentales.

Cuando la prueba es sencilla y los catadores están semientrenados, es conveniente tener de 10 a 20 catadores. Para la prueba mas compleja, es conveniente colocar los panelistas en grupos, y cada uno de ellos debe tener la muestra en diferente orden en comparación con las del otro grupo de todas las muestras deben tener número elegido al azar de acuerdo al plan previamente hecho.

23.3 Prueba de Rangos

Esta es una prueba que se puede usar cuando se presentan una serie de panelistas. Los catadores deben colocar las muestras en orden decreciente a cada característica. Para esta prueba hay que tener en cuenta que el panelista no se confunda y marque dos muestras en una misma casilla. El propósito de esta prueba es poner en orden la intensidad o calidad de una característica, cada muestra en relación a la otra. No debe darse dos muestras del mismo orden. (Silva González P, Silva Pérez A y Soriano Rubio J, 2008).

23.4 Pruebas de punto de calificación

Esta prueba es la que frecuentemente se usa en los paneles sensoriales. En este tipo de prueba se presentan una serie de muestras para ser evaluadas. El panelista dará su respuesta a través de términos descriptivos en donde debe marcar una casilla con una X. De acuerdo al número de características que va a ser evaluadas y al tipo de producto, se decidirá el número de muestra; es recomendable no presentar más de seis muestras al mismo tiempo. (Hernández Alarcón E, 2005).

23.5 Pruebas Descriptivas

Estas pruebas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor. Las pruebas analíticas descriptivas se clasifican en: escalas de clasificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivo.

23.6 Escala de atributos

Estas pruebas permiten evaluar los atributos de un producto alimenticio, se consigue describirlo, conocerlo y cuantificarlo, para posteriormente evaluar su aceptación por parte del consumidor.



24. Escala de categorías

24.1 Principio de la prueba de escala de categorías

La evaluación sensorial a través de escalas consiste en que los panelistas respondan a cada uno de los atributos sensoriales ubicando su valoración sobre una escala gráfica ancladas en los bordes. A través de esta prueba se puede evaluar el color, la intensidad de los sabores básicos, la viscosidad, la adhesividad, entre otras. (Hernández Alarcón E, 2005).

25. Análisis descriptivo

25.1 Prueba de perfil

Consiste en hacer un análisis descriptivo en forma compleja de todos los componentes que el catador puede observar en un alimento o comida por ejemplo, el olor posee una combinación de diferentes componentes químicos. Algunos olores contienen componentes dominantes más que otros y perfectamente pueden ser detectados, pero el catador debe determinar todos aquellos en los cuales hay interés. Para este tipo de prueba se requiere del catador un año de entrenamiento como mínimo. (Hernández Alarcón E, 2005).

25.2 Pruebas de satisfacción

25.2.1 Escala hedónica verbal

Principio de la prueba de escala hedónica verbal

Consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto, al presentársele una escala hedónica o de satisfacción, pueden ser verbales o gráficas, la escala verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, entonces las escalas deben ser impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta y la escala gráfica consiste en la presentación de caritas o figuras faciales. (Hernández Alarcón E, 2005).

25.2.2 Escala hedónica facial

Principio de la prueba de escala hedónica facial o gráfica.

La escala gráfica, se utiliza cuando la escala tiene un gran tamaño presentándose dificultad para describir los puntos dentro de esta, también se emplea cuando el panel esta conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o para concentrarse. Las escalas gráficas más empleadas son las hedónicas de caritas con varias expresiones faciales. Los resultados obtenidos a través de esta prueba cuando se aplica a una población adulta no es muy confiable ya que les resulta ser un tanto infantiles. (Hernández Alarcón E, 2005).



Escuela de Ingeniería en Alimentos UNAN - León
IV. Metodología

El presente estudio es de tipo descriptivo y experimental, el cual se desarrolló en el laboratorio “Mauricio Díaz Müller”, en el área de deshidratado de frutas y hortalizas, ubicado en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN- León,

Para la realización de ésta investigación se revisaron fuentes bibliográficas primarias y secundarias (sitios web, bases de datos, libros, artículos, revistas, etc.).

Diseño Experimental.

Para la realización de éste estudio se utilizó como materia prima Jengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) de la variedad Jamaiquino Amarillo procedente del municipio de Siuna, Región Autónoma Atlántico Norte (RAAN).

La elaboración de Jengibre deshidratado a base de Jengibre Jamaiquino Amarillo es un proceso que incluye dos etapas: el secado del jengibre y la molienda del jengibre ya seco.

El estudio consistió en la obtención de Jengibre deshidratado, para lo cual se utilizó un secador solar provisto de un panel solar con un depósito de piedras, un abanico en su interior conectado con un ducto a seis cámaras de secado, cada una de ellas constan de 9 bandejas perforadas y una sin perforar que ayuda a la circulación del aire, lo cual permitirá un secado más uniforme. Dicho secador solar se encuentra ubicado en el Laboratorio Mauricio Diaz Muller de la Facultad de Ciencias Químicas. Carrera de Ingeniería de Alimentos. UNAN-LEÓN.

VARIABLES en el proceso de elaboración Jengibre Deshidratado a partir de Jengibre Jamaiquino Amarillo.

La variable manipulada durante el proceso fue el diámetro de la muestra, mediante éste se pudo determinar el tiempo de secado del jengibre ya que a menor diámetro, menor tiempo de secado. De igual manera el porcentaje de humedad fue otra variable estudiada ya que durante el transcurso del tiempo de secado del rizoma se realizaron análisis fisicoquímicos para conocer la pérdida de agua en los rizomas y de ésta manera el porcentaje de humedad deseado para el producto final.

Operaciones unitarias y diagrama de procesos para la elaboración de jengibre deshidratado por medio del secado solar.

Para llegar a establecer las operaciones unitarias del proceso de elaboración de Jengibre deshidratado a base de Jengibre Jamaiquino Amarillo y la elaboración del diagrama de procesos se realizaron 10 experimentos en total. Después de realizar investigaciones de fuentes primarias y secundarias no se encontró ninguna referencia a



Escuela de Ingeniería en Alimentos UNAN - León
cerca del aprovechamiento tecnológico del Jengibre Jamaiquino Amarillo para ser utilizado en infusión.

En cada uno de los ensayos se utilizó una cantidad de 5 lbs de jengibre lo que corresponde a 2.2 kg de jengibre. La materia prima fue llevada a proceso de secado solar posterior a su selección, eliminación de materiales extraños (suciedad), lavado y pesado, éste fue cortado en pequeños trozos de 3 mm de grosor y colocado en las bandejas del secador solar de manera que se evitara la saturación de las bandejas y que se permitiera una mayor eficiencia en el proceso de secado.

Los trozos de rizomas se enfriaron en la misma cámara, ya que ésta cuenta con ventiladores que hacen circular aire a temperatura ambiente una vez que es cerrada la entrada de aire caliente. Los trozos ya deshidratados se trituraron en una maquina pequeña ya que era imposible realizar dicha operación en un molino de cuchillas, debido a que el jengibre posee un pequeño porcentaje de aceite que no es eliminado en el proceso de deshidratación.

A partir del establecimiento y la realización de 10 ensayos se logró la elaboración del diagrama de procesos para conocer cada una de las etapas por la que debe ser sometido para su transformación.

Puntos críticos de control del proceso de deshidratación del Jengibre.

Para identificar los puntos críticos de control en el proceso de deshidratación del Jengibre, se utilizó como herramienta el “Árbol de decisiones” que se aplicó a cada una de las etapas del proceso.

Identificar la cinética de secado del Jengibre deshidratado en un secador solar mediante la determinación de humedad.

Durante el proceso de deshidratación del jengibre se realizaron 10 análisis de humedad, de los cuales a 5 de ellos se tomó muestra cada 60 minutos para conocer el peso de la misma y de ésta manera calcular la humedad a la que el producto estaba siendo deshidratado mediante la ecuación de determinación de humedad (anexo n°6), para ello se utilizó una balanza analítica y el método tradicional de determinación de humedad:

- a) Pesar 5 gr de la muestra húmeda.
- b) Pesar la cápsula sin la muestra.
- c) Pesar la cápsula más la muestra humedad
- d) Colocar la muestra en un horno con una temperatura de 110°C.
- e) Tomar el peso de la muestra húmeda cada 60 minutos.
- f) Calcular el % de humedad mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de humedad de la muestra} = \frac{\text{Muestra húmeda} - \text{Muestra seca}}{\text{Muestra húmeda}} \times 100$$



Construir las curvas de secado del proceso de elaboración de infusión de Jengibre utilizando el secado solar como medio de transformación.

Las curvas de secado se construyeron a partir de los valores obtenidos en la determinación de humedad al extraer muestras de las cámaras cada 60 minutos y calculando el % de humedad, donde se graficó el comportamiento del porcentaje de humedad contra el tiempo.

Elaborar ficha técnica y carta tecnológica del Jengibre y del Jengibre deshidratado.

Con información proporcionada de algunas fuentes primarias y secundarias, se elaboró la ficha técnica tanto de la materia prima utilizada como del producto final. La carta tecnológica se elaboró con el fin de describir en ella las operaciones del proceso con sus parámetros de control, especificaciones y maquinaria utilizada en cada una de las etapas.

Caracterizar el Jengibre deshidratado (polvo) y la infusión de Jengibre a través de parámetros organolépticos.

El Jengibre deshidratado (polvo) además de ser consumido como condimento en el arte culinaria y como bebida en algunas industrias, también es consumido en infusiones debido a sus propiedades medicinales. Hoy en día la población ha decidido incorporar las infusiones como parte de su dieta para la mejora de su organismo. Es por ello que se decidió realizar una encuesta donde se caracterizara el Jengibre deshidratado (en polvo) y la infusión a base de Jengibre y de esta manera conocer si este producto sería aceptado en el mercado.

El proceso de caracterización del jengibre deshidratado se llevó a cabo mediante una prueba de catación para lo cual fue necesario realizar encuestas, basadas en una escala hedónica verbal donde el consumidor caracterizaría el jengibre deshidratado mediante parámetros organolépticos (olor, textura y color), donde la escala presentada en las encuestas iba desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo y de esta manera el catador podía reflejar su aceptación o rechazo del producto. Para ello se utilizó como universo a 463 estudiantes y 18 docentes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos entre las edades de 25 años a 45 años, tomando como muestra 30 personas. (Anexo N° 4)

Valorar la aceptación de la Infusión a base de Jengibre deshidratado a través de pruebas de degustación.

Para conocer la aceptabilidad o rechazo y la caracterización de la infusión a base de Jengibre deshidratado se llevaron a cabo pruebas de degustación a un panel de catadores no entrenados (30 personas), los cuales mediante una escala hedónica verbal determinaron el grado de aceptabilidad del producto, así como la determinación de parámetros organolépticos (color, olor y sabor). (Anexo N°4)



Para la realización de estas pruebas de degustación se tomó como universo de estudio a 463 estudiantes y 18 docentes de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la UNAN –León entre las edades de 25 y 45 años, tomando como muestra 30 personas (6% del universo), las preguntas formuladas para la realización de la encuesta fueron de carácter directo y lenguaje claro y sencillo, utilizando una escala hedónica verbal con el fin de facilitar al encuestado/a la caracterización de ambos productos y de esta manera facilitar el procesamiento de los datos obtenidos.

Una vez obtenidos los datos de las encuestas se procesaron en el programa Microsoft Excel logrando de esta manera construir los gráficos de pastel donde fueron reflejados los resultados de dicha encuesta.



V. Resultado y Análisis de Resultados.

Para la realización del presente trabajo de investigación se llevaron a cabo 10 ensayos, en los cuales los primeros 5 ensayos fueron utilizados para determinar los parámetros y las siguientes variables: el diámetro de la muestra, el tiempo de secado, rendimiento. El diámetro incide en el tiempo necesario para deshidratar el jengibre.

Durante estos ensayos se realizaron análisis de humedad tanto de la materia prima como el producto terminado obteniendo como promedio una humedad de 80.32% y 8.61% respectivamente, al igual que se calculó el rendimiento del Jengibre en cada uno de los ensayos, siendo éste de 19.62% (Anexo N°2, tabla N°14). De igual manera se identificaron cada una de las etapas por las que se sometieron los rizomas para ser procesados y así poder establecer las operaciones unitarias (Anexo N°1) y posteriormente construir el diagrama de procesos e identificar los puntos críticos de control (PCC) que se describe a continuación:

Figura N° 2. Diagrama de Procesos para el deshidratado de Jengibre.





En la figura anterior se pueden observar cada una de las etapas de proceso a la cual se sometió el jengibre desde su recepción hasta la obtención del polvo (anexo n°5), para ello fue necesario pesar el jengibre antes y después de lavarlo y después de cortarlo para poder calcular el rendimiento de jengibre, de igual manera se lavó para eliminar todo material extraño (piedrecitas, suciedad) que pueda alterar la calidad del producto, el Jengibre se cortó en rebanadas de 3 mm de manera que se disminuyera el tiempo de secado, posteriormente se colocó en bandejas de acero inoxidable para ser deshidratados, donde se determinó el tiempo de secado y el porcentaje de humedad requerido para éste proceso.

Estando ya deshidratado el jengibre se dejó enfriar en las cámaras de secado y se procedió a la molienda para la obtención del polvo el cual puede ser usado de muchas maneras (como condimento, aditivo en bebidas y en cosmética), pero en la presente investigación se estudió como infusión debido a que este producto no es usado comúnmente de ésta manera. El proceso de molienda se realizó en un molino de un solo disco. Se obtuvo un polvo fino color café claro, olor natural a jengibre, el cual fue empacado en envases plásticos bien sellados y almacenados a temperatura ambiente. (Anexo n°5)

Las diferentes problemáticas que se presentaron en los 10 experimentos fueron: el cortado, el deshidratado y el empacado ya que son etapas del proceso que indican riesgos que influyen directamente en la calidad del producto, por lo que estas fueron sometidas al análisis de puntos críticos de control utilizando para ello el árbol de decisiones.

Éstas etapas del proceso se realizaron con sumo cuidado ya que el cortado de los rizomas se debe de hacer con el diámetro establecido (3 mm) ya que esto permite un menor tiempo de deshidratado y que la operación se realice de manera uniforme. Ya obtenido el polvo del Jengibre deshidratado éste debe de ser empacado en un área que no permita la contaminación del mismo por factores como el aire, polvo, etc., que puedan afectar la vida de anaquel del producto.

Tomando en cuenta el comportamiento del proceso de secado en cada uno de los ensayos se logró construir las curvas de secado en función del contenido de humedad contra el tiempo de secado, identificándose éstas como curvas de secado de primer orden según los resultados obtenidos durante el proceso. (Anexo N°3)

El tiempo promedio necesario para el secado del Jengibre Jamaiquino Amarillo es de 6.5 horas (Anexo 2, tabla 16). Existen variaciones de tiempo que van desde 5 hasta 8 horas lo cual se justifican por la temperatura que alcanza el secador solar según las condiciones climáticas a la que se está trabajando, ya que entre más sea la intensidad lumínica y no haya obstrucción de la radiación solar por presencia de nubes, la temperatura y el tiempo de secado será menor. El tiempo promedio de secado fue calculado a través de los análisis de humedad realizados en el transcurso del proceso.



Al realizar el análisis de materia prima en cada uno de los ensayos se pudo observar que el porcentaje de humedad promedio es de un 80.12% (Anexo N°2, tabla 6). Dicha humedad es comparable con estudios realizados por la Comisión europea de Ciencias de los Alimentos en los que se utilizó rizomas de Jengibre para elaborar condimento de Jengibre en polvo.

El porcentaje promedio de humedad del Jengibre en polvo como producto final es de 11.75% (Anexo N°2, tabla 15). Siendo ésta humedad adecuada para garantizar la vida de anaquel y evitar la proliferación de los microorganismos que causen alguna alteración en el producto y disminuyan el tiempo de vida útil, dicho resultado es comparable con otros productos deshidratados como la flor de Jamaica con una humedad que oscila entre 12 y 15%.

En la tabla n° 3 y 4 se muestra la ficha técnica tanto del Jengibre como materia prima y del Jengibre en polvo donde se registran las características del producto e información que facilitan el procesamiento del rizoma, de igual manera en la tabla N°5 se refleja la carta tecnológica del mismo, donde se regula la planificación de los recursos necesarios para asegurar el proceso de deshidratación, estableciendo los mecanismos utilizar para que estos recursos, después de producidos lleguen a su destino y puedan ser una verdadera garantía para la ejecución y el cumplimiento del proceso.



Tabla N° 3. Ficha Técnica del Jengibre Jamaiquino Amarillo.

| | |
|--------------------------------|---|
| Nombre común: | Jengibre Jamaiquino Amarillo |
| Nombre científico: | Zingiber Officinale Roscoe |
| Nombre Botánico: | Zingiber Officinale |
| Familia: | Zingiberáceas |
| Reino: | Plantae |
| Principales Variedades: | Hawaii, Jamaiquino amarillo, Jamaiquino Azul. |
| Pruebas Físicoquímicas: | Humedad 70%, Max, |
| Usos: | El Jengibre se utiliza comúnmente como un remedio casero para: mareos, náuseas, problemas en la garganta, antiinflamatorio. |
| Almacenamiento: | Temperatura Ambiente. |
| Vida útil esperada: | 12 meses en condiciones recomendadas de almacenamiento. |

(Elaboración propia)



Tabla N°4. Ficha Técnica de Jengibre Jamaiquino Amarillo Deshidratado.

| | |
|--|---|
| NOMBRE: | Jengibre Jamaiquino Amarillo Deshidratado |
| DESCRIPCIÓN FÍSICA: | Polvo color café claro, textura arenosa, olor a Jengibre y sabor picante característico del jengibre. |
| INGREDIENTES PRINCIPALES: | Jengibre Jamaiquino Amarillo |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS: | Contiene: Energía, Grasa, Proteínas, Hidratos de Carbono, Fibra, Potasio, Sodio, Fosforo, Calcio, Magnesio, Manganeseo, Hierro, Zinc. |
| FORMA DE CONSUMO Y CONSUMIDORES POTENCIALES: | Una cucharadita colmada por taza (200 ml). Verter agua hirviendo encima. Dependiendo de su gusto, puede preparar la infusión en cinco a diez minutos. |
| EMPAQUE Y PRESENTACIONES: | Envases de Polietileno, 1000 gr. |
| VIDA ÚTIL ESPERADA: | 12 meses |
| INSTRUCCIONES EN LA ETIQUETA: | Información Nutricional, Consérvese en un lugar fresco. |
| CONTROLES ESPECIALES DURANTE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN: | Conservar en un lugar fresco y libre de humedad. |

(Elaboración propia)



Tabla N° 5. Carta Tecnológica de “Jengibre amarillo deshidratado”

| Descripción | Parámetros de operación | Especificación | Maquinaria |
|--------------------------------------|--|---|---------------------------------------|
| Recepción de la materia prima | Se inspecciona de manera manual y visual para eliminar materias extrañas. | Jengibre libre de suciedad y materias no utilizables para el proceso. | Manual. |
| Pesado | Se pesa la materia prima a utilizar antes de lavar y de extraer materias extrañas. | | Balanza digital. |
| Lavado | Se elimina suciedad presente en los rizomas de jengibre de manera que esto no afecte las propiedades organolépticas. | | Agua limpia, pana plástica y cepillo. |
| Pesado | Se pesan los rizomas de jengibre libres de suciedad y material extraño. | | Balanza digital. |
| Cortado | Se cortan los rizomas en pequeños trozos de 3mm para garantizar un menor tiempo de secado. | | Pana Plástica, cuchillo, bandeja. |
| Pesado | Se pesa el jengibre cortado para conocer la cantidad de materia prima que entra al proceso. | | Balanza digital. |
| Secado | Se realiza para disminuir el porcentaje de humedad de los rizomas y llevarla al mínimo. | Los trozos de los rizomas de jengibre son secados a temperaturas de 55°C por 16 horas | Secador solar. |
| Enfriado | Se procede a enfriar el producto a temperatura ambiente | Los trozos secos se enfrían a temperatura ambiente. 37°C por 1 hora. | Secador Solar. |

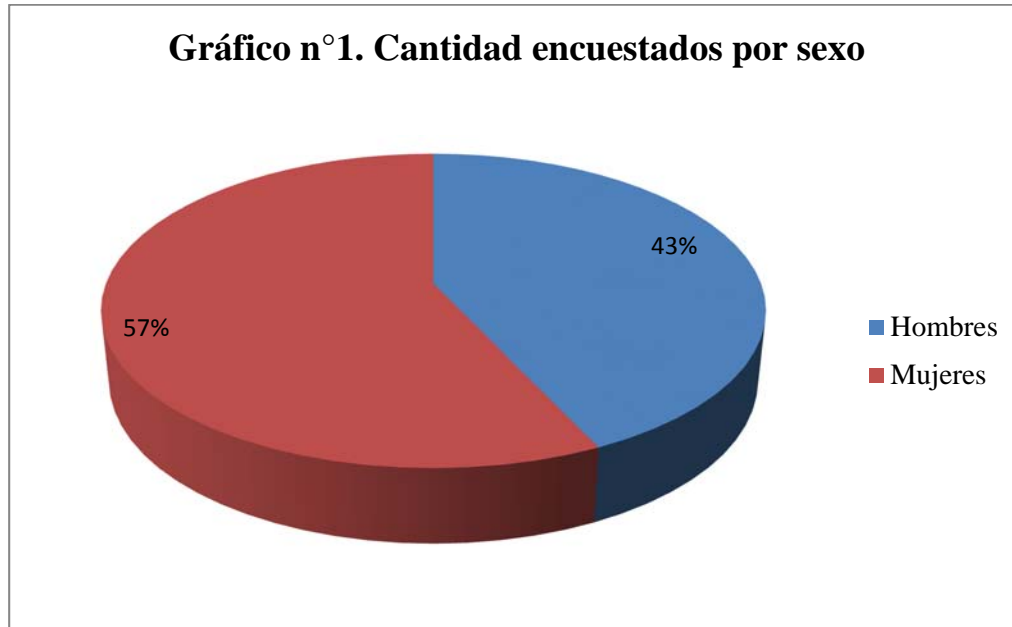


| | | |
|-------------------|--|--|
| Pesado | Se pesan los trozos de rizoma secos para conocer el porcentaje de rendimiento que tiene este producto. | Balanza digital. |
| Molienda | Los rizomas se colocan sobre un molino de cuchillas para garantizar la pulverización de los trozos de rizomas secos. | Se realiza con el objetivo de pulverizar los trozos de rizoma seco y obtener el polvo para la infusión. Molino de Cuchillas. |
| Tamizado | Se colocan sobre las mallas hasta obtener la separación del polvo obtenido mediante el proceso de molienda. | Mediante este proceso se obtiene el grano mas fino del proceso de molienda. Mallas de |
| Empacado | Se empacan en envases plásticos herméticos para evitar que se humedezca por la humedad del ambiente. | Empacar en envases para infusiones herméticos. Envases plásticos herméticos. |
| Almacenado | Es la última operación del proceso que se realiza en lugar a temperatura ambiente de manera rápida para evitar que se humedezca el producto por la humedad del ambiente. | |

(Elaboración propia)

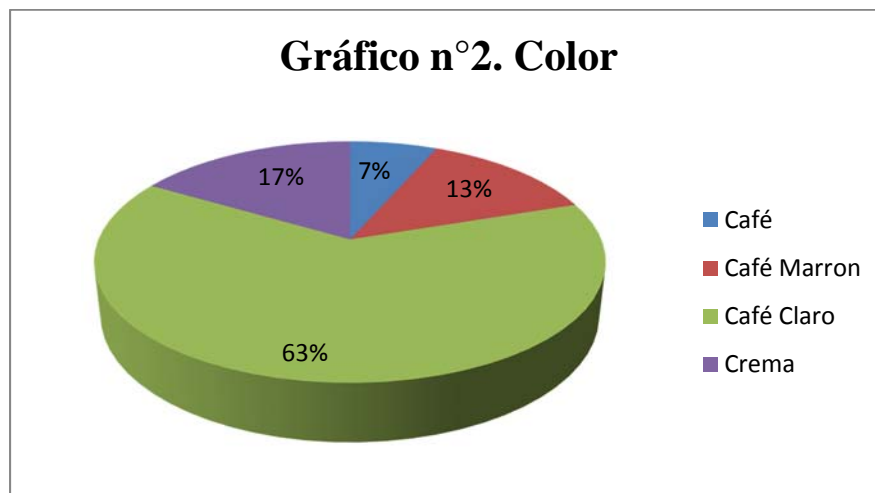


Para la caracterización tanto del polvo de Jengibre como de la infusión se realizaron encuestas a un panel de catadores (anexo n°7), los cuales reflejaron las siguientes opiniones:



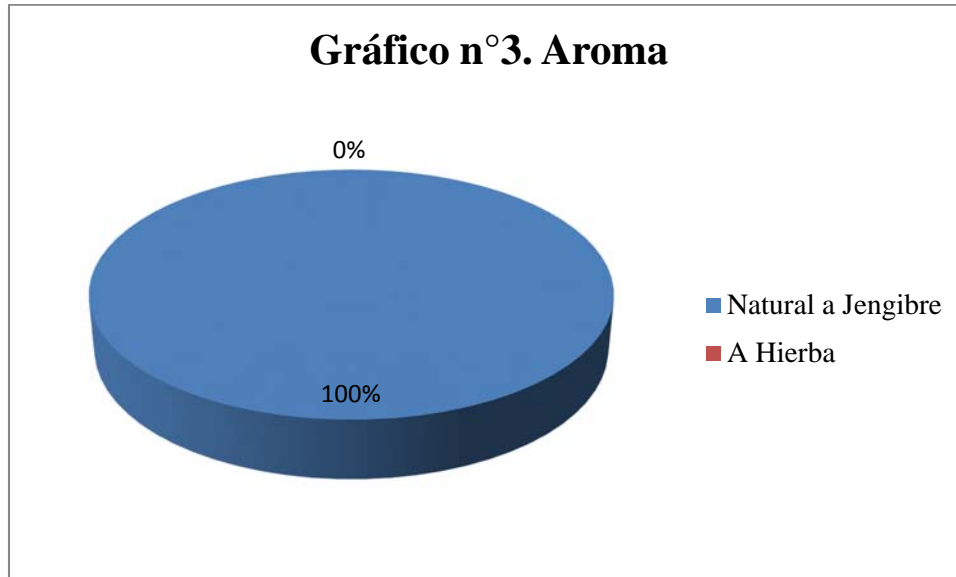
En el gráfico N°1 podemos observar que en la encuesta realizada al panel de catadores no entrenados, la mayoría de la población encuestada fueron mujeres (57%) y la minoría hombres (43%) teniendo ellos una opinión compartida en cuanto a la aceptabilidad de las muestras degustadas, el panel de catadores no entrenados al cual se les proporcionaron dos muestras distintas para que fueran evaluadas.

En cuanto a la caracterización del Jengibre Deshidratado (en polvo) se encontró que:

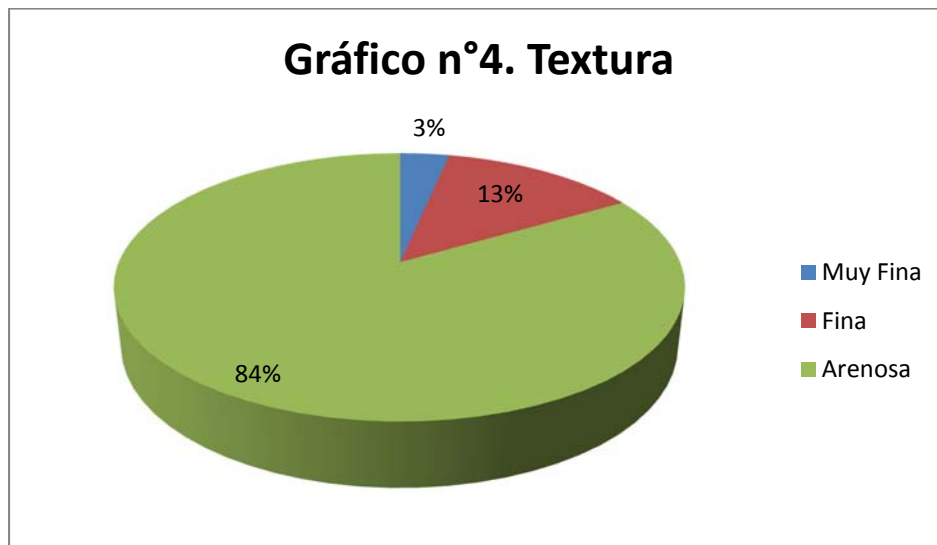




La gran mayoría (63%) opina que el Jengibre deshidratado (polvo) posee un color café claro, mientras que el 37% dividió su opinión en: 17% crema, 13% café marrón y un 7% en café, estos datos los podemos observar en el gráfico n°2.



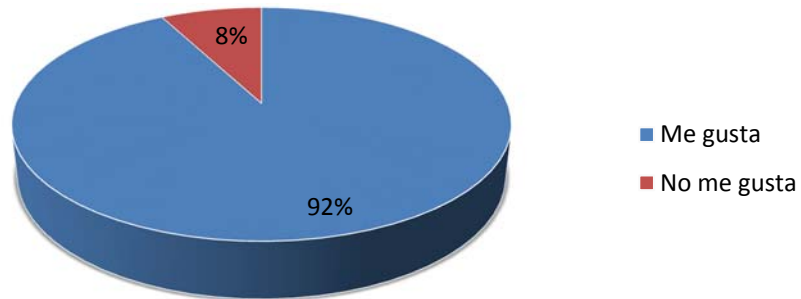
El gráfico n°3 muestra que la gran mayoría (100%) opina que el Jengibre deshidratado (polvo) tiene un olor natural a Jengibre lo que nos muestra que el proceso de secado no produjo ningún cambio en cuanto a las características organolépticas.



La gran mayoría de las personas encuestadas (84%) reflejó que el Jengibre deshidratado (polvo) posee una textura arenosa, mientras tanto un 13% indica que posee una textura fina y la gran minoría (3%) expresa que éste posee una textura muy fina, estos datos pueden verse reflejados en el gráfico n°4.

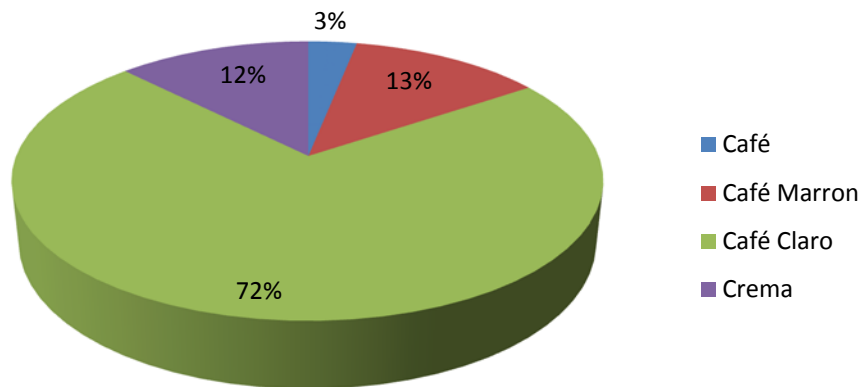


Gráfico N°5: Aceptación del Producto

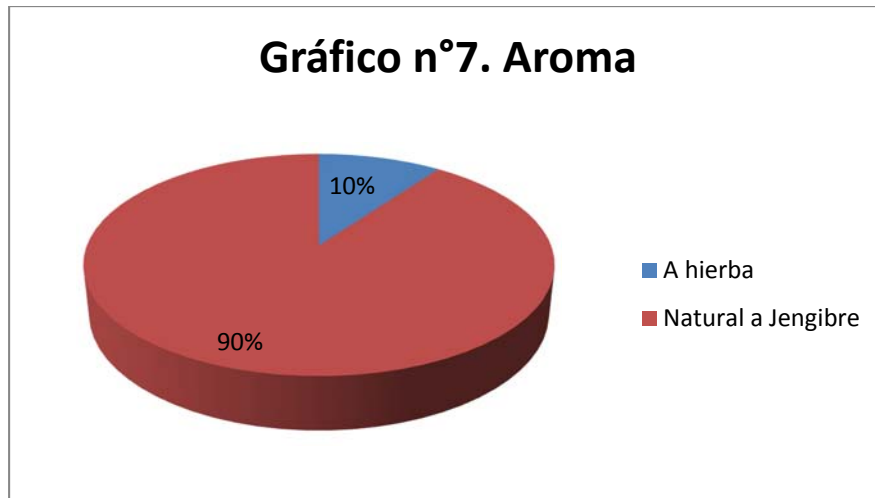


De las personas encuestadas la mayoría (92%) demostró aceptabilidad tanto el color, aroma y textura del producto, mientras que una minoría (8%) señaló que no les gusta porque presenta características muy estimulantes. Estos datos se pueden observar en el gráfico N°5.

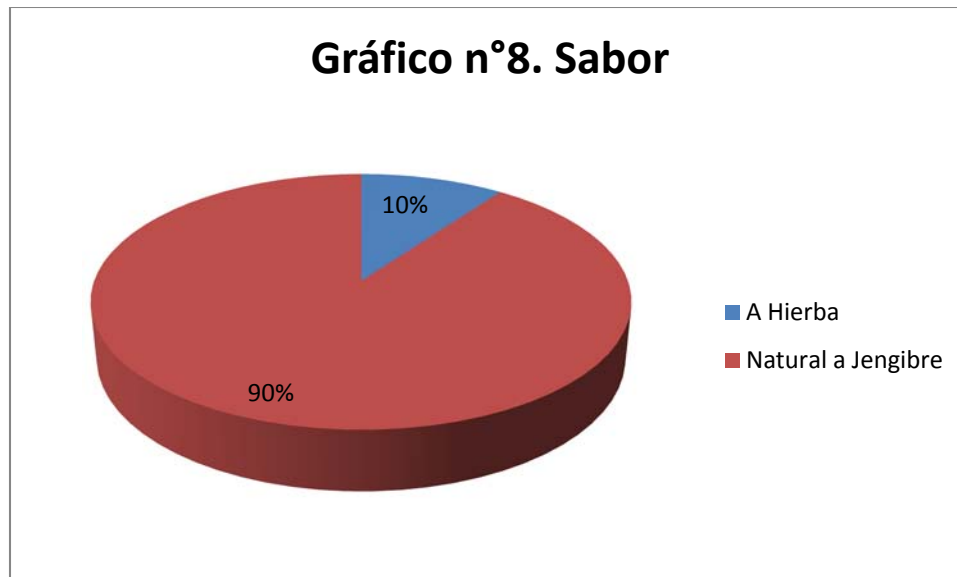
Gráfico n°6. Color



De igual manera, se logró caracterizar la infusión a base de Jengibre deshidratado donde cada uno de los catadores reflejó su opinión acerca del color, sabor y aroma. El gráfico n°6 muestra que la gran mayoría (72%) observa un color café claro en la infusión elaborada a base de Jengibre deshidratado (polvo), un 13% un color café marrón, un 12% crema y una minoría (3%) observa un color café, por lo que estos datos se asemejan a la opinión reflejada en el gráfico n°6.



La gran mayoría (90%) opina que la infusión elaborada a base de Jengibre deshidratado conserva su aroma natural a jengibre, mientras que la minoría (10%) posee un olor característico a hierba. Estos datos se observan con mayor claridad en el gráfico n°7.



En el gráfico n°8 se puede observar que la gran mayoría (90%) opina que la infusión elaborada a base de Jengibre deshidratado posee un sabor natural a jengibre y tan solo un 10% opina que posee un sabor a hierba, lo que indica que el proceso de deshidratación no afecta las características organolépticas del producto final.



El gráfico N°9 muestra los resultados obtenidos en la prueba de aceptabilidad de la “Infusión a base de Jengibre deshidratado”, se encontró que del total de la población encuestada (hombres y mujeres) la gran mayoría (90%) respondió que les gusta el producto no solo por sus características organolépticas sino también por sus propiedades fisioterapéuticas y sus beneficios para la salud. Por lo tanto aceptan el producto para utilizarlo bien como infusión o como condimento.



VI. Conclusión

En el aprovechamiento tecnológico del “Jengibre Jamaiquino Amarillo” se cumplieron cada uno de los objetivos establecidos:

1. Se establecieron las operaciones unitarias para el aprovechamiento tecnológico del Jengibre Jamaiquino Amarillo, utilizando como método de conservación el deshidratado solar, posteriormente se procedió con la elaboración del diagrama de procesos identificando cada una de las etapas por las que debe ser sometido el rizoma para ser procesado y de esta manera obtener el polvo del Jengibre.
2. Ya establecida las operaciones unitarias y el diagrama de proceso se identificaron los puntos críticos de control, donde se indicaron cada una de las etapas que reflejan un peligro para el procesamiento del rizoma y que no pueden ser corregida en la siguiente etapa, dentro de estos encontramos:
 - a. Cortado.
 - b. Deshidratado.
 - c. Empacado.
3. La cinética de secado del Jengibre Jamaiquino Amarillo se identificó mediante los análisis de humedad realizados en el transcurso del proceso de deshidratación y construyendo así las curvas de secado, resultando éstas de primer orden.
4. Mediante las revisiones bibliográficas se elaboró la ficha técnica del Jengibre Jamaiquino Amarillo como materia prima y como producto terminado, así como la carta tecnológica del mismo, reflejando en ella la información necesaria para el aprovechamiento de éste rizoma.
5. La caracterización del Jengibre Jamaiquino Amarillo deshidratado y como infusión se logró mediante la encuesta realizada a un panel de catadores no entrenados, a los cuales se les proporcionaron muestras de ambos productos para realizar análisis organolépticos y reflejar sus opiniones en encuestas proporcionadas.
6. La aceptación de la infusión a base de Jengibre deshidratado fue realizada mediante pruebas de degustación brindadas a un panel de catadores no entrenados quienes reaccionaron satisfactoriamente ante este producto, ya que la mayoría (90%) expresó que les gusta no solo por su sabor y aroma sino también por todas sus propiedades beneficiosas que posee.
7. Se obtuvo un producto innovador, con excelentes características organolépticas y terapéuticas y de fácil consumo.



VII. Recomendaciones

- Realizar un estudio de costos de producción para conocer el costo real del producto final.

- Realizar un estudio de vida útil del producto terminado a través de análisis fisicoquímicos (humedad, granulometría) microbiológico y organoléptico.

- Realizar un estudio de mercado para realizar un perfil del producto final.

- Diseñar una etiqueta que contenga toda la información necesaria para el consumidor.



VIII. Referencias Bibliográficas.

1. Acumedic (Centro de Medicina Occidental y Medicina Tradicional en China) (3 de noviembre, 2003). El Jengibre. Pp 1. Recuperado de: <http://acumedic.blogspot.com/2010/11/el-jengibre.html>.
2. Bértiz L, Cuando el sol seca (Plantas medicinales) (s. f.). Recuperado de: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia07/HTML/articulo02.htm>.
3. Carrillo Y, (s. f.). El Jengibre. Pp 1. Revisado en <http://www.monografias.com/trabajos14/jengibre/jengibre.shtml>.
4. Dueña Molins J, (s. f.). Deshidratación. Pp 1. Revisado en: www.conasi.eu/content/pdfs/articulos/deshidratar.pdf.
5. Echeverriarza Paz M, Almada M, Cáceres M, S, Machaín Martha – Singer & Jean Claude Pulfer. UNESCO Montevideo (Asunción Paraguay 2005). *Guía de uso para secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Pp. 6 – 17. Recuperado de <http://www.unesco.org.uy/educacion/fileadmin/templates/educacion/archivos/Guias/ecaderosolar.pdf>.
6. Energía Renovable Recuperado de URL: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable.
7. Flor de Plantas. Plantas, flores, paisajismos y decoraciones de jardines. Jengibre: cultivo, suelo, clima y riego. Recuperado de: <http://www.flordeplanta.com.ar/herramientas-jardinaria/jengibre-cultivo-suelo-clima-y-riego/>
8. Garcés L, (2003). Jengibre, propiedades, uso y algo más. Pp 1. Revisado en www.biomanantial.com/jengibre-propiedades-usos-algo-a-1540.html.
9. García Iturrioz M, (s. f.). Fitoquímicos: Nutrientes del Futuro. Recuperado de: <http://www.casapia.com/informaciones/Fitoquimicos-Nutrientes-Futuro/Fenoles.htm>.
10. Gerencia de inteligencia de mercados (2007). Perfil económico del jengibre. Pp 1. Revisado en www.cei-rd.gov.do/estudios_economicos/estudios_productos/perfiles/JENJIBRE_2007.pdf.
11. Hernández Alarcón E, (2005). Evaluación Sensorial. Pp 70 – 91.



12. Hernández M, Torres Matus T, Velásquez L, (Octubre, 2007). Optimización del proceso de elaboración de “Barritas energéticas” a base de ajonjolí descortezado de producción ecológico (*sesamun indium*) de la variedad ICTA R proporcionada por el complejo agroindustrial “Del Campo” ubicada en Quezalguaque, municipio de León. (Tesis para optar al título) unan león. Pág. 42 – 49.
13. InfoJardin (s. f.). Jengibre, Gengibre. Recuperado de <http://fichas.infojardin.com/condimentos/zingiber-officinale-jengibre-gengibre.htm>.
14. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria INTA (Septiembre 2008). Guía Tecnológica 21. Cultivo de Jengibre. Pp 1 – 15.
15. Isnaya Vademécum. Jengibre picante y sano (s. f.). Recuperado de: <http://isnaya.webseiten.cc/index.php?id=104>.
16. Jengibre. (s. f.) Recuperado de: http://www.vicomex.gob.pa/p_jengibre.html.
17. Línea Natural (13 de julio, 2007). Los Beneficios de la hierba. Recuperado de: http://www.mujeresdeempresa.com/fitness_salud/070701-beneficios-de-infusiones-de-hierbas.asp.
18. López Díaz E, (2002). Jengibre, Zingiber Officinale (Roscoe). Pp 1. Revisado en: www.visionchamanica.com/Plantas/Jengibre.htm.
19. Médicos en Línea (s. f.). Plantas para curar. Recuperado en [http://www.plantasparacurar.com/remedios-naturales-para-la-fertilidad masculina/#more-6825](http://www.plantasparacurar.com/remedios-naturales-para-la-fertilidad-masculina/#more-6825).
20. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola (1991). Aspectos Técnicos de cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Pp 1 – 3. Recuperado de: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-jengibre.pdf.
21. Morales A, (2007). El cultivo del Jengibre. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Pp 4-7. Revisado en www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual-jengibre-pz.pdf.
22. Obando Sánchez Y & Quintero Romero Y (2009). Elaboración de un producto soluble a base de jengibre (*Zingiber Officinale Roscoe*) saborizada con limoncillo (*Cimnopogon Citratus*) (Tesis de Maestría). Pp 25. Revisado en www.repositorio.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/66396O12.pdf.



23. Orellana Alas R, (2004). Evaluación del efecto de dos fuentes de fertilizantes en el rendimiento de jengibre (*zingiber officinale* r.) en la finca bulbuxya, san miguel panan, suchitepequez. (Tesis para optar al título de Ingeniero agrónomo en sistema de producción agrícola en el grado académico de licenciado) Universidad de San Carlos Guatemala. Pp 13.
24. Proceso de secado. Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/martinez_c_j/capitulo5.pdf.
25. Roig, J.T. (1991). Jengibre. Pp 1. Revisado en: www.herbotecnia.com.ar/exo-jengibre.html.
26. Secado (s. f.) Recuperado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Secado>.
27. Silva González P, Silva Pérez A, Soriano Rubio J, (2008), Comparación organoléptica del refresco de chicha en masa de maíz negrito y el refresco de chicha deshidratada mediante la aplicación de la prueba sensorial Dúo – trio (Tesis de Ingeniero). Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua pp. 18 – 37.
28. Soto Calvo, B. (1992). Estudio del Manejo Poscosecha y Deshidratación del Jengibre. (Trabajo de Tesis para optar por el Grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos). Universidad de Costa Rica. Pp 15.
29. Stephen, fulder (1998). El Jengibre. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos14/jenjibre/jenjibre.shtml>.
30. Vergara Cantillano E, (2010). El Gengibre, usos comercialización y practicas de cultivo. Pp 1. Revisado en: <http://ernesto-vergara-cantillo.qapacity.com/cultivos-en-colombia/6266/elgengibre-usos-comercializacion-y-practicas-de-cultivo/>



IX. Anexos



**Operacionalización de las variables del proceso de deshidratación del Jengibre
Jamaquino Amarillo.**

| Operación | Variable | Concepto | Tipo de Variable | Unidad de medida | Instrumento de medida | Valor de la variable |
|-------------------------------|--------------------|--|-------------------------|------------------|---|----------------------|
| Recepción de la materia prima | % de Humedad | Es el agua adsorbida, asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. | Cuantitativa | % | Se determina por medio de una balanza analítica para determinar humedad en alimentos. | |
| Pesado | Cantidad | Determinación de la cantidad de materia prima a utilizar en un proceso. | Numérica | Lb. | Balanza analítica | 5 lbs. |
| Lavado | Tiempo | Consiste en lavar, limpiar con agua las partes sucias de los rizomas de jengibre. | Numérica | Lts | Pana Plástica | |
| Cortado | Tamaño | Consiste en reducir al tamaño mínimo para facilitar el tiempo de secado | Numérica | mm | Regla | 2 mm |
| Secado | % humedad y tiempo | Método de conservación de alimentos que consiste en la eliminación de agua en los alimentos para prevenir la | Cuantitativa y Numérica | % y hrs | Balanza Analítica y Reloj | 12 hrs 8% |



| | | | | | | |
|------------|-------------|--|----------|--------------------|------------|---|
| | | proliferación de microorganismos. | | | | |
| Enfriado | Tiempo | Consiste en llevar el producto caliente a una temperatura ambiente. | Numérica | min | Reloj | 30 min. |
| Molienda | Tamaño | Este proceso es utilizado para la reducción de tamaño (es un proceso de pulverización). | Numérica | μm | molino | 60 μm |
| Tamizado | Tamaño | Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, cedazo o cualquier cosa con la que se pueda colar | Numérica | μm | tamiz | 60 μm |
| Empacado | Tiempo | Es el período que transcurre al empacar el producto final. | Numérica | Minutos | Reloj | 30 Minutos |
| Almacenado | Temperatura | Es la etapa en la cual el producto se almacena a temperatura ambiente para alargar su vida útil. | Numérica | $^{\circ}\text{C}$ | Termómetro | 31 $^{\circ}\text{C}$ – 37 $^{\circ}\text{C}$ |



Anexo N° 2. Tablas de Determinación del porcentaje de humedad tanto de la materia prima como del producto deshidratado,

Tabla N° 6

Determinación de Humedad de los rizomas de Jengibre en los ensayos 1, 2, 3, 4, 5, utilizando una balanza para medición de humedad.

| Ensayo | % de humedad |
|----------|--------------|
| 1 | 79.5% |
| 2 | 81.4% |
| 3 | 80.3% |
| 4 | 79.9% |
| 5 | 80.5% |
| Promedio | 80.32% |

Tabla N°7.

Determinación de humedad del Jengibre deshidratado en los ensayos 1, 2, 3, 4, 5, utilizando una balanza para medición de humedad.

| Ensayo | % de humedad |
|----------|--------------|
| 1 | 8.31% |
| 2 | 9.39% |
| 3 | 8.17% |
| 4 | 8.25% |
| 5 | 8.95% |
| Promedio | 8.61% |

Tabla N°8

Determinación del tiempo óptimo de secado de Jengibre.

Ensayo N° 6

| Tiempo de extracción de la Mx | Peso de la Mx húmeda | Peso de la Mx seca | % de agua eliminada | % de humedad |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| 00:00 | 5.2573 gr | 5.2573 ge | 0% | 100% |
| 01:00 | 5.2573 gr | 4.0741 gr | 22.50% | 77.50% |
| 02:00 | 5.2573 gr | 3.4081 gr | 35.17% | 64.83% |
| 03:00 | 5.2573 gr | 2.9013 gr | 44.43% | 55.56% |
| 04:00 | 5.2573 gr | 2.0113 gr | 61.74% | 38.25% |
| 05:00 | 5.2573 gr | 1.0240 gr | 80.52% | 19.47% |
| 06:00 | 5.2573 gr | 0.8312 gr | 84.18% | 15.81% |
| 07:00 | 5.2573 gr | 0.5110 gr | 90.28% | 9.71% |



Tabla N° 9
Determinación del tiempo óptimo de secado de Jengibre.
Ensayo N° 7

| Tiempo de extracción de la Mx | Peso de la Mx húmeda | Peso de la Mx seca | % de agua eliminada | % de muestra húmeda |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 00:00 | 5.7886 gr | 5.7886 gr | 0% | 100% |
| 01:00 | 5.7886 gr | 3.9125 gr | 32.41% | 67.5% |
| 02:00 | 5.7886 gr | 3.0112 gr | 47.98% | 52.02% |
| 03:00 | 5.7886 gr | 2.6412 gr | 54.37% | 45.62% |
| 04:00 | 5.7886 gr | 2.0118 gr | 65.24% | 34.75% |
| 05:00 | 5.7886 gr | 1.5124 gr | 73.87% | 26.12% |
| 06:00 | 5.7886 gr | 0.9013 gr | 84.42% | 15.57% |
| 07:00 | 5.7886 gr | 0.7213 gr | 87.53% | 12.45% |

Tabla N° 10
Determinación del tiempo óptimo de secado de Jengibre
Ensayo N°8

| Tiempo de extracción de la Mx | Peso de la Mx húmeda | Peso de la Mx seca | % de agua eliminada | % de muestra húmeda |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 00:00 | 5.4022 gr | 5.4022 gr | 0% | 100% |
| 01:00 | 5.4022 gr | 2.9247 gr | 42.55% | 57.55% |
| 02:00 | 5.4022 gr | 1.54 gr | 71.49% | 28.51% |
| 03:00 | 5.4022 gr | 0.9479 gr | 82.45% | 17.55% |
| 04:00 | 5.4022 gr | 0.8935 gr | 83.46% | 16.54% |
| 05:00 | 5.4022 gr | 0.6821gr | 87.37% | 12.63% |



Tabla N° 11

Determinación del tiempo óptimo de secado de Jengibre

Ensayo N° 9

| Tiempo de extracción de la Mx | Peso de la Mx húmeda | Peso de la Mx seca | % de agua eliminada | % de muestra húmeda |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 00:00 | 5.2253 gr | 5.2253 gr | 0% | 100% |
| 01:00 | 5.2253 gr | 3.5092 gr | 32.51% | 68.48% |
| 02:00 | 5.2253 gr | 2.2343 gr | 57.24% | 42.76% |
| 03:00 | 5.2253 gr | 1.7326 gr | 66.84% | 33.16% |
| 04:00 | 5.2253 gr | 1.3389 gr | 74.36% | 25.64% |
| 05:00 | 5.2253 gr | 1.1489 gr | 78.01% | 21.99% |
| 06:00 | 5.2253 gr | 0.9614 gr | 81.60% | 18.40% |
| 07:00 | 5.2253 gr | 0.8112 gr | 84.47% | 15.53 % |
| 08:00 | 5.2253 gr | 0.6124 gr | 88.28% | 11.72% |

Tabla N° 12

Determinación del tiempo óptimo de secado de Jengibre

Ensayo N° 10

| Tiempo de extracción de la Mx | Peso de la Mx húmeda | Peso de la Mx seca | % de agua eliminada | % de muestra húmeda |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 00:00 | 5.8205 gr | 5.8205 gr | 0% | 100% |
| 01:00 | 5.8205 gr | 3.3060 gr | 43.20 % | 56.80% |
| 02:00 | 5.8205 gr | 2.2532 gr | 61.28% | 38.72% |
| 03:00 | 5.8205 gr | 1.8265 gr | 68.61 % | 31.38% |
| 04:00 | 5.8205 gr | 0.8713 gr | 85.03% | 14.96% |
| 05:00 | 5.8205 gr | 0.7202 gr | 87.62% | 12.38% |
| 06:00 | 5.8205 gr | 0.7124 gr | 87.76% | 12.24% |

Tabla N°13

Determinación de humedad de los rizomas de Jengibre en los ensayos 6, 7, 8, 9, 10.

| Ensayo | Peso de la muestra húmeda | % de humedad |
|--------|---------------------------|--------------|
| 06 | 5.3456 gr | 81% |
| 07 | 5.7612 gr | 83.12% |
| 08 | 5.2455 gr | 82.01% |
| 09 | 5.9425 gr | 80.14% |
| 10 | 5.1343 gr | 81.94% |



Tabla N° 14.

Rendimiento de Jengibre por ensayo

| N° de ensayo | Peso del Jengibre sin lavar | Peso del Jengibre lavado | Peso del Jengibre cortado | Peso del Jengibre seco | % de Rendimiento |
|--------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|------------------|
| 1 | 0.58 kg | 0.57 kg | 0.57 kg | 0.090 kg | 15.78% |
| 2 | 2.045 kg | 1.90 kg | 1.77 kg | 0.27 kg | 15.24% |
| 3 | 2.27 kg | 2.09 kg | 2.0 kg | 0.36 kg | 18.00% |
| 4 | 2.27 kg | 2.18 kg | 2.0 kg | 0.36 kg | 18.00% |
| 5 | 2.13 kg | 2.0 kg | 1.81 kg | 0.40 kg | 22.90% |
| 6 | 2.15 kg | 2.0 kg | 1.90 kg | 0.48 kg | 25.26% |
| 7 | 2.66 kg | 2.40 kg | 2.30 kg | 0.68 kg | 29.56% |
| 8 | 1.63 kg | 1.50 kg | 1.40 kg | 0.15 kg | 10.71% |
| 9 | 2.51 kg | 2.34kg | 2.25 kg | 0.70 kg | 31.11% |
| 10 | 1.62 kg | 1.33 kg | 1.25 kg | 0.12 kg | 9.60% |
| Promedio | | | | | 19.62% |

Tabla N° 15

Porcentaje promedio de la humedad obtenida en el Jengibre deshidratado en los ensayos 6, 7, 8, 9, 10.

| Ensayos | % humedad |
|----------|-----------|
| 6 | 9.71% |
| 7 | 12.45% |
| 8 | 12.63% |
| 9 | 11.72% |
| 10 | 12.24% |
| Promedio | 11.75% |

Tabla N° 16

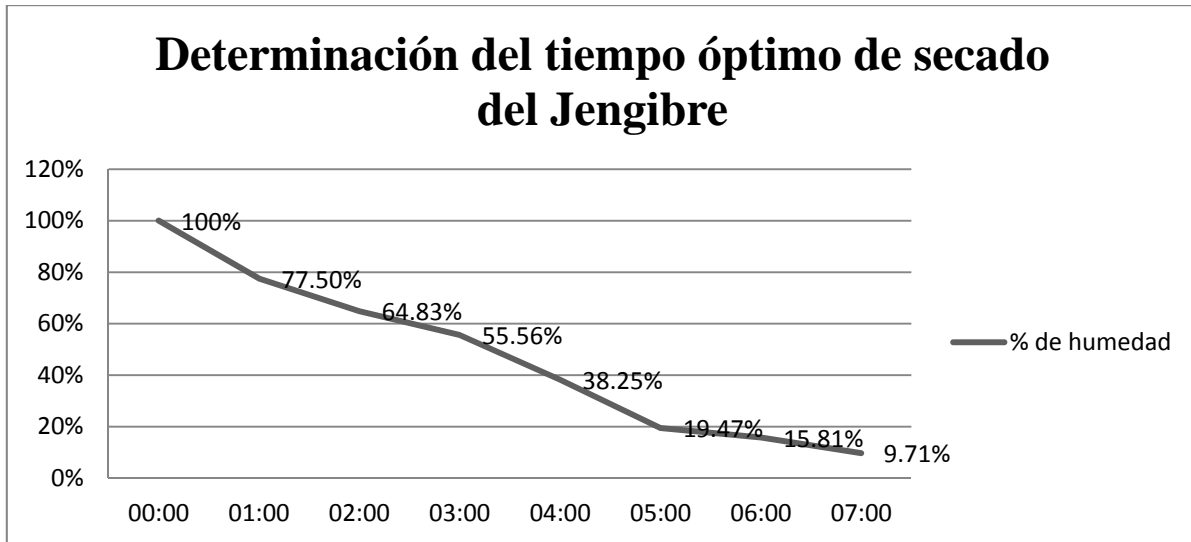
Porcentaje promedio del tiempo óptimo de secado del Jengibre deshidratado

| Ensayos | Horas |
|----------|---------|
| 6 | 7 |
| 7 | 7 |
| 8 | 5 |
| 9 | 8 |
| 10 | 6 |
| Promedio | 6.5 hrs |

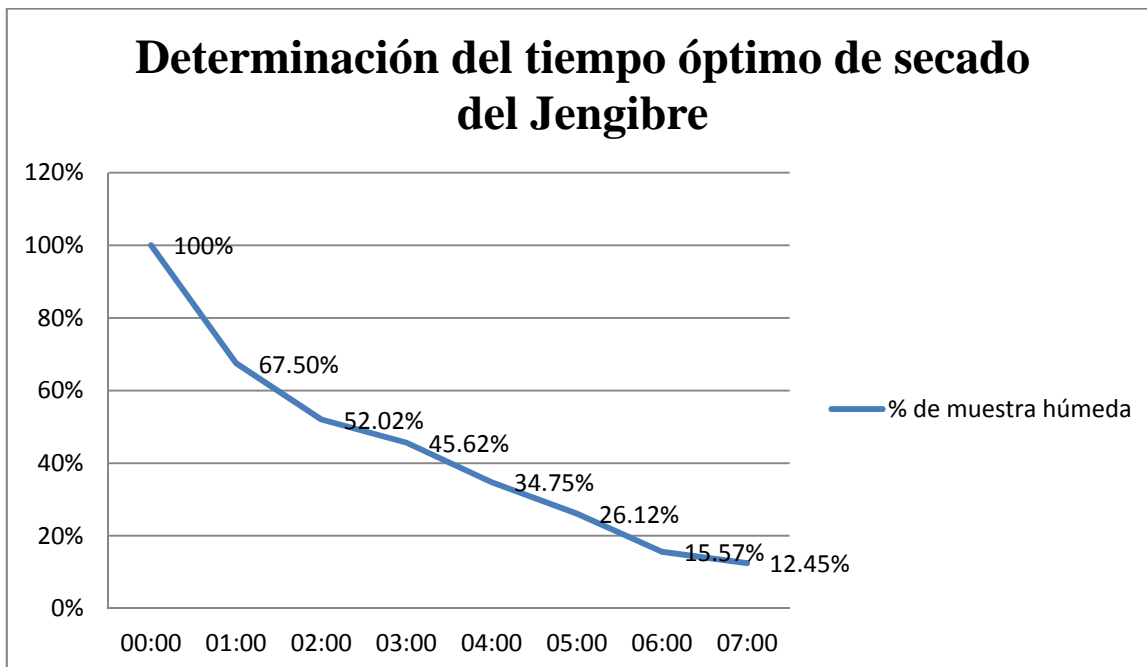


Anexo N°3. Curvas de Secado del Proceso de deshidratación del Jengibre Jamaiquino Amarillo.

Ensayo N° 6

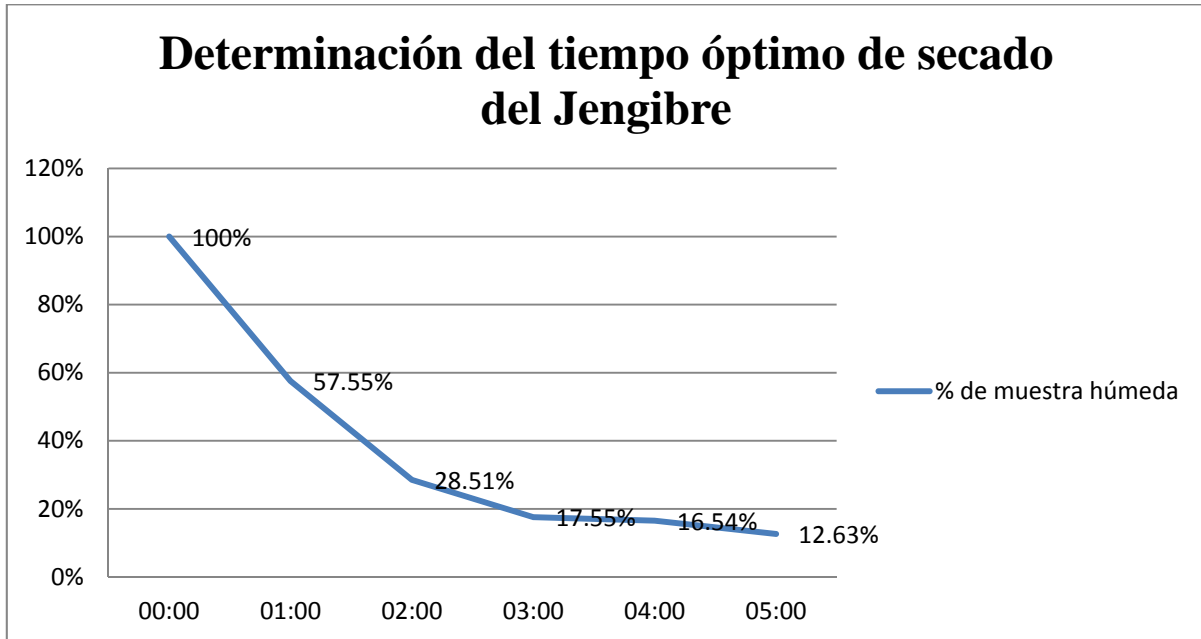


Ensayo N° 7

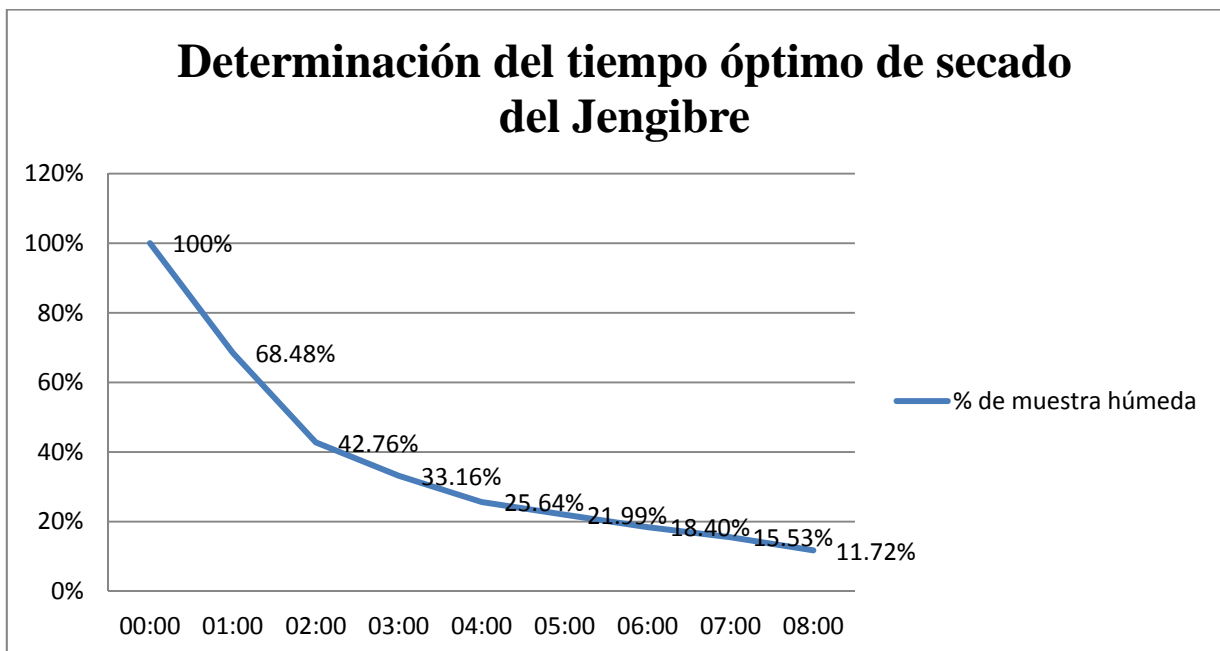




Ensayo N° 8

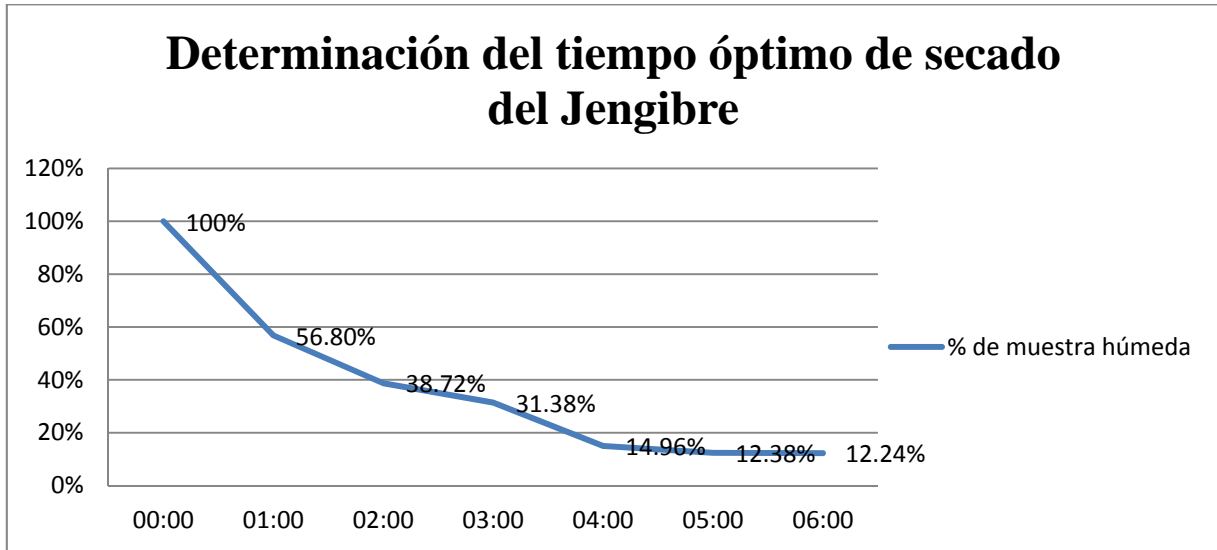


Ensayo N° 9





Ensayo N° 10





Anexo N° 4

Encuesta dirigida a un panel de catadores no entrenados para la caracterización del Jengibre deshidratado y la valoración de la infusión a base de Jengibre deshidratado.

Sexo: F: _____; M: _____

Fecha: _____

La presente encuesta se realizará con el objetivo de conocer la aceptabilidad del producto “Infusión a base de Jengibre Deshidratado” por los posibles consumidores, para ello se realizará una degustación a un panel de catadores no entrenados los cuales serán evaluados mediante una encuesta utilizando una escala hedónica verbal y marcando con una X la respuesta de su preferencia:

1. ¿Cómo caracterizaría el producto?

✓ Color:

○ Café:

Me gusta mucho: _____

Me gusta: _____

No me gusta mucho: _____

No me gusta: _____

No me gusta/ Ni me disgusta: _____

○ Café Marrón:

Me gusta mucho: _____

Me gusta: _____

No me gusta mucho: _____

No me gusta: _____

No me gusta/ Ni me disgusta: _____

○ Café claro:

Me gusta mucho: _____

Me gusta: _____

No me gusta mucho: _____

No me gusta: _____

No me gusta/ Ni me disgusta: _____

✓ Aroma:

○ A Hierba:

Me gusta mucho: _____

Me gusta: _____

No me gusta mucho: _____

No me gusta: _____

No me gusta/ Ni me disgusta: _____



- Natural a Jengibre:
 - Me gusta mucho: _____
 - Me gusta: _____
 - No me gusta mucho: _____
 - No me gusta: _____
 - No me gusta/ Ni me disgusta: _____

✓ Textura:

- Muy Fina:
 - Me gusta mucho: _____
 - Me gusta: _____
 - No me gusta mucho: _____
 - No me gusta: _____
 - No me gusta/ Ni me disgusta: _____
- Fina:
 - Me gusta mucho: _____
 - Me gusta: _____
 - No me gusta mucho: _____
 - No me gusta: _____
 - No me gusta/ Ni me disgusta: _____
- Arenosa:
 - Me gusta mucho: _____
 - Me gusta: _____
 - No me gusta mucho: _____
 - No me gusta: _____
 - No me gusta/ Ni me disgusta: _____

2. ¿Le gusta la infusión a base de Jengibre deshidratado?

✓ Color:

- Café:
 - Me gusta mucho: _____
 - Me gusta: _____
 - No me gusta mucho: _____
 - No me gusta: _____
 - No me gusta/ Ni me disgusta: _____
- Café Marrón:
 - Me gusta mucho: _____
 - Me gusta: _____
 - No me gusta mucho: _____
 - No me gusta: _____
 - No me gusta/ Ni me disgusta: _____



- Café claro:

Me gusta mucho: _____
Me gusta: _____
No me gusta mucho: _____
No me gusta: _____
No me gusta/ Ni me disgusta: _____

- ✓ Aroma:

- A Hierba:

Me gusta mucho: _____
Me gusta: _____
No me gusta mucho: _____
No me gusta: _____
No me gusta/ Ni me disgusta: _____

- Natural a Jengibre:

Me gusta mucho: _____
Me gusta: _____
No me gusta mucho: _____
No me gusta: _____
No me gusta/ Ni me disgusta: _____

- ✓ Sabor:

- A Hierba:

Me gusta mucho: _____
Me gusta: _____
No me gusta mucho: _____
No me gusta: _____
No me gusta/ Ni me disgusta: _____

- Natural a Jengibre:

Me gusta mucho: _____
Me gusta: _____
No me gusta mucho: _____
No me gusta: _____
No me gusta/ Ni me disgusta: _____

3. ¿Consumiría usted este producto?

Sí _____

No _____

¿Porqué?



Imágenes del proceso de deshidratación del Jengibre Jamaiquino Amarillo.

Recepción de la materia prima



Lavado de la materia prima.



Cortado



Trozos en bandejas de secado



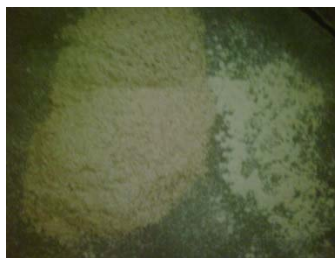
Trozos secos



Molienda



Obtención del polvo





Anexo N° 6

Imágenes de análisis de humedad realizados en el proceso de deshidratación.

Pesado de la cápsula



Pesado de la cápsula más muestra



Pesado de la muestra seca





Anexo N° 7

Imágenes de las encuestas realizadas al panel de catadores no entrenados.

Materiales utilizados en la encuesta.



Presentación de las muestras.



Degustación del panel de catadores no entrenados.

