

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO**



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA METALURGICA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

**FORTIFICACION DE FIDEOS CON POLVO DE
ZANAHORIA**

"TESIS FINANCIADA POR LA UNSAAC"

VERÓNICA CCAHUA TUMPAY

Bachiller en Ingeniería Química, UNSAAC-Cusco, Perú

Dr. Ing° B. NICOLÁS CÁCERES HUAMBO

Asesor

Tesis para optar al Título Profesional de:
Ingeniero Químico

Cusco, Abril del 2015

DEDICATORIA

A Dios que me da todo en la vida, a mi hijo por ser mi mayor fuerza impulsora, a mis padres por todo su amor y confianza, a mis hermanos, a mi amor por su apoyo y amor infinito, y a mis amigas por su aprecio, apoyo y amistad incondicional. Son la expresión viva de que todo se puede lograr en la vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer desde lo profundo de mis ser a todas las personas que hicieron posible la culminación en el desarrollo de este trabajo que involucró voluntad y esfuerzo.

A mis padres por brindarme su apoyo, atención, haberme dado la mayor riqueza, mi educación y alcanzar el objetivo anhelado.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por el apoyo económico para la realización del presente estudio.

A mis hermanos, tía y prima por su confianza en todo momento.

Mi gratitud a mi asesor por la paciencia, compromiso, conocimiento, sabiduría, dedicación y su gran disposición hacia mi trabajo y su valor de dedicar todo de sí para realizarnos como buenos profesionales.

A mis dictaminantes y a mis docentes aquellos que me dieron su conocimiento, su amistad y ayuda a los estudiantes a desarrollarnos como profesionales y lograr nuestra meta como profesionales.

Y finalmente a mis amigas por su valor su confianza, soporte y amistad incondicional durante este tiempo de desarrollo profesional.

Gracias a todos...

Verónica C.

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Química e Ingeniería Metalúrgica.

Señores Miembros del Jurado Dictaminador.

Cumpliendo con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos vigente de la Facultad de Ingeniería Química y con el fin de optar al título profesional de INGENIERO QUÍMICO presento a vuestra consideración la tesis:

“FORTIFICACION DE FIDEOS CON POLVO DE ZANAHORIA”

El presente trabajo de investigación considera la fortificación de fideos adicionando polvo de zanahoria deshidratada por dos métodos en diferentes concentraciones para mejorar su contenido de β -caroteno (pro-vitamina A) en los fideos tipo espagueti. El consumo de β -caroteno, es muy importante desde el punto de vista nutricional por los beneficios que aporta a la salud puesto que estos actúan como antioxidantes libres o trampas de radicales libres y así tienen un rol importante en la prevención de cáncer.

Se pretende contribuir con el estudio a mejorar la alimentación de la población haciendo uso de un recurso existente en la zona con los resultados que se han obtenido en el presente estudio.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
PRESENTACIÓN	iv
Tabla de contenido	v
RESUMEN	1
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	2
1.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2- JUSTIFICACIÓN	2
1.3- OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4- HIPÓTESIS	3
CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA	4
2.1- ANTECEDENTES	4
2.2- HARINA DE TRIGO	6
2.2.1. Composición de la harina de trigo	7
2.3- ZANAHORIA	8
2.3.1. Variedades	9
2.3.2. Disponibilidad de Zanahoria Cusco	11
2.4- CAROTENOIDES	11
2.4.1. Clasificación y Nomenclatura	11
2.4.2. β - caroteno	13
2.5- ANTIOXIDANTES	13
2.6- VITAMINA A	14
2.6.1. Deficiencia de vitamina A	15
2.7- Fortificación de alimentos	16
2.8- Micronutrientes	18

2.9-	FIDEOS	18
2.9.1.	Tipos de fideos	19
2.9.2.	Composición esencial y factores de calidad	20
2.9.2.1-	Composición	20
2.9.2.2-	Criterios de calidad	20
2.10-	Secado convencional o con aire caliente	20
2.11-	Secado por congelamiento o liofilización	21
2.12-	Análisis del contenido de β -caroteno	22
2.13-	Cromatografía	23
2.14-	Espectrofotometría UV	23
2.15-	Textura	23
2.16-	Espacios color	25
2.17-	Análisis sensorial de alimentos	26
2.17.1.	Propiedades sensoriales de los alimentos	27
2.17.2.	Tipos de pruebas sensoriales	28
2.17.3.	Factores que afectan los veredictos sensoriales	30
2.18-	Pruebas estadísticas en el análisis sensorial de alimentos	30
2.19-	Prueba de Tukey	32
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		33
3.1.	Muestra	33
3.2.	Materiales	33
3.3.	Métodos	34
3.3.1.	Obtención del polvo deshidratado de zanahoria	34
3.3.1.1.	Deshidratación de zanahoria por secado convencional	34
3.3.1.2.	Deshidratación de zanahoria por liofilización	35
3.4.	Molienda y tamizado	36
3.5.	Análisis de β -caroteno por espectrofotometría UV	37
3.6.	Elaboración de los fideos fortificado con polvo de zanahoria	37
3.6.1.	Elaboración de fideos	42
3.6.2.	Laminado de corte de fideos	43

3.6.3.	Secado	44
3.6.4.	Embolsado	44
3.7.	Determinación del color por el método del CIELab	44
3.8.	Determinación de textura en los fideos	46
3.9.	Análisis sensorial de los fideos	46
3.10	Análisis estadístico del análisis sensorial de los fideos	48
3.11.	Prueba Tukey	49
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		50
4.1	Composición proximal de zanahoria utilizada	50
4.2	Balance de masa en la deshidratación	51
4.2.1.	β -caroteno en la deshidratación convencional	51
4.2.2.	β -caroteno deshidratación por liofilización	52
4.2.3.	Comparación de la deshidratación	54
4.3	Balance de masa en la elaboración de fideos	54
4.4	Determinación del color en los fideos	64
4.5	Determinación de la textura en los fideos	67
4.6	Análisis sensorial de los fideos	69
4.7	Análisis estadístico del análisis sensorial de los fideos	71
4.8	Prueba de Tukey	74
CONCLUSIONES		83
RECOMENDACIONES		84
BIBLIOGRAFÍA		85
APÉNDICES		89
ANEXOS		130

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue fortificar fideos con β -caroteno utilizando polvo de zanahoria variedad *chantenay* deshidratada en forma convencional y por liofilización en concentraciones de 2.5, 5.0 y 10.0 %, incluyendo una muestra control (0.0 %).

La zanahoria se deshidrató mediante dos métodos, por convección con aire caliente a 50°C y por liofilización confirmándose una menor degradación de β -caroteno por liofilización, luego se sometió a una molienda (malla número 80) para obtener polvo de zanahoria que luego se agregó a la harina de trigo para la elaboración de fideos fortificados. La elaboración de los fideos fortificados se realizó utilizando una máquina confeccionadora de pasta manual en el cual se hicieron fideos laminados largos.

Los resultados indican una degradación de los β -caroteno durante la deshidratación y la elaboración de los fideos y que los fideos elaborados con polvo de zanahoria deshidratada convencionalmente muestran las mejores características debido a que la masa se manipula mejor.

Los fideos elaborados con 10% de polvo de zanahoria deshidratada convencionalmente tienen mayor contenido de β -caroteno de acuerdo al análisis químico. Por otro lado, el análisis sensorial demuestra que los fideos elaborados con polvo de zanahoria liofilizado al 5% conservan mejor el color y tienen la mejor textura. Sin embargo, en cuanto al sabor no se puede dar una conclusión definitiva debido a que se usó una escala del menos salado al más salado y no del menor o mayor gusto del fideo.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La fortificación de alimentos es un enfoque de la calidad que se orienta hacia la satisfacción de las necesidades y expectativas nutricionales del ser humano. Se centra en conseguir productos reforzados con vitaminas, proteínas que el cuerpo humano no lo fabrica necesita incorporarlos en su dieta alimenticia. En este caso los fideos son productos que representan un alimento primordial en la dieta de los peruanos que está basado en un alto porcentaje de harina, siendo su principal ingrediente el trigo como fuente de carbohidrato pero escaso en vitaminas, por esta razón se ha planteado el presente trabajo, elaborar fideos fortificados con β -caroteno en proporciones de 0%, 2.5%, 5% y 10% a la harina a la cual se le realiza evaluaciones químicas, fisicoquímicas y sensorial.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los fideos tienen como componente principal el trigo y otros granos que contienen cantidades limitadas de β -caroteno de ocurrencia natural y en consecuencia es necesario fortificar aquellos productos que tienen como base este tipo de productos debido a los beneficios que tienen en la salud.

El trigo es el componente mayoritario en la formulación de fideos. Sin embargo el trigo carece de β -caroteno por esa razón es necesario fortificar la harina con polvo deshidratado de zanahoria que tiene un alto contenido de β -caroteno que es una materia prima disponible en esta región. El propósito de esta adición es elevar su calidad nutricional considerando las propiedades que tiene el β -caroteno y que los fideos con frecuencia son parte de la ingesta diaria común en diferentes países del mundo.

1.2. JUSTIFICACION

- Es importante mencionar que el trigo es uno de los principales componentes de la mayoría de dietas en el mundo y se ha utilizado en los diferentes países para una variedad de alimentos para el ser humano tales como panes, galletas, tortas pastas, fideos, etc.

- Los carotenoides, incluyendo el β -caroteno, actúan como antioxidantes libres o trampas de radicales libres y así tienen un rol importante en la prevención del cáncer, que es una de las enfermedades que tiene un alto índice mortalidad en el Perú y en diferentes partes del mundo.
- Los carotenoides, como el β -caroteno son de creciente interés debido a su potencial de actuar como antioxidantes libres o trampas de radicales libres y en consecuencia puedan jugar un rol importante en la prevención del cáncer. La harina de trigo ingrediente principal de los fideos carece de vitamina A, por tanto se hace una necesidad el estudio para fortificar los fideos, especialmente en una coyuntura en que los ingresos han aumentado los fideos fortificados se convierten en uno de los commodities importantes en el mercado de alimento peruano.
- Hoy en día el mercado de productos fortificados, enriquecidos con nutrientes se ha convertido en productos favoritos de mayor aceptación, entonces el consumo de alimentos fortificados puede reducir enfermedades, debido a la deficiencia de nutrientes, actualmente el consumidor es más exigente en su dieta.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Fortificar fideos con β -caroteno de zanahoria deshidratada en polvo.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Obtener polvo deshidratado de zanahoria.
- b) Determinar el contenido de β -caroteno en la zanahoria deshidratada convencionalmente y por liofilización.
- c) Elaborar fideos con polvo deshidratado de zanahoria.
- d) Evaluar las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de los fideos fortificados con β -caroteno.

1.4. HIPOTESIS:

Se puede elaborar fideos fortificados con β -caroteno de zanahoria que tengan aceptabilidad.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Se han realizado varias investigaciones en referencia a la producción de fideos en diferentes países, en especial en países asiáticos donde el consumo es grande, casi la mitad de la harina de trigo usada se consume en forma de fideos (Lee *et al.*, 2002). Entre los artículos científicos revisados para el presente estudio se pueden citar los siguientes:

Miskelly y Moss (1985), estudiaron los requerimientos de la calidad de harina para la manufactura de fideos Chinos. Se elaboraron fideos Chinos crudos a partir de un número de harinas molidas experimentalmente. Los principales factores que gobiernan la calidad al comer de los fideos una vez que son preparados fueron el contenido de proteína, la solidez (strength) de la masa y la viscosidad de la pasta de almidón. En cada caso hubo un rango óptimo fuera de la cual la calidad declinó. La brillantez de los fideos se relacionó inversamente al contenido de proteína y el grado de color de la harina.

Arnaud-Vinas y Lorenz (1999) usaron mezclas de harina de trigo roja dura y Taro o Chaya para la producción de fideos, y se determinaron las propiedades de la mezcla y las características de la pasta. Los fideos se evaluaron con respecto al peso al freír, pérdidas en la cocción, color y propiedades de compresibilidad y sensoriales. Se encontró que la adición de Tara y Chaya afecta negativamente el aroma y el sabor y en general la aceptabilidad de los fideos.

Bui y Small estudiaron la influencia de la formulación y el procesamiento en la estabilidad de la tiamina en tres estilos de fideos asiáticos, bajo condiciones controladas de laboratorio. La variación en los ingredientes y el procesamiento es responsable parcialmente de las diferencias en los niveles de tiamina en los diferentes estilos de fideos.

En Filipinas donde el almidón de camote tiene uso limitado, Collado *et al.*, (2001) utilizaron un tratamiento térmico húmedo para modificar las propiedades de este tipo de almidón de tal forma que se puedan utilizar en productos tradicionales con almidón.

Lee *et al.*, (2002) estudiaron la influencia de zapallo maduro sobre las características y calidad de los fideos. Se añadieron cantidades de polvo de zapallo en proporciones de 0, 2.5, 5.0 y 10% para elaborar fideos instantáneos y las muestras fueron evaluadas respecto del contenido de β -caroteno, las propiedades físicas de la masa, el color, las propiedades de cocción, y las características sensoriales. La adición de mayores cantidades de zapallo incremento el nivel de β -caroteno en los fideos y los fideos con 5% de polvo de zapallo fueron los más favorables en apariencia, sabor, textura, y aceptabilidad entre las muestras.

Reungmanepaiton *et al.*, (2006) utilizaron salvado de avena producido de avena descascarada mediante molienda seca y cocción por extrusión para mejorar la calidad nutricional de los fideos de trigo y evaluaron la calidad del fideo. Se utilizaron tres tipos de concentrado de salvado de avena en niveles de 5, 10 y 15% para reemplazar la harina de trigo en la producción de fideos. El incremento de las cantidades de varios concentrados de salvado de avena ocasiono el incremento del contenido de proteína y β -glucanos en los productos. Los fideos con 10% de concentrado obtuvieron las más altas calificaciones en textura, elasticidad y aceptabilidad.

Vázquez (2007), hizo un estudio de pre factibilidad técnico económico para la elaboración de pastas tipo laminada a partir de la harina de trigo, donde elaboraron fideos tipo pantruca (fideo corto de formas irregulares) a nivel industrial con y sin aditivo. El aditivo que se agregó fueron enzimas que ayudaban a mejorar la textura del fideo cuando es cocido. En el estudio de pruebas sensoriales se mostró que las preferidas y las mejor evaluadas por el consumidor fueron las pantrucas tipo laminada y sin aditivo y también la factibilidad técnica permitió concluir que no era necesario invertir en aditivos fijos concluyendo que el costo del producto es menor y más rentable si se elabora a nivel industrial.

Por otro lado, Yuan *et al.*, (2007) estudiaron la conveniencia del uso de diferentes tipos de almidón en la producción de fideos chinos con almidón plano (kuanfen). Se encontraron diferencias significativas en la composición química y poder de hinchamiento entre los almidones de papa, maíz, camote y arroz. Sin embargo, el estudio mostro que una aceptabilidad general del kuanfen correlaciono positivamente y en forma significativa con

la capacidad de masticar, cohesividad y elasticidad de los fideos. Igualmente para predecir la aceptabilidad sensorial del kuanfen usando métodos instrumentales se encontró una correlación entre las variables sensoriales y los parámetros de tensión.

Wang *et al.*, 2011, estudiaron el efecto de tres sales de fosfato en la calidad de fideos Koreanos instantáneos sin freír. En este caso se tomó en cuenta el interés de los consumidores por alimentos más saludables y la demanda de fideos sin freír. Los fideos Koreanos instantáneos contienen un alto nivel de almidón modificado, especialmente almidón de papa modificado tal como el almidón de papa acetilado, por su calidad única al comer. Los resultados mostraron que los fideos con almidón de papa y almidón de papa acetilado tienen similares efectos en la calidad de los fideos, y se sugiere que se puede sustituir parcialmente el almidón de papa acetilado en tanto tiene un impacto mínimo en la calidad del producto terminado.

Ccahua y Cáceres (2013), estudiaron el desarrollo de un fideo con alto contenido de β -caroteno, para evaluar como fuente de β -caroteno la zanahoria, el zapallo y el mango sobre la calidad de los fideos. Se añadieron polvo deshidratado de zanahoria zapallo y mango por separado en proporción de 5% para la elaboración de fideos instantáneos. Las muestras fueron evaluadas en función a las propiedades organolépticas básicamente del fideo donde el orden de aceptabilidad respecto al sabor, color, textura fueron los siguientes: zanahoria, zapallo y mango. Fideos adicionado con polvo de zanahoria tiene mejor aceptabilidad positivamente y un mayor contenido de β -caroteno.

2.2. HARINA DE TRIGO

Se entiende por harina de trigo al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura

Norma del Codex para la Harina de trigo (1985)

Después de cada etapa de reducción de tamaño, el material es derivado a la zona de tamices para efectuar la separación de las distintas fracciones, primeramente de acuerdo a su tamaño y luego según su densidad Osella *et al.* (2006).

La sémola y harina de trigo duro son elaborados con granos de trigo duro (*Triticum durum* Desf.) por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa la mayor parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura Norma del Codex para la Harina de trigo (1985).

2.2.1 Composición de la harina de trigo

En la elaboración de pastas es necesario considerar la composición de la harina de trigo la cual estará en función del tipo de grano usado en su fabricación y el grado de extracción de la harina.

Las harinas de trigo, pueden presentar diferentes composiciones dependiendo del tipo de trigo usado, pudiendo ser trigos blandos, semiduros o duros, tal como se muestra en la Tabla 2.1. La Tabla 2.2 y 2.3 muestran la composición proximal y el contenido de vitaminas en la harina de trigo duro, respectivamente.

Tabla 2.1: Composición Promedio de Diversas Calidades de Trigo por 100 g.

Tipo de Trigo	Agua	Materia nitrogenada	materia Grasa	Almidon	Celulosa	Materia soluble Glucosa	Cenizas
Trigo Duro (g)	12,87	17,98	2,09	56,35	2,78	5,26	2,67
Trigo Semi –duro (g)	13,25	14,06	1,78	61,52	2,45	4,27	2,67
Trigo Blando (g)	13,78	12,25	1,72	64,46	2,38	3,46	1,95

Fuente: Añasco y Rodríguez (2006)

Tabla 2.2: Composición proximal de la harina de trigo duro por 100 g.

Compuesto	Cantidad
Energía Kcal	303
Proteínas g	10.3
Carbohidratos g	74.7
Lípidos g	1.9
Agua g	11.16
Cenizas	1.5

Fuente: Reyes *et al.*, (2009)

Tabla 2.3: Vitaminas por 100 g de harina de trigo duro.

Compuesto	Cantidad
Vit. B1 Tiamina mg	0.42
Vit. B2 Riboflavina mg	0.17
Vit. B6 Pirodoxina mg	0.10
Vit. B12 Cianocobalina µg	0.00
Vit. C Ac. Ascórbico mg	0.00
Vit. A Eq. Retinol µg	0.00
Vit. D µg	0.00

Fuente: Reyes *et al.*, (2009)

2.3. ZANAHORIA (*Daucus carota*)

La zanahoria es una planta bianual de la familia de las *Umbelíferas*, originaria de Europa. Planta con tallos grandes, acanalados y ramificados, hojas muy divididas, flores blancas ó rosadas en forma de umbela (Fig. 2.1). Se le cultiva para el aprovechamiento de su raíz que es comestible siendo fuente importante de vitamina A en forma de carotenoides que actúan como provitamina A, antioxidantes y anticancerígenos, cicatrizante intestinal, y también tiamina, niacina y potasio. Se reproduce por semillas, las que conservan su poder de germinación durante 2-4 años (Maroto, 2002).

Clasificación Científica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Angiospermae

Orden: Umbelliferales

Familia: Umbelliferae

Género: *Daucus*

Especie: *Daucus carota*



Figura 2.1: Zanahoria

2.3.1. Variedades:

- **Antares:** se adapta a los cultivos de verano y otoño, especialmente en siembras de marzo a mayo. Su forma es cilíndrico-cónica, con resistencia a la rotura.
- **Bayon F1:** variedad de tipo Amsterdam de hoja fuerte, precoz, su terminación al principio no es completamente redonda.
- **Bolero:** variedad tipo Nantes, zanahoria alargada que se corta en varios trozos semejantes y se toma como aperitivo. Recomendada para las siembras de abril a junio en zonas frías.

- **CARSON F1:** variedad tipo Royal Chantenay, caracterizada por su raíz cónica de polinización abierta, de muy buen color, sabor y tipo de alta producción uniformidad y fuerza genética.

La variedad que se cultiva en esta región es la variedad tipo Chantenay.

La Tabla 2.4 muestra la composición proximal y el contenido de vitaminas de la zanahoria en general.

Tabla 2.4: Composición proximal y contenido vitaminas de la zanahoria por 100 g.

Compuesto	Cantidad
Calorías kcal	42
Agua g	88.2
Carbohidratos g	9.5
Grasas g	0.2
Proteínas g	1.1
Fibra g	1
Cenizas g	0.8
Calcio mg	37
Fósforo mg	36
Hierro mg	0.7
Vitamina A U.I.	2000-12000 (según variedad)
Tiamina mg	0.06
Riboflavina mg	0.05
Niacina mg	0.6
Ácido ascórbico mg	0.8

Fuente: Maroto (2002).

Para conocer la cantidad de β -caroteno en la zanahoria, es necesario hacer una conversión debido a que la bibliografía no muestra directamente el contenido de β -caroteno, sino se expresa en unidades internacionales UI de vitamina A. Para obtener el contenido de β -caroteno en (μ g) en la zanahoria se multiplicará por 1.8 μ g de β -caroteno a la cantidad total de vitamina A dado en (UI), y ello variará de acuerdo a la variedad (ver Pág. 14).

2.3.2. Disponibilidad de zanahoria en Cusco

De acuerdo a la Dirección Regional de Agricultura Cusco como muestra la Tabla 2.5, la disponibilidad de este producto en la Región Cusco es:

Tabla 2.5: Disponibilidad de la Zanahoria en el Cusco

Producto	Producción (en TM)	
	2011	2012
Zanahoria	7689	5891.2

Fuente: Dirección Regional de Agricultura Cusco (2013).

2.4. CAROTENOIDES

Los carotenoides o tetraterpenoides son una clase de pigmentos con 40 átomos de carbono derivados biosintéticamente a partir de dos unidades de geranil pirofosfato, en su mayoría son solubles en solventes apolares y de coloraciones que oscilan entre el amarillo por ejemplo el β -caroteno, y el rojo del licopeno.

Los carotenoides son precursores de la vitamina A, y estas son sustancias foto protectoras, que inhiben la propagación de especies reactivas de oxígeno y otros radicales libres, por tanto impiden la acción nociva de éstos a nivel celular, y en los animales superiores el β -caroteno es un requerimiento dietario esencial (Martínez, 2003).

2.4.1. Clasificación y nomenclatura

Los carotenoides se encuentran principalmente en áreas de las plantas, especialmente en hojas, tallos, frutos y se clasifican en dos grupos: carotenos y xantofilas. Los carotenos solo contiene carbono e hidrógeno, por ejemplo el β -caroteno y licopeno, mientras que las xantofilas contienen además el oxígeno, por ejemplo la luteína. A los carotenoides generalmente se les nombra con nombres comunes que incluyen los anillos laterales, en especial la posición del enlace doble, como es el caso de β -caroteno que tiene los dos anillos en los extremos y tiene el enlace doble en la misma posición relativa (Martínez, 2003). La Figura 2.2 muestra los carotenoides ampliamente distribuidos en la naturaleza.

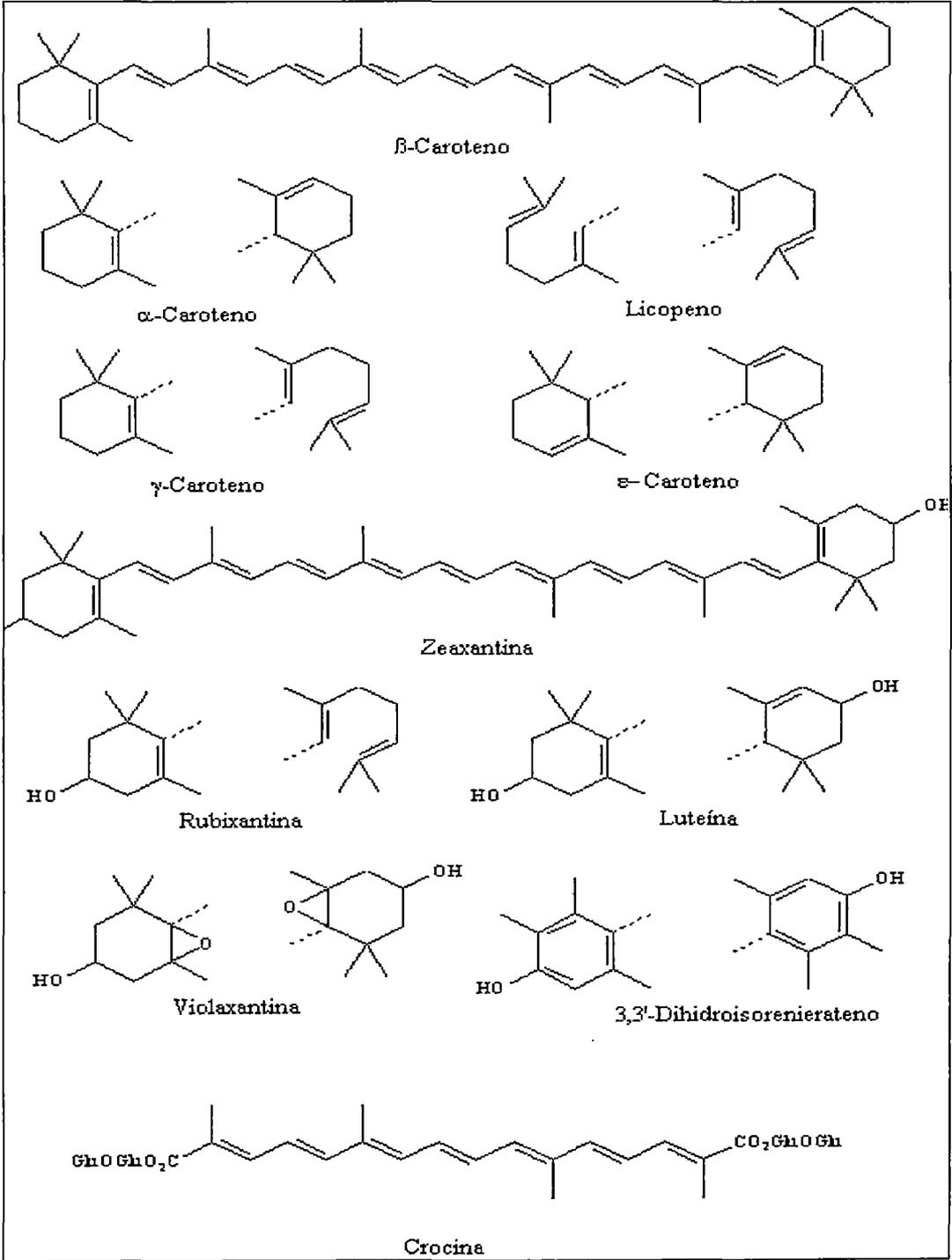


Figura 2.2: Carotenoides ampliamente distribuidos en la naturaleza (Martínez, 2003)

2.4.2. β - caroteno

Es un carotenoide, precursor de la vitamina A. Tiene propiedades antioxidantes que ayudan a eliminar radicales libres previniendo el envejecimiento celular, constituye entre el 25-30 % del contenido total de carotenoides en las plantas y confieren coloraciones amarilla, naranja, roja y violeta a tejidos vegetales y algunos frutos. La Figura 2.3 muestra la estructura química del β - caroteno.

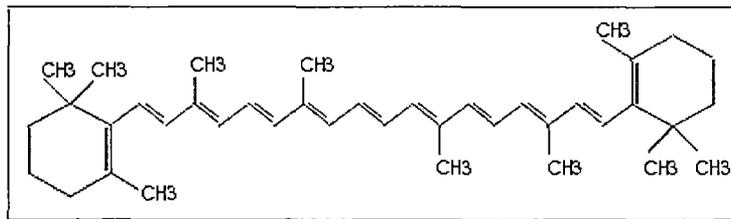


Figura 2.3: Estructura química del β -caroteno

2.5. ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son sustancias que pueden prevenir, retardar y proteger sus células de los efectos de los radicales libres. Los radicales libres son moléculas producidas cuando el cuerpo degrada los alimentos o por la exposición ambiental al humo del tabaco y la radiación. Los radicales libres pueden dañar las células y pueden representar un papel importante en las enfermedades cardíacas, el cáncer y otras enfermedades.

Para que una sustancia actúe como antioxidante debe ser capaz de reaccionar fácil y específicamente con un radical libre, neutralizándolo e impidiendo el daño oxidativo a las células.

Las sustancias antioxidantes incluyen:

- β - caroteno
- Luteína
- Licopeno
- Selenio

Los antioxidantes se encuentran en muchos alimentos. Entre éstos, las frutas y los vegetales, las nueces, los granos y algunas carnes, aves y pescados.

2.6. VITAMINA A

La vitamina A, es una vitamina liposoluble, se conoce también como retinol o antixeróptica ya que genera pigmentos necesarios para el funcionamiento de la retina. Desempeña un papel importante de una buena visión, especialmente ante la luz tenue también se puede requerir para la reproducción y la lactancia.

La vitamina A como tal ocurre en forma natural solamente en materiales de origen animal como la carne, la leche, huevos, y similares. Las plantas no contienen vitamina A, pero contienen su precursor, β -caroteno. El hombre y otros animales necesitan ambos la vitamina A o su precursor, que fácilmente se convierte en vitamina A. El β -caroteno se encuentra en la naranja y otros vegetales anaranjados, así como vegetales con hojas verdes. Fuentes de alimentos ricos en vitamina A son el hígado, aceites de pescado, productos lácteos conteniendo la grasa, y los huevos. Fuentes de su principal precursor, β -caroteno, son las zanahorias, zapallo, camote, espinaca y berza común (*Brassica oleracea* acephala). La vitamina A y el β -caroteno se fabrican sintéticamente, como otras vitaminas (Potter, 1986).

Hasta hace poco, la actividad de la vitamina A en los alimentos se expresaba en términos de Unidades Internacionales (UI), que es una medida de la actividad biológica de la vitamina A. Como la actividad biológica preformada (retinol), β -caroteno, y otros carotenoides difiere, se puede evitar la confusión expresando la actividad total de vitamina A en términos de su peso equivalente en retinol puro. Así, muchos países han reemplazado las UI con "equivalentes de retinol" (ER). Un equivalente de retinol es igual a 1 μ g de retinol o 6 μ g de β -caroteno (Potter, 1986).

Por otro lado, de acuerdo a Latham (2002) el cálculo del contenido de Vitamina A en los alimentos es:

$$1 \text{ UI retinol} = 0.3 \mu\text{g retinol} = 0.3 \text{ ER}$$

$$1 \text{ ER} = 3.33 \text{ UI retinol}$$

1 ER = 6 μg β -caroteno

A continuación la Figura 2.4, muestra la estructura química de la vitamina A.

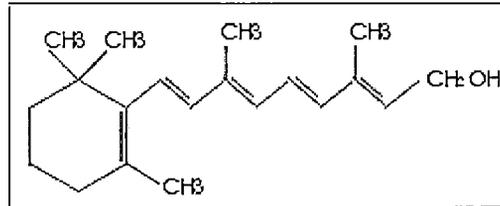


Figura 2.4: Estructura Química de la vitamina A

2.6.1 Deficiencia de Vitamina A

La deficiencia de vitamina A hace tiempo se ha identificado como una enfermedad seria y prevenible, pero la extensión a la cual las poblaciones son afectadas por ella y sus implicaciones de los efectos para la sobrevivencia y la salud no ha sido atacada con amplitud. Se ha realizado investigación básica demostrando los efectos biológicos de la deficiencia de la vitamina A.

La deficiencia de vitamina A existe en más de 60 países en un nivel clínico o subclínico. En 1994 los datos proyectados globales mostró que 2.8 millones de niños de 0 a 4 años de edad clínicamente afectados por la deficiencia de vitamina A, y moderadamente afectados 251 millones. Por lo tanto, por lo menos 254 millones de niños en edad preescolar estaban en riesgo debido a la deficiencia de vitamina A.

La principal causa de la deficiencia de vitamina A en la inadecuada ingesta en la dieta del retinol o precursores de la vitamina A. Un incremento en ciertas condiciones fisiológicas y patológicas, absorción inadecuada, o pérdida del contenido en el intestino durante la diarrea son factores frecuentes que contribuyen en establecer una deficiencia de vitamina A, (Lotfi *et al.*, 1996). A continuación la Tabla 2.6, muestra los requerimientos nutricionales

Tabla 2.6: Requerimientos nutricionales diarios

Requerimientos de nutrientes							
Edad	No gestante					Gestante	Lactante
	11-14	15-18	19-22	23-50	>51		
A(µg retinol)	800	800	800	800	800	1000	1000
D (U.I)	400	400	400			400	400
E (U.I)	12	12	12	12	12	15	15

Fuente: Falen (1995).

2.7. Fortificación de alimentos

La fortificación de alimentos es la adición de uno o más nutrientes a los alimentos. El principal objetivo es aumentar el nivel de consumo de los nutrientes añadidos para mejorar el estatus nutricional de una población determinada (Lotfi *et al.*, 1996). Se debe mencionar que el principal rol de la fortificación de alimentos es la prevención de la deficiencia, y por lo tanto evitar la ocurrencia de desórdenes que conduzcan al sufrimiento humano y desventajas socioeconómicas. No obstante, la fortificación de alimentos puede también ser practicada para eliminar y controlar la deficiencia en la dieta y sus desordenes.

Para describir el proceso de adición de nutrientes a los alimentos, se han utilizado otros términos tales como *enriquecimiento*, *nutrificación* (Harris, 1968) o *restablecimiento* en forma intercambiable, aunque cada uno de ellos implica un curso de acción. Aunque la fortificación se refiere a la adición de nutrientes a niveles más altos o comparables que aquellos que se encuentran en el alimento original, **enriquecimiento** con frecuencia se utiliza para hacer referencia a la adición de uno o más nutrientes a alimentos procesados a niveles especificados en los estándares internacionales de identidad de alimentos. **Restablecimiento** se refiere a la compensación de la pérdida de nutrientes durante el procesamiento, y **nutrificación** significa hacer una mezcla dietética o un alimento más nutritivo.

En términos generales, la fortificación de alimentos puede emplearse para los siguientes propósitos:

- Corregir una deficiencia en la dieta de aquellos nutrientes que son añadidos.
- Restablecer nutrientes inicialmente presentes en cantidades significativas en un alimento pero que se perdieron como resultado del procesamiento y fabricación.
- Incrementar la calidad nutricional de productos alimenticios fabricados que son usados como la única fuente de alimentación, por ejemplo, en fórmulas para infantes, etc.; y
- Asegurar la equivalencia nutricional de productos alimenticios fabricados substituyendo otros alimentos, por ejemplo, margarina fortificada como un substituto de la mantequilla.

La fortificación es una forma de procesamiento de alimentos de especial interés para los nutricionistas. Cuando se utiliza adecuadamente puede ser una estrategia para controlar la carencia de nutrientes. Los términos fortificación y enriquecimiento se utilizan casi siempre en forma intercambiable. La fortificación se ha definido como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes. Esta estrategia se puede aplicar en naciones o comunidades donde hay un problema o riesgos de carencia de nutrientes.

En algunos casos, la fortificación puede ser el procedimiento más fácil, económico y útil para reducir un problema de deficiencia, pero se necesita cuidado y también evitar su excesiva promoción como panacea general en el control de las carencias de nutrientes. Hay que evaluar los pros y los contras de la fortificación en cada circunstancia. Aun así, muchas veces la fortificación se ha subutilizado en los países en desarrollo como estrategia para controlar las carencias de nutrientes, mientras que en muchos países industrializados generalmente se usa en exceso. Se pueden agregar nutrientes que generalmente no faltan en la dieta de consumidores que no tienen mucho riesgo de carencia de ello.

2.8. Micronutrientes

La fortificación de los alimentos ofrece una estrategia importante para ayudar al control de tres carencias principales de micronutrientes, en particular la carencia de yodo, vitamina A y hierro. En los países en desarrollo, la prioridad debe ser la fortificación con estos nutrientes. Con yodo, la fortificación en forma de sal yodada, es casi siempre la única estrategia que se sigue. Con la vitamina A y el hierro, la fortificación se debe emplear en combinación, no con exclusión, de otras intervenciones. Se debe tener un cuidado especial de posibles problemas tóxicos con la vitamina A, sobre todo en mujeres embarazadas o que planean concebir. Las ventajas de la fortificación, sobre algunas otras estrategias para el control de las carencias de vitamina A y yodo, son a menudo ignoradas y merecen una mayor atención.

Como se indica en otra parte de esta publicación, otras carencias de micronutrientes son de una cierta importancia en algunos países y la fortificación puede ser una buena estrategia para reducir la prevalencia de algunas carencias, como por ejemplo, de niacina, tiamina, riboflavina, folato, vitamina C, zinc y calcio,(La Tham, 2002).

2.9. FIDEOS

Los fideos son un tipo de pasta, se denomina pasta a los alimentos preparados con una masa (no fermentada) cuyos ingredientes básicos pueden ser sémolas, se molinas o harinas procedentes de trigo duro, semiduro o blando mezclada con agua, y a la cual se puede añadir sal, huevo u otros ingredientes conformando un producto que generalmente se cuece en agua hirviendo (Lee y Rizzi, 1994).

En la elaboración de pastas secas a nivel industrial, los defectos más comunes son:

- Fideo agrietado o arrebatado: se debe a una deshidratación brusca en un corto período. Se caracteriza por la presencia de fisuras internas en la pasta seca.
- Contaminación por hongos, ácaros y polillas: causado por una humedad residual superior a un 12%. La salida muy lenta de agua en la etapa preliminar también conduce a aumentar la contaminación y la acidez.
- Intensidad del color: En parte el color depende de la cantidad de aire presente. Si se aumenta la presión sobre la masa, disminuye el número de burbujas, pero aumenta el

tamaño y por ende la transmisión de la luz a través de ella, disminuyendo así la intensidad del color amarillo. Además, resiste mayor tiempo a la cocción.

- Otro factor que influye en el color es el tipo de trigo a utilizar como materia prima.
- En este caso se trabaja con harina de trigo duro, por lo que el color objetivo es el blanquizco, el cual es bien aceptado por los consumidores en ciertos tipos de fideos como chinos y pastas frescas en su generalidad. La intensidad del color depende también de la reacción de Maillard, puesto que el fideo puede pardearse. Esto ocurriría por mal manejo de las temperaturas en el proceso de secado que aceleraría la reacción y/o el contenido de agua de la masa con que se elabora el fideo que favorece la reacción, sobre todo si el agua se encuentra en exceso, pues el fideo además de pardearse se arrebatata (Vásquez, 2007).

2.9.1. Tipos de fideos

El fideo es un tipo de pasta del cual derivan por ejemplo los espaguetis, tallarines (Fig. 2.5). Los espaguetis son pastas largas, redondas, de diámetro variable y una longitud mínima de 30 cm. Si son más gruesos y están huecos, o sea si se convierten en tubos, estas largas pastas se denominan macarrones. Todas las hechas del mismo tipo de masa tienen, independientemente de su forma, el mismo sabor; sólo su preparación hace que sean diferentes. Por tanto, son las formas en las pastas largas su característica es el grosor y sus nombres los que dan la variedad a la colección de la pasta alimenticia. A esto hay que añadir los distintos tipos de masa, que son los que hacen que la oferta sea tan variada.

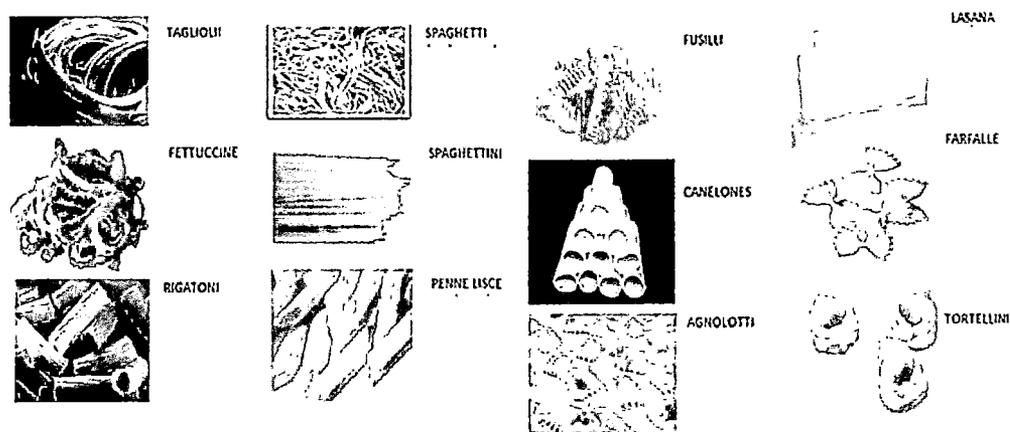


Figura 2.5: Diferentes tipos de fideos secos

Norma del Codex para Fideos Instantáneos (2006)

La norma del Codex para fideos se aplica a diferentes tipos de fideos preparados con harina de trigo y/o harina de arroz como ingrediente principal, con o sin adición de otros ingredientes.

2.9.2. Composición esencial y factores de calidad

2.9.2.1. Composición

1. Ingredientes esenciales

- Harina de trigo y/o arroz y/u otras harinas
- aceite
- agua

2. ingredientes facultativos

Los ingredientes facultativos serán los que se emplean habitualmente.

2.9.2.2. Criterios de calidad

1) Criterio organoléptico

El producto debe ser aceptable por lo que se refiere a su aspecto, textura, aroma, sabor.

2) Materias extrañas

El producto estará libre de materias extrañas.

2.10. Secado convencional o secado con aire caliente

En el secado convencional que se efectúa con aire caliente, denominado también secado convectivo la remoción de humedad de un producto alimenticio involucra simultáneamente transferencia de calor y masa.

La transferencia de calor ocurre dentro de la estructura del producto y está relacionado con el gradiente de temperatura entre la superficie del producto y la superficie del agua en algún lugar dentro del producto. Energía suficiente se añade al agua para provocar la evaporación, el vapor es transferido de la superficie del agua dentro del producto a la superficie del producto. El gradiente que ocasiona la difusión húmeda-vapor es la presión

de vapor en la superficie del agua líquida respecto de la presión de vapor del aire en la superficie del producto.

La transferencia de calor y masa dentro de la estructura del producto ocurre en el nivel molecular, con la transferencia de calor limitado por la conductividad iónica de la estructura del producto, mientras que la transferencia de masa es proporcional a la difusión molecular del vapor de agua en el aire.

En la superficie del producto, tiene lugar simultáneamente la transferencia de calor y masa pero es controlado por procesos convectivos. El transporte de vapor de agua sale de la superficie del producto al aire y la transferencia de calor del aire a la superficie del producto es una función de la presión de vapor existente y los gradientes de temperatura, respectivamente, y la magnitud del coeficientes convectivos en la superficie del producto.

Dado que la velocidad de secado es directamente proporcional al más lento de los cuatro procesos, es importante tomar en cuenta todos los procesos. En la mayoría de los productos, la transferencia de calor y masa dentro de la estructura del producto serán los procesos limitantes de la velocidad (Singh y Heldman, 2009).

2.11. Secado por congelamiento o liofilización

En general la liofilización es un proceso de remover agua de un producto por sublimación y desorción. La sublimación es el paso directo del estado sólido del agua al estado vapor sin pasar por la fase líquida, ocurre cuando la presión de vapor y la temperatura del agua congelado está por debajo del punto triple (4.58 mmHg, 0°C), como muestra la Figura 2.6. La liofilización también puede ser llevada a cabo a presiones moderadas e incluso a presión atmosférica. El principio de este proceso es producir una diferencia de presión de vapor lo más grande posible por soplado de aire seco sobre el material congelado. En la práctica, el proceso es muy largo debido a las bajas tasas de transferencia de masa y energía en comparación a los proceso de secado de aire que elimina el agua en una sola etapa, la liofilización es un proceso costoso ya que toma grandes cantidades de tiempos de operación y energía. La energía es necesaria para congelar el producto, calentar el producto congelado a sublimar hielo, condensar el vapor de agua y mantener la presión en el sistema.

La liofilización es usado para obtener productos secos de alta calidad que obtenidos con métodos de un secador convencional. Los productos liofilizados tienen alta rigidez estructural, alta capacidad de rehidratación, de baja densidad, y retener las propiedades iniciales de materias primas como el aspecto, la forma, el gusto y sabor. Este proceso se utiliza generalmente para la deshidratación de productos de alto valor añadido y sensible a los tratamientos de térmicos, producidos por las industrias farmacéuticas, biotecnológicas y alimentos, (Wolti *et al*, 2005).

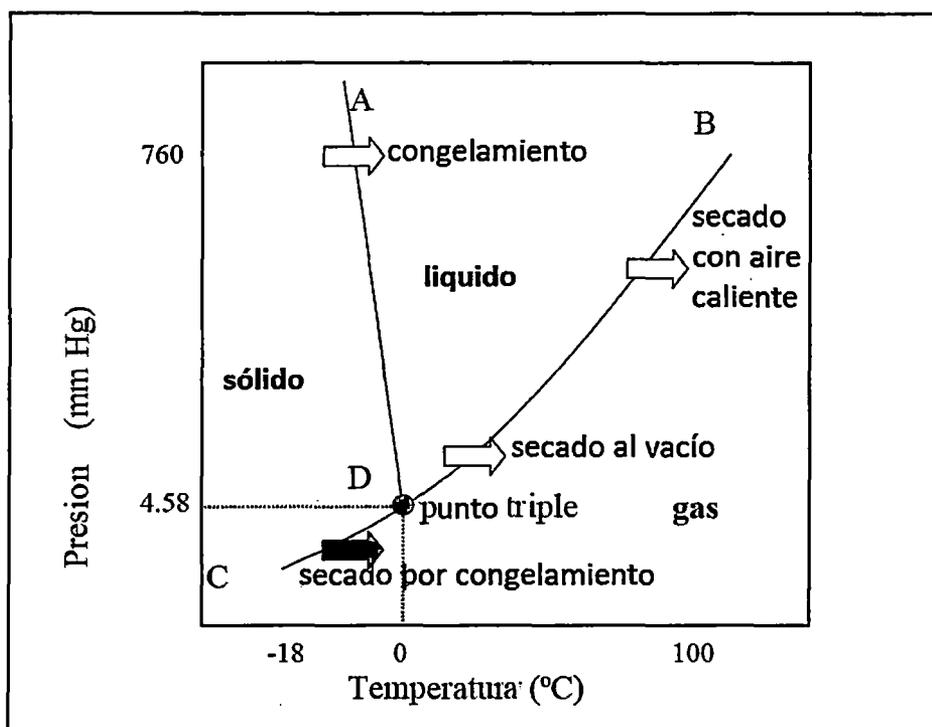


Figura 2.6: Diagrama de fase presión- temperatura del agua pura.

2.12. Análisis del contenido de β -caroteno

Para el análisis del contenido de β -caroteno existen diferentes estudios de análisis que muestran básicamente dos técnicas. La primera técnica es la cromatografía líquida de alta performance o HPLC por sus siglas en inglés (High Performance Liquid Chromatography), (Rogers *et al.*, 1993; Ahamad *et al.*, 2007); la segunda técnica es la espectrofotometría UV (Karnjanawipagul *et al.*, 2010; Fefana, 2005).

2.13. Cromatografía

La cromatografía es una técnica utilizado para la separación de los componentes de una muestra, análisis cualitativo y cuantificar componentes.

Los métodos cromatográficos se clasifican atendiendo a la naturaleza de la fase móvil (gas o líquido), de la fase estacionaria (líquido o sólido), del soporte utilizado (columna, papel o placa), del mecanismo de separación (adsorción, reparto, intercambio iónico o permeación en gel) e incluso de tipo de soluto (iones, proteínas, polímeros, etc.). Un método muy utilizado es la cromatografía líquida como mecanismo de separación el reparto de los componentes de una muestra en la cual los componentes se distribuyen en dos fases, una de las cuales es estacionaria, mientras que la otra se mueve. La fase estacionaria puede ser un sólido, un líquido sobre un soporte sólido, o un gel. La fase estacionaria puede estar contenida en una columna, extendida en forma de capa o dispuesta en forma de película. La fase móvil puede ser gaseosa o líquida, (Khachic *et al*, 1985).

2.14. Espectrofotometría UV

Este es una técnica aplicado a polvos, emulsiones, suspensiones totales con contenido de β -caroteno por encima de 0.8% (Fefana, 2005).

La espectrofotometría usa como fuente luminosa la luz blanca natural o artificial (espectro continuo entre rojo y ultra violeta). Las mediciones se realizan por medio de un espectrofotómetro a una longitud de onda de 461 nm. El método se fundamenta en la medición de la absorbancia de un extracto de carotenoides presentes en el alimento y luego mediante el uso de un patrón estándar internacional de calibración se calcula el contenido de carotenoides en la muestra.

2.15. Textura

Los componentes estructurales de los alimentos les confieren un amplio rango de propiedades, referidos colectivamente como textura; el aspecto particular de textura predominante varía en cada alimento.

El análisis de textura tiene sus comienzos en la observación visual y táctil, pero la mejor apreciación se experimenta durante el contacto del alimento con las distintas partes de la cavidad bucal. Los parámetros que integran la textura son difíciles de evaluar psicológicamente, ya que la naturaleza y variación del estímulo están asociadas a características físicas en conjunto donde se involucran más de un factor, impidiendo identificar y aislar un parámetro fundamental sensorialmente puro.

La textura es una propiedad compuesta y compleja, e implica cualidades mecánicas como la dureza, cohesividad, etc., así como geométricas tales como tamaño y forma de las partículas, además de las propiedades relacionadas con contenido de humedad y grasa.

La mayoría de los métodos instrumentales desarrollados para medir características mecánicas de los alimentos se basan en la aplicación de una fuerza sobre ellos y en el registro de su resistencia a la misma. A su vez describen el método de perfil de textura instrumental y el desarrollo de un texturómetro que marcaron un hito importante en las investigaciones de medida de la textura en los alimentos; aunque primeramente se incorporó la idea de registrar todo el proceso de la respuesta del alimento, obteniéndose más de una variable mecánica en un solo ensayo.

El análisis de perfil de textura (TPA) está basado en el ensayo fuerza vs tiempo, dado que el acto comprime la muestra dos veces, se obtienen dos curvas positivas y dos negativas (ver Figura 2.7). Los picos de fuerzas y las áreas bajo las curvas se utilizan para determinar las distintas propiedades de los alimentos como fracturabilidad, dureza, cohesividad, adhesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad (González y Ibañez, 2010).

Este análisis es para controlar los efectos por adición de ingredientes en su formulación o parámetros del proceso, esto es necesario en la evaluación de la calidad del producto y ello nos conduce a una aceptabilidad, satisfacción o rechazo del producto por el consumidor.

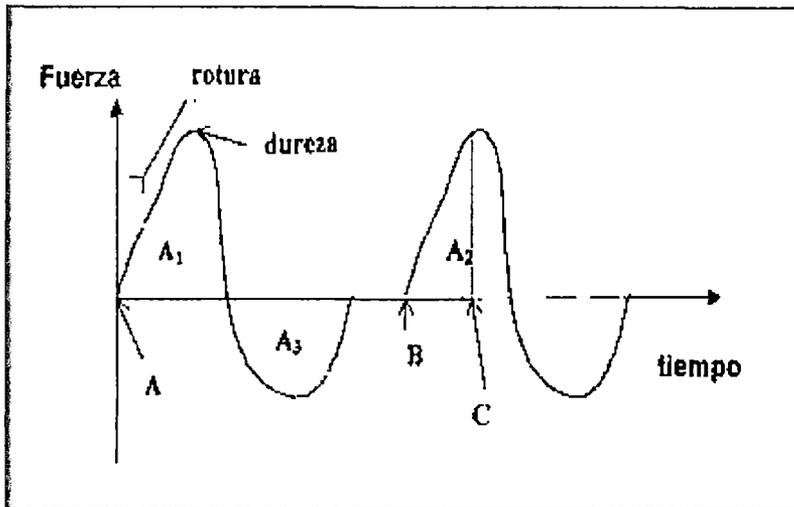


Figura 2.7: Curva típica de perfil de textura lograda en un texturómetro (Gonzales, 2010)

2.16. Espacios de color

Lab es el nombre abreviado de dos espacios de color diferentes, Hunter Lab (1966) y CIELab (1976). Ambas escalas de color están basadas en la teoría del color opuesto que asume que los receptores en el ojo humano perciben el color como los siguientes pares de opuestos:

- La escala **L**: claro vs oscuro, donde un número bajo (0-50) indica oscuro (negro) y un número alto (51-100) indica claro (blanco).
- La escala **a**: rojo vs verde, donde un número positivo indica rojo y un número negativo indica verde.
- La escala **b**: amarillo vs azul, donde un número positivo indica amarillo y un número negativo indica azul.

Se requieren los tres valores para describir completamente el color de un objeto. El espacio de color **L**, **a**, y **b** se puede representar en tres dimensiones.

Ambos espacios de color se derivan del espacio maestro CIE 131 XYZ. Sin embargo, CIELab se calcula usando raíces cúbicas, y Hunter Lab se calcula usando raíces cuadradas. Se recomienda utilizar CIELab para nuevas aplicaciones, excepto donde los datos deban compararse con valores Hunter L, a, b existentes.

El CIE L*a*b* (CIELab) es el modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. Fue desarrollado específicamente con este propósito por la *Commission Internationale d'Eclairage* (Comisión Internacional de la Iluminación), razón por la cual se abrevia CIE, y los asteriscos que siguen forman parte del nombre, ya que representan L*, a* y b* de L, a y b. Los valores de ΔL , Δa y Δb indican cuanto un estándar y una muestra difieren una de otra en L, a y b. Por ejemplo, si Δa es positivo (muestra menos el estándar), la muestra es más roja que el estándar.

Los valores de ΔL , Δa y Δb se usan con frecuencia para el control de calidad o para el ajuste de fórmula. Se pueden colocar tolerancias para los valores de Δ , de forma que los valores de Δ que están fuera de la tolerancia indican que existe demasiada diferencia entre el estándar y la muestra. Se puede calcular también la diferencia de color total, ΔE , que representa las diferencias entre L, a y b entre el estándar y la muestra.

Existen fórmulas para convertir las escalas de color. Así por ejemplo, a la escala RGB (Red, Green and Blue, en español rojo, verde y azul) que es la composición del color en términos de la intensidad de los colores primarios de la luz que usa el Adobe Photoshop.

2.17. Análisis sensorial de Alimentos

La evaluación sensorial fue definida por la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos en Alimentos de los Estados Unidos en 1975 como "La disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar aquellas reacciones a las características de los alimentos y materiales como se perciben a través de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído". La sensación compleja que resulta de la interacción de nuestros sentidos es usada para medir la calidad de los alimentos en programas tales como control de calidad y desarrollo de nuevos productos. Esta evaluación puede efectuarse mediante paneles de un número pequeño de personas o por varios cientos dependiendo del tipo de información que se requiere (Poste *et al.*, 1991).

Cuando un alimento es evaluado haciendo uso de los sentidos se realiza una evaluación sensorial. La palabra sensorial se deriva del Latín *sensus* que significa sentido. Por siglos los sentidos han sido utilizados para evaluar la calidad de los alimentos. El sistema

sensitivo del ser humano es una gran herramienta para el control de la calidad de los productos de diversas industrias.

2.17.1. Propiedades sensoriales de los alimentos

Se pueden mencionar las siguientes:

- Apariencia
- Color
- Olor/Aroma
- Gusto/sabor
- Textura

La relación entre los atributos sensoriales y lo sentidos se muestra en la Figura 2.8.



Figura 2.8: Relación entre los atributos sensoriales y los sentidos

El análisis sensorial también puede definirse como el método científico utilizado para provocar, medir, analizar e interpretar respuestas a productos, percibidas por los sentidos de la vista, el olfato, del tacto, del gusto y el oído (Sidel y Stone, 1993).

El objetivo de la evaluación sensorial en la industria es proveer de información válida y confiable a los distintos departamentos en una empresa, y se debe considerar que los resultados de la evaluación sensorial influyen sobre la decisión sobre un producto.

La evaluación sensorial se implementa en los siguientes casos:

- Desarrollo de nuevos productos
- Imitación de productos
- Modificación de ingredientes y procesos
- Cambio de proveedor
- Estabilidad en estante
- Control y mantenimiento de la calidad
- Preferencia y aceptabilidad del consumidor

Por otro lado, las principales ciencias con las que se integra la evaluación sensorial son:

- Psicología
- Fisiología
- Sociología
- Estadística.

Las propiedades que se evalúan sensorialmente son:

- Apariencia con la vista
- Textura con el tacto y el oído
- Color con la vista
- Sabor con el gusto, y
- Aroma con el olfato.

2.17.2. Tipos de Pruebas Sensoriales

Las pruebas sensoriales pueden clasificarse en: Análisis Afectivos, Análisis Discriminativos, y Análisis Descriptivos. Los objetivos y preguntas de interés se resumen en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7: Tipos de pruebas sensoriales

Pruebas sensoriales	Objetivo	Pregunta de Interés
Afectiva	Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto	¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?
Discriminatoria	Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor	¿Existe diferencia entre dos productos?
Descriptiva	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales	¿En qué tipos de características Específicas difieren los productos?

Fuente: Escuela Panamericana (2013)

Las pruebas afectivas se realizan con los consumidores que expresan su reacción subjetiva ante el producto indicando si le gusta o le disgusta, o si lo acepta o lo rechaza. Estas pruebas tienen mayor variabilidad en sus resultados y son más difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales. Se clasifican en pruebas de preferencia y pruebas de aceptación.

Las pruebas discriminativas se implementan si se desea establecer si hay diferencias o no entre dos o más muestras. Son utilizadas para: (i) el control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme si son comparables con el estándar; (ii) determinar el efecto de las modificaciones en las condiciones de proceso sobre la calidad sensorial del producto; y (iii) alteraciones en el producto por la sustitución de un ingrediente por otro (saborizantes, preservantes y otros). Las pruebas discriminativas más comunes son: prueba de comparación apareada simple, prueba triangular, pruebas dúo-trío, prueba de comparaciones apareadas de Scheffé, prueba de comparación múltiple y prueba de ordenamiento.

Las pruebas descriptivas consisten en definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible, proporcionan más información acerca del producto e involucra detección y descripción de atributos sensoriales. Usa de 5 a 10 panelistas

entrenados para productos de producción pequeña y mediana. En estos casos la interpretación de resultados es más laboriosa. Los componentes del análisis descriptivo son: la intensidad, las características, el orden de aparición y la impresión general. En este caso se utilizan escalas de categoría, de línea y de magnitud.

Entre los tipos de pruebas descriptivas se pueden mencionar: el perfil del sabor, perfil de textura, cuantitativo, tiempo y libre.

2.17.3. Factores que afectan los veredictos sensoriales

Pueden ser de tres tipos. Error de lógica cuando dos o más características de las muestras son asociadas en la mente de los panelistas; el Error de grupo cuando una buena muestra presentada en un grupo de muestras pobres tiene la tendencia de recibir una calificación más baja, contrario al presentarla sola. También se puede presentar el efecto del orden de presentación, por ejemplo la presentación de una muestra de buena calidad justo antes de una mala calidad puede causar que la segunda muestra reciba una calificación más baja o viceversa. Las muestras colocadas cerca del centro del set tienden a ser preferidas sobre aquellas colocadas a los extremos. El error de sugestión cuando las expresiones en el rostro de otros jueces pueden influir en la respuesta del evaluador, en este caso se recomienda el uso de cubículos separados.

En resumen, se puede decir que los datos sensoriales proveen los mejores modelos a la reacción y percepción del consumidor hacia productos alimenticios, y que proporcionan información para la toma de decisiones sobre cambios hechos en el producto, proceso o empaque.

2.18. Pruebas estadísticas en el análisis sensorial de alimentos

En general, las pruebas discriminativas se analizan comparando el estadístico de la prueba con los valores críticos que corresponden a una distribución determinada. Los resultados de las pruebas de ranking se analizan mediante cálculo del estadístico de Friedman, sea estructurado o no estructurado, y las pruebas de relación de escala con dos muestras se analizan mediante una prueba t de estudiante.

Las pruebas con más de dos muestras se analizan mediante una prueba F . En este caso dependiendo de la prueba de hipótesis se puede realizar un análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio o diseño completamente aleatorio con bloques.

Existe información sobre el análisis estadístico aplicado en investigación (Cáceres, 2009) y también información más específica aplicada a los resultados de los diferentes tipos de análisis sensorial de alimentos, por ejemplo el texto de Espinoza (2003), sobre Análisis Sensorial de Alimentos que muestra ejemplos específicos sobre resultados de la evaluación sensorial de alimentos realizados en diferentes estudios de investigación. Para realizar la variabilidad de los datos se puede utilizar una Análisis de Varianza (ANOVA) y para determinar las diferencias significativas entre las medias la prueba de diferencia significativa mínima (LSD).

El modelo estadístico del diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

μ es la media global

τ_i es el efecto del tratamiento

β_j es el efecto del bloque

$\varepsilon_{ij} = \tau \beta_{ij}$ es el error experimental (residual)

Las hipótesis estadísticas, nula y alterna, que se evalúan son respectivamente:

$$H_0: \quad \tau_i = 0$$

$$H_1: \quad \text{No } H_0$$

Es decir, se evalúa por un lado como tratamientos, si hay diferencia entre el sabor, color y textura de las muestras de fideos fortificado con β -caroteno de zanahoria, respecto del

control. Por otro lado, en los bloques se evalúa la diferencia en la evaluación sensorial de los jueces que participaron del panel.

2.19. Prueba de Tukey

Cuando los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) es significativo, esto indica que por lo menos un grupo difiere de los otros grupos. Para analizar el tipo de diferencia entre las medias, frecuentemente luego del ANOVA se hacen comparaciones específicas y el más común involucra la comparación entre dos medias, denominadas comparación por pares.

Una técnica de comparación de pares fácil y frecuentemente utilizada fue desarrollada por Tukey bajo la denominación de Diferencia Significativa Honesta o HSD por sus siglas en inglés (*Honestly Significant Difference*). La principal idea del HSD es calcular la diferencia significativa honesta, es decir el HSD entre dos medias utilizando una distribución estadística definida por Student y denominada distribución *q*. esta distribución produce una distribución de muestreo *exacta* de la diferencia más grande entre un juego de medias que tiene su origen en la misma población. Todas las diferencias de pares se evalúan usando la misma distribución de muestreo usada para la diferencia más grande. Esto hace del método HSD completamente conservativo (Abdi y Williams, 2010).

La prueba HSD permite comparar las medias de los niveles de un factor después de haber rechazado la hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA.

Las pruebas post hoc, es decir aquellas después que el experimentador ha colectado los datos, involucran principalmente comparaciones de pares de medias. La prueba de Scheffé usa una distribución F en lugar de un rango estadístico estudiantizado. Es mucho menos sensible que la prueba HSD de Tukey para diferencias de pares pero es más sensible que dicha prueba para comparaciones complejas.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y los métodos se describen en cada una de las etapas desarrolladas en el trabajo de investigación, debido a que se han utilizado diferentes ambientes de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco entre ellos la Carrera profesional de Ingeniería Química, Química y Física, de acuerdo al Diagrama de Flujo del Proceso en la Figura 3.1.

3.1. Muestra

- Zanahoria variedad chantenay.

3.2. Materiales

Los materiales utilizados en las diferentes etapas del estudio se detallan a continuación:

Equipos

- Secador de bandejas
- Liofilizador Liobras (L101)
- Congelador comercial
- Máquina confeccionadora de pasta manual

Instrumentos

- Anemómetro
- Termómetro
- Balanza digital
- Dinamómetro
- GLX Explorer
- Bureta
- Utensilios de cocina

3.3. Métodos

3.3.1. Obtención del polvo deshidratado de zanahoria

Se sometió las zanahorias a una deshidratación y luego a una molienda con una granulometría tal que pasó por malla 80. Para ello se utilizaron dos métodos: secado convencional con aire caliente y secado por congelamiento o liofilización.

3.3.1.1. Deshidratación de zanahoria por secador convencional

La deshidratación se realizó utilizando un secador de bandejas con aire caliente en flujo paralelo (Fig. 3.1). La temperatura de secado fue de 50°C, relativamente baja para evitar una degradación de β -caroteno que son termolábiles. La deshidratación se llevó a cabo desde un contenido de humedad inicial del producto fresco hasta humedad de equilibrio, con una velocidad de secado de 3 m/s, y el tiempo de deshidratado de la zanahoria de 10 horas.

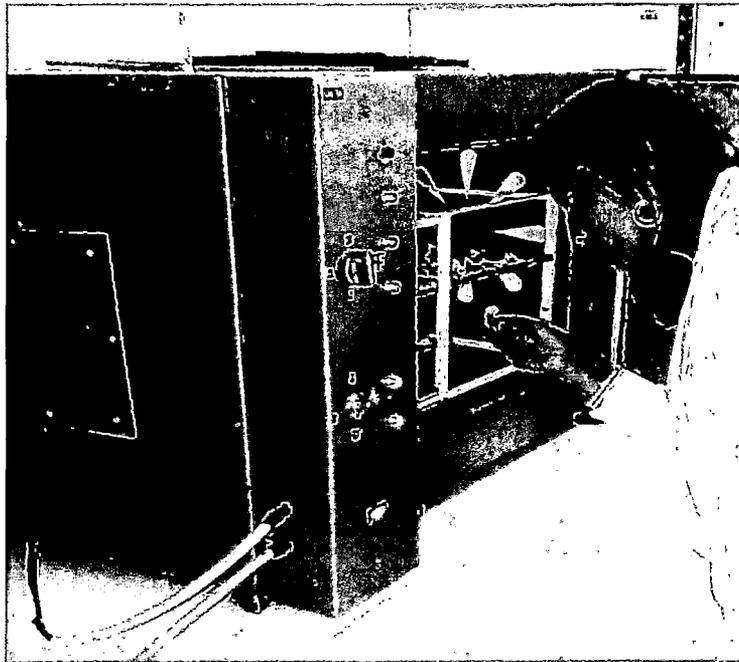


Figura 3.1: Secador de bandejas

3.3.1.2. Deshidratación de zanahoria por liofilización

La deshidratación se realizó utilizando un liofilizador (Fig. 3.2) cuya bomba de vacío utiliza aceite ISO GRADO 46 (SAE 20) que se encuentra en el laboratorio de Bioquímica de La Carrera Profesional de Química.

El procedimiento utilizado en la liofilización fue el siguiente:

- se congeló la zanahoria en rodajas de 1mm de espesor por un periodo de 24 Horas.
- Para poner en funcionamiento el liofilizador se consideró las siguientes instrucciones:
 - Se verificó el nivel de aceite (Vaccum pump oil de Shell) en la bomba de vacío y este debe estar en la mitad del visor y retiró el “chupón rojo”, posteriormente
 - Se coló las muestras congeladas en el frasco, luego se colocó la tapa y se giró los grifos rápidamente en posición abrir “abrir hacia arriba”.
 - Una vez realizado lo anterior se encendió la tecla “FRIO” del tablero y se aguardó hasta que la temperatura descendiera hasta $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ aproximadamente 15 minutos.
 - Se encendió la bomba y luego la tecla “VACIO” del tablero.
 - Una vez realizado estas operaciones se aguardó 30 minutos observando hasta que el tablero indicó un vacío menor o alrededor de $500\text{ }\mu\text{m-Hg}$ y la temperatura estuvo próxima a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Se colocó el “chupón rojo” del escape de la bomba.
 - La muestra liofilizó por un periodo de 24 horas.

Para poner el liofilizador fuera de funcionamiento se procedió de la siguiente forma:

- Se apagó tecla “VACIO” del tablero.
- Se apagó la bomba.
- Se apagó tecla “FRIO” del tablero.

- se giró los grifos 3 minutos después y se pasó a retirar las muestras y estas se colocaron inmediatamente en bolsa de polipropileno para evitar que el producto libre de humedad vuelva a absorber humedad del ambiente.

La temperatura de liofilización estuvo en el rango de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ bajo una presión de vacío de $500\text{ }\mu\text{m-Hg}$ para luego descender a $50\text{ }\mu\text{mHg}$. En estas condiciones el agua sólida en la zanahoria se sublimó, esto es del estado sólido al estado de vapor directamente, dejando el producto con una estructura porosa.



Figura 3.2: Liofilizador

3.4. Molienda y tamizado

El producto deshidratado fue molido utilizando un molino de martillos y tamizado a malla # 80.

3.5. Análisis de β -caroteno por espectrofotometría UV

Para conocer el contenido de β -caroteno en la zanahoria fresca en el polvo deshidratado de zanahoria y en los fideos, se realizaron los análisis de β -caroteno utilizando un método analítico de espectrofotometría UV descrito por Karnjanawipagul y Nittayanuntawech, (2010). Los anexos 2, 3 y 4, muestran los resultados de los análisis de β -caroteno en zanahoria fresca, zanahoria deshidratada por secado convencional y liofilización, y en los fideos con diferentes proporciones de polvo deshidratado de zanahoria, respectivamente. Dichos análisis fueron realizados por el químico Melquiades Herrera Arivilca al cual se le proporcionó el estándar de β -caroteno (Trans β -carotene, Type I, Synthetic 3204. 19.3500/ US/ 49648159), que se encuentra en SIGMA ALDRICH, traído de Estados Unidos y se analizó en el laboratorio de la carrera profesional de Química de la UNSAAC.

El análisis de β -caroteno en la zanahoria se realizó utilizando el método espectrofotométrico UV. La extracción de β -caroteno de la zanahoria fue por simple extracción líquido – líquido y absorbancia UV medido a 461 nm.

3.6. Elaboración de los fideos fortificados con polvo de zanahoria

La elaboración de los fideos se realizó de acuerdo al diagrama de bloques que se muestra en la Figura 3.3, donde se considera: 2.5, 5.0 y 10 % de harina deshidratada convencionalmente respecto a la cantidad de harina trigo. En forma similar, la Figura 3.4 muestra el diagrama de bloques pero considerando polvo de zanahoria liofilizada en las mismas proporciones. Se debe señalar que se ha utilizado una muestra control que no tiene adicionado zanahoria deshidratada.

Las Figuras 3.5 y 3.6, muestran el diagrama de flujo del proceso de elaboración de fideos en general

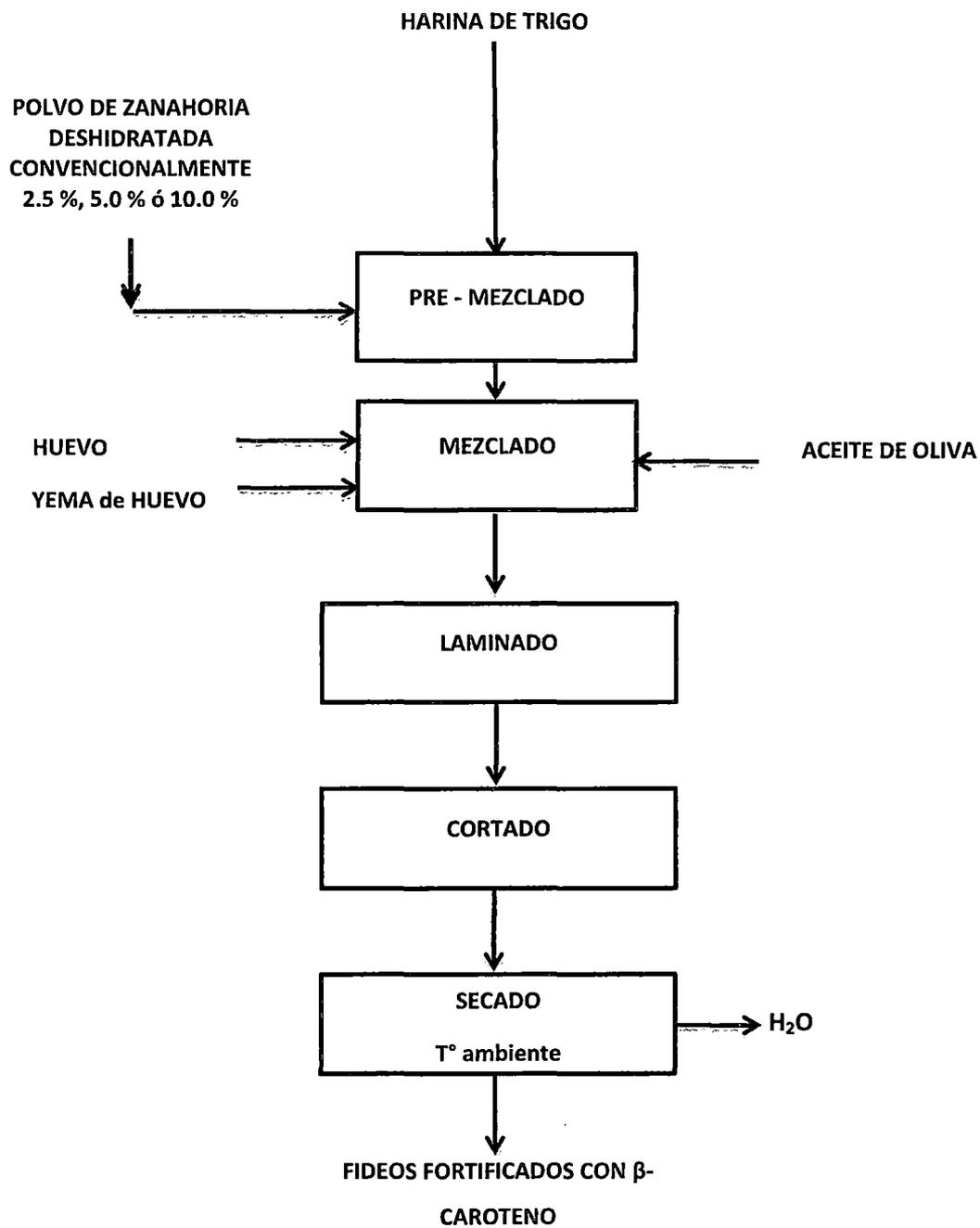


Figura 3.3: Diagrama de bloques cualitativo del proceso de elaboración de fideos fortificados con zanahoria deshidratada convencionalmente.

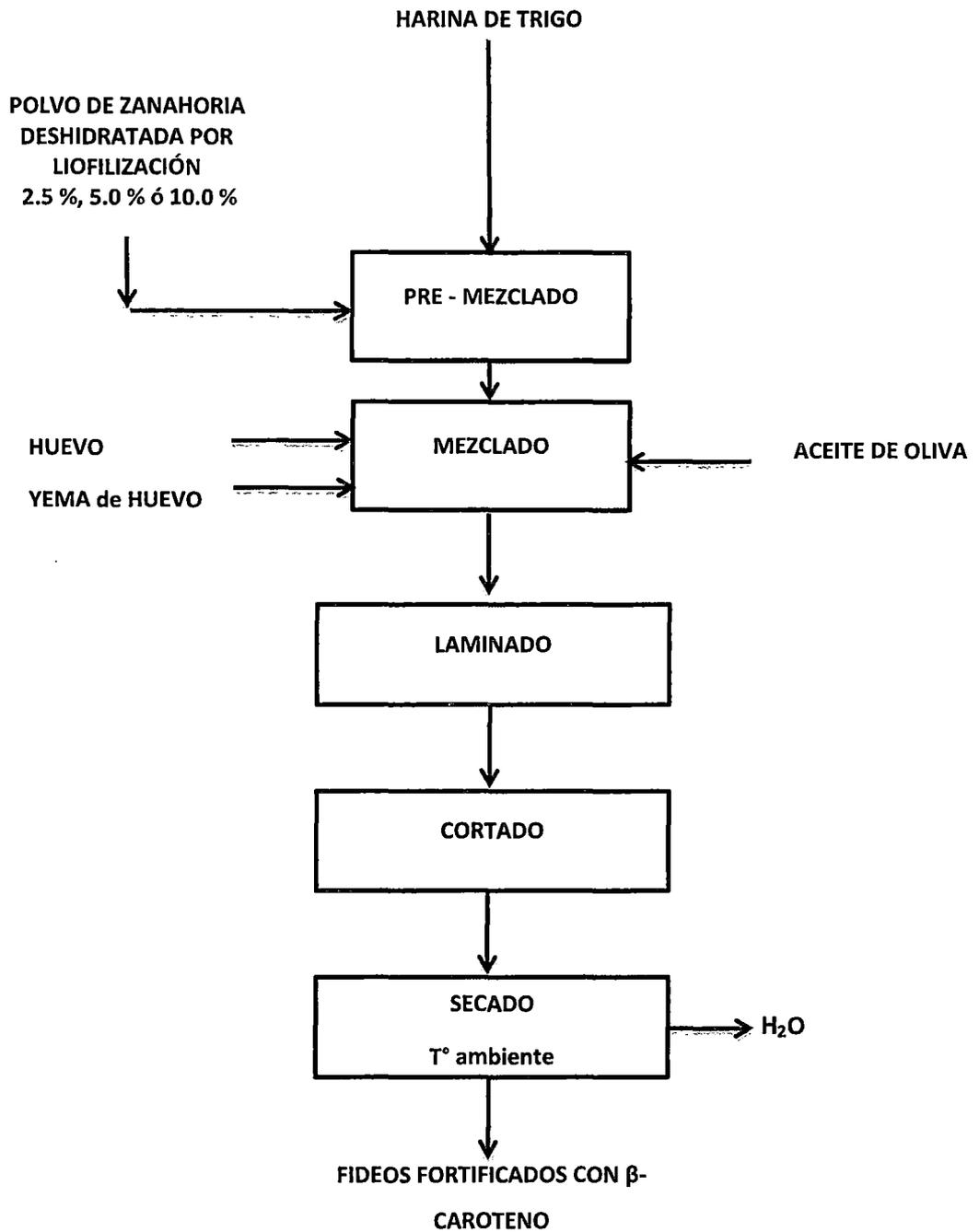


Figura 3.4: Diagrama de bloques cualitativo del proceso de elaboración de fideos fortificados con zanahoria deshidratada por liofilización.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE FIDEOS FORTIFICADOS CON ZANAHORIA DESHIDRATADA CONVENCIONALMENTE

Figura 3.5: Diagrama de flujo del proceso de la elaboración de fideos fortificados con zanahoria deshidratada convencionalmente.

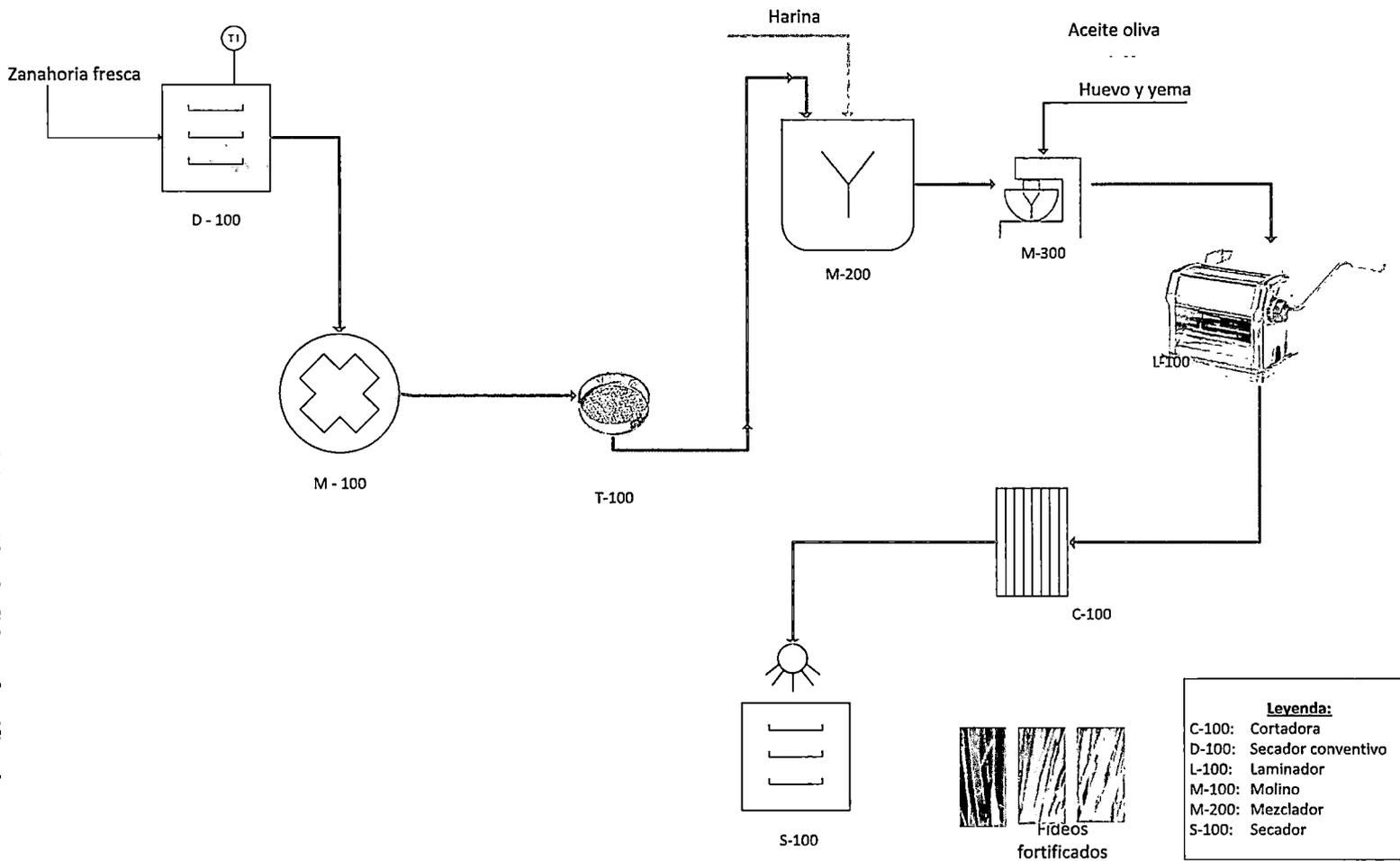


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE FIDEOS FORTIFICADOS CON ZANAHORIA LIOFILIZADA

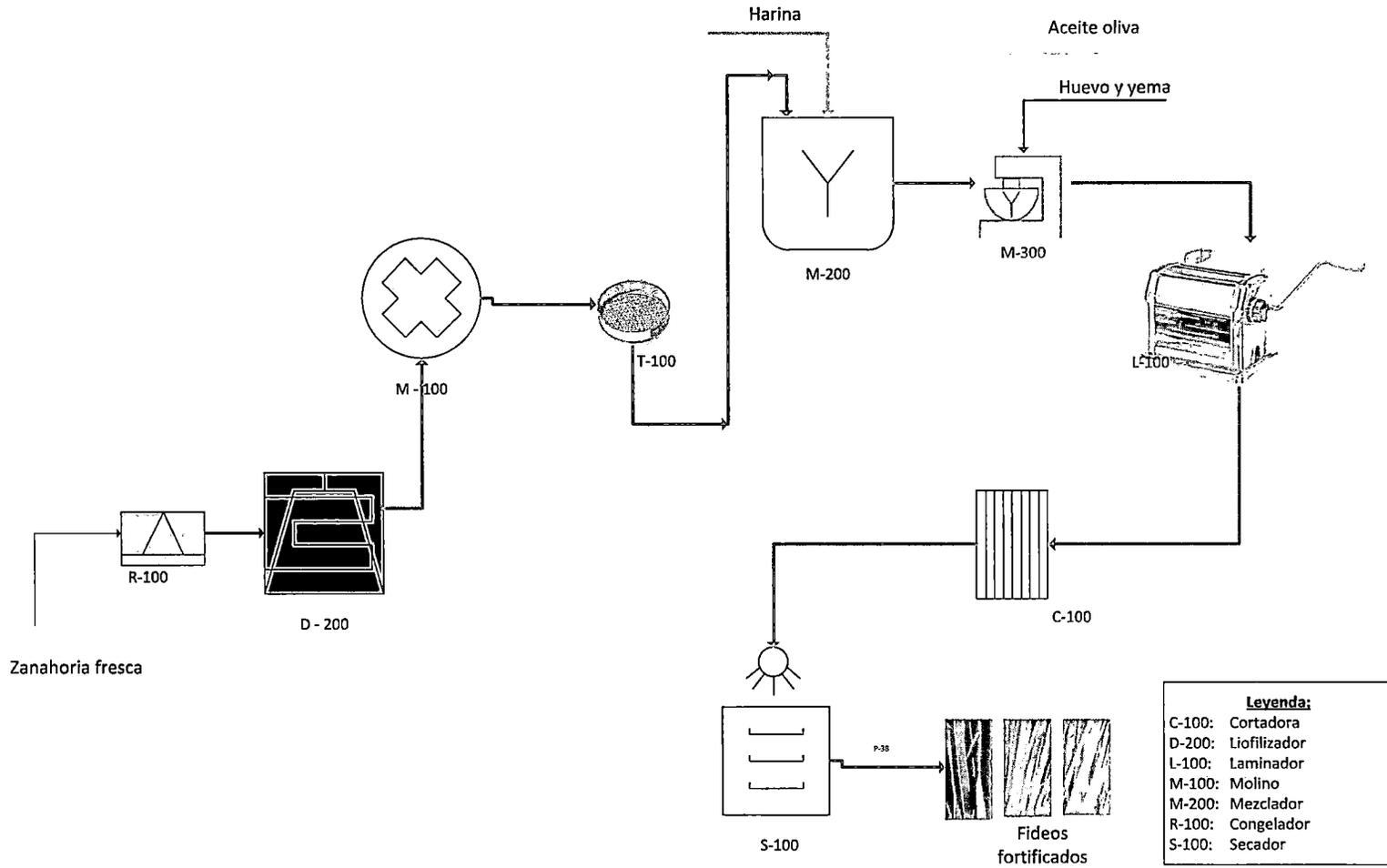


Figura 3.6: Diagrama de flujo del proceso de la elaboración de fideos fortificados con zanahoria liofilizada.

3.6.1. Elaboración de los Fideos

La elaboración de los fideos se efectuó por triplicado para cada uno de los fideos fortificados. Es decir, en total se elaboró dieciocho muestras, más aquella que corresponde a la muestra control, que se elaborara bajo las mismas características en su formulación y en su proceso, excepto la adición del polvo deshidratado para fortificar el fideo.

El fideo elaborado fue un fideo al huevo clásico, el fideo clásico lleva una masa patrón que es adecuada para la mayoría de pastas de corte el cual usa 300 g de harina de trigo duro, cabe aclarar que la harina es un factor importante que determina la elaboración de una buena pasta y por consiguiente un buen fideo, por ello la importancia de usar harina de trigo duro (Lee y Rizzi, 1994).

Tabla 3.1: Formulación del fideo fortificado

(Base: 300 g de harina de trigo)

Mezcla	Peso (g)	%
Harina de trigo	300.00	58.50
3 Huevos enteros	161.00	31.39
2 Yemas de huevo	35.20	6.86
Aceite de oliva	9.16	1.79
*Polvo deshidratado de zanahoria (2.5 %)	7.50	1.46
Total	512.86	100.00

* Para 5 % y 10 % de polvo deshidratado de zanahoria los totales son 15g (2.88 %) y 30 g (5.60 %), respectivamente.

Se pesaron 300 g de harina de trigo a la cual se le añade concentraciones de 2.5, 5.0 ó 10.0 % de zanahoria deshidratada convencionalmente o liofilizada para realizar un pre mezclado, antes de continuar con el proceso de elaboración de fideos fortificados que se muestran en los diagramas 3.3 y 3.4.

Por otro lado la Figura 3.7 muestra el amasado y preparación de fideos.



Figura 3.7: Preparación de la pasta de fideos

3.6.2. Laminado y corte de fideos

La masa reposada se pasó por la máquina confeccionadora de pasta manual a través de sus tambores que tienen un ajuste en su apertura, desde un ajuste de apertura mayor de 10 mm (# 1) hasta apertura menor de 1mm (# 9), pasó por cada apertura 2 a 3 veces todo ello para obtener la mezcla homogénea obteniendo masa laminada. Luego se procedió a cortar la masa laminada en cortes de fideos largos (fettuccines,) (ver Figura 3.8).



Figura 3.8: Laminado y cortado de fideos

3.6.3. Secado

Se secaron los fideos largos a temperatura ambiente en colgadores durante un tiempo de 20 a 24 horas como muestra la Fig. 3.9.

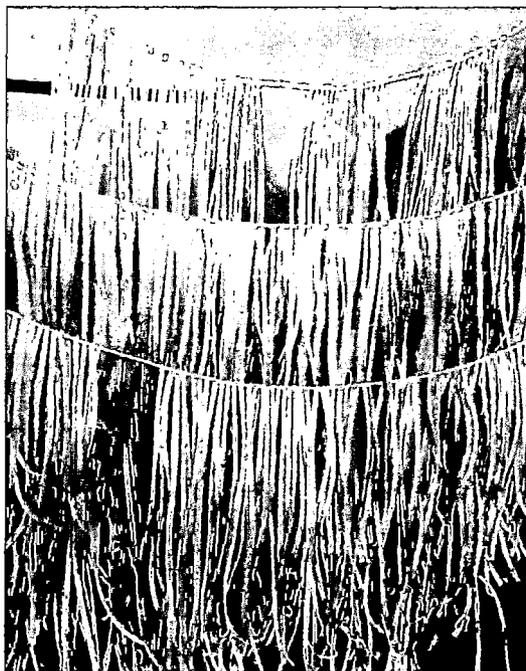


Figura 3.9: Secado de fideos

3.6.4. Embolsado

Una vez secados los fideos se colocan en bolsas de polipropileno para conservarlos mejor y forrados con papel para evitar que se oxiden y fueron almacenados en un lugar oscuro y a temperatura ambiente, antes de ser sometidos a los análisis tanto físicos y químicos como sensoriales.

3.7. Determinación del color por el método del CIElab

Para la determinación del color se adaptó una metodología de CIElab. El CIElab es un método que determina la luminosidad de los colores utilizando una cámara digital, software Adobe Photoshop y muestras para la determinación de los parámetros: L, a y b, debido a que no se cuenta con el instrumento para la

medición directa del color. La metodología empleada por Murga (2014) que se describe a continuación:

Se realizó la construcción de una cabina de madera (0.7x0.7x0.35) m utilizando una plancha de madera de 3mm de espesor. Se colocaron lámparas tipo fluorescente lined D 65 en su interior, una temperatura de color de 6500 k luz de día situada en la parte inferior de la cabina y dispuesto en un ángulo de 45°, respecto al plano horizontal. El interior de la cabina se pintó de color blanco mate para evitar reflejos que afecten el color de la superficie de la muestra. Para establecer el color interno del escenario se tomaron fotos por triplicado con fondo negro y fondo blanco para balancear el color. Las imágenes se introdujeron en el software adobe photoshop, luego los datos se procesaron a nivel de RGB y estos datos a nivel RGB se transformaron en CIElab donde se realizó la segmentación y el promedio a los datos Murga (2014), a continuación se muestra el diagrama de la determinación del color.

En consecuencia, la metodología se puede sintetizar en la Figura 3.10.

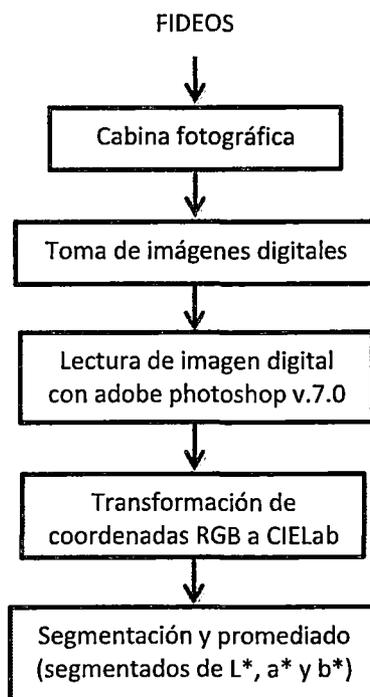


Figura 3.10: Procedimiento para la determinación del color en los fideos (Murga, 2014)

3.8. Determinación de textura en los fideos

La textura de fideos fortificados se determinó utilizando un dinamómetro y el GLX XPLOER. GLX XPLOER que permite adquirir datos y gráficas ya que posee sensor de temperatura y sensor de tensión con el cual mide: tiempo, velocidad, aceleración y posición.

Se realizó un montaje como muestra la Figura 3.11, con ello se midió la fuerza requerida para estirar el fideo hasta su punto de ruptura mientras el software GLX capturó los datos de la fuerza necesaria para producir la ruptura.



Figura 3.11: Montaje de equipos y accesorios para medir la textura

3.9. Análisis sensorial de los fideos

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar la aceptabilidad de los fideos respecto al sabor, color y textura. Existen casos en los cuales, se cumple el objetivo de fortificación de

un determinado alimento, sin embargo el producto no tiene aceptabilidad por parte de los consumidores y en el caso de un alimento este aspecto es determinante.

Para la evaluación sensorial y preparación de fideos se contó con el apoyo del Cheff profesional Angel Vidal Cansaya y 13 panelistas entrenados que se utilizó en el estudio, y estuvo conformado por estudiantes de la Carrera Profesional de Ingeniería Química, tanto varones como mujeres quienes participaron anteriormente en el seminario de la prueba sensorial de fideos donde fueron entrenados.

El análisis sensorial se realizó en el Laboratorio de Análisis de Aguas ambiente PIQ305 del pabellón de la Carrera Profesional de Ingeniería Química de la UNSAAC, que se tuvo que acondicionar el ambiente para simular las cabinas de un laboratorio de análisis sensorial de alimentos donde los 13 panelistas evaluaron las muestras que estuvieron codificadas aleatoriamente para evitar sesgo, también se proporcionó a los panelistas agua para que se enjuaguen la boca luego de haber evaluado cada muestra.

La preparación de muestras fue hecha por el profesional antes mencionado de fideos para análisis sensorial: primero se cocinaron los fideos fortificados cada uno por separado pero al mismo tiempo, misma cantidad de agua, sal y aceite. Siendo el tiempo de cocción 4 minutos para fideos fortificados y 7 minutos para la muestra control. Segundo se sirvió los fideos cocidos en platos de fondo blanco.

La prueba sensorial que se aplicó en el presente estudio es de tipo discriminativo dado que tuvo por propósito comparar las muestras de fideos fortificados con polvo de zanahoria con diferentes proporciones de β -caroteno, y una muestra control que no tiene polvo de zanahoria deshidratada. Sin embargo, la preparación de las muestras se hizo en las mismas condiciones para evitar sesgo alguno en la evaluación sensorial y en el análisis estadístico.

Se adjunta en Apéndice 1 la ficha que se utilizó para la prueba de evaluación sensorial en la que se evaluaron las siguientes propiedades: Sabor, color y textura.

La descripción es la siguiente de acuerdo a la literatura técnica; se debe asignar aleatoriamente un código a cada muestra para evitar sesgo alguno, se utiliza el programa

Stats 2.0 para dicho propósito con su opción de números aleatorios (random numbers) de tres dígitos para todas las muestras, incluyendo la muestra control, los resultados se muestran a continuación.

Muestra 550: Fideos con polvo deshidratado de zanahoria por secado convencional al 2.5% a la harina.

Muestra 949: Fideos con polvo deshidratado de zanahoria por secado convencional agregados al 5% a la harina.

Muestra 361: Fideos con polvo deshidratado de zanahoria por secado convencional agregados al 10% a la harina.

Muestra 574: Fideos con polvo deshidratado de zanahoria por Liofilización agregados al 2.5% a la harina.

Muestra 743: Fideos con polvo deshidratado de zanahoria por Liofilización agregados al 5% a la harina.

Muestra 888: Fideos con polvo deshidratado de zanahoria por Liofilización agregados al 10% a la harina.

Muestra 944: Fideos control.

Las muestras se presentaron en forma completamente aleatoria, en la misma forma como se realizó el análisis estadístico.

3.10. Análisis estadístico del análisis sensorial de los fideos

Como el propósito del análisis sensorial fue la aceptabilidad de los fideos, una vez obtenidos los resultados aplicados a los panelistas, se procesó la información de las fichas en una planilla de Microsoft Excel para posteriormente efectuar el ANOVA (análisis de varianza) de dos factores con una sola muestra por grupo, utilizando una probabilidad de error ($\alpha=0.5$) considerando las muestras en las columnas y panelistas (jurado) en los bloques para la comparación múltiple.

El análisis tuvo las siguientes características:

1. Comparación múltiple de las muestras fortificadas con polvo de zanahoria deshidratada secado convencionalmente.
2. Comparación múltiple de las muestras fortificadas con zanahoria liofilizada.
3. Comparación múltiple de las muestras fortificadas con polvo de zanahoria deshidratada secados convencionalmente y liofilizados en forma conjunta (no incluye la muestra control).
4. Comparación múltiple de las muestras fortificadas con polvo de zanahoria deshidratada secados convencionalmente, liofilizados más la muestra control.

3.11. Prueba Tukey

Para aquellos casos en los cuales existe diferencia significativa en el ANOVA entre las muestras de fideos fortificados en el análisis sensorial para la aceptabilidad de los fideos se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de acuerdo con el criterio de Tukey.

Los análisis se realizaron utilizando el módulo de Análisis de Datos de SPSS 18, con la opción ANOVA de un Factor: comparaciones múltiples post hoc con una sola muestra por grupo, asumiendo varianzas iguales opción Tukey con un nivel de significancia o probabilidad de error ($\alpha=0.5$).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición proximal de la zanahoria utilizada para elaboración de fideos

La zanahoria variedad *Chantenay* utilizada en el presente estudio tiene un contenido de humedad de 89.79 % mayor al de la bibliografía (88.2 %), fue necesario conocer la composición proximal de la zanahoria, así como el contenido de β -caroteno para efectuar el balance de β -caroteno y con ello determinar el contenido de β -caroteno en las diferentes etapas del proceso y finalmente en los fideos. Las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3, muestran resultados de los análisis de laboratorio.

Tabla 4.1: composición proximal de la zanahoria y fibra por 100 g

Compuesto	%
Proteínas	0.64
Grasas	0.49
Carbohidratos	8.43
Humedad	89.79
Cenizas	0.65
Fibra	1.30

Fuente: Laboratorio de servicios de análisis de la carrera Profesional de Química- UNSAAC

El contenido de β -caroteno en la zanahoria de acuerdo al análisis del Laboratorio de servicios de análisis fue 12200 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ de muestra que está dentro del rango indicado por Maroto (2002), es decir entre 3600 y 21600 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ de muestra, dichos valores se obtienen al multiplicar por 1.8 μg de β -caroteno a la cantidad de vitamina A dado en (UI), debido a que la bibliografía no muestra directamente en unidades de β -caroteno; lo que significa que esta variedad de zanahoria tiene un contenido promedio de β -caroteno entre todas las variedades.

Tabla 4.2: Contenido de β -caroteno por 100 g de zanahoria

Compuesto	$\mu\text{g}/100$
β -caroteno	12200.00

Fuente: Laboratorio de servicios de análisis de la carrera Profesional de Química- UNSAAC

El análisis de β -caroteno por espectrofotometría fue:

Tabla 4.3: Resultado del análisis de β -caroteno

Muestras	β -caroteno ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)
Zanahoria fresca	12200.00
Zanahoria por secado convencional	87683.00
Zanahoria por liofilización	105555.00

Fuente: Laboratorio de servicios de análisis de la carrera Profesional de Química- UNSAAC

En la Tabla 4.3 se aprecia los resultados del contenido de β -caroteno por 100 g de muestra en el cual el contenido de β -caroteno de zanahoria deshidratado por secado convencional tiene 87683 μg , para zanahoria deshidratado por liofilización es 105555 μg y zanahoria fresca al inicio es 12200 μg , se infiere que la zanahoria deshidratado por liofilización tiene mayor contenido de β -caroteno.

4.2. Balance de masa en la deshidratación

El balance de masa efectuado en base seca tuvo por objeto realizar un balance de β -caroteno en los fideos fortificados para ver su variación durante la elaboración de fideos y efectuar la discusión correspondiente.

4.2.1. β -caroteno en la deshidratación convencional

Tuvo por objeto ver la pérdida de β -caroteno en la deshidratación convencional.

Base de cálculo: 100 g de zanahoria fresca.

Del análisis químico de la zanahoria fresca el contenido de β -caroteno es 12200 $\mu\text{g}/100\text{g}$ y la cantidad de β -caroteno en base seca es:

$$12200 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{100 \text{ g zanahoria fresca}} \times \frac{100 \text{ g zanahoria fresca}}{10.21 \text{ g ss}} =$$

$$= 1194.91 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{croteno}}{\text{g ss}}$$

La cantidad de agua en la zanahoria deshidratado fue:

$$89.79 \text{ g} - 89.65 \text{ g} = 0.14 \text{ g}$$

Luego del secado convencional la cantidad de β -caroteno en base seca es:

$$87683 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{100 \text{ g zanahoria fresca}} \times \frac{10.35 \text{ g zanahoria fresca}}{(30.35 - 0.14) \text{ g ss}} =$$

$$= 888.56 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{\text{g ss}}$$

A continuación la Figura 4.1 muestra la composición y flujo de la zanahoria en un proceso de deshidratación por método convencional.

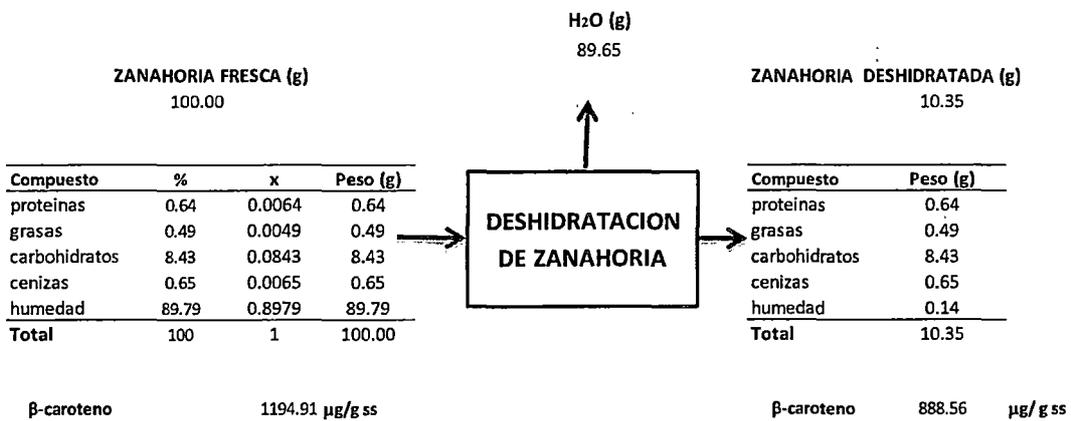


Figura 4.1: Balance de masa en el proceso de la deshidratación de la zanahoria - Método convencional.

Pérdida de β -caroteno en la deshidratación por secado convencional por gramo:

$$(1194.91 - 888.56) \mu\text{g} = 306.35 \mu\text{g}$$

Porcentaje de pérdida de β -caroteno en la deshidratación por secado convencional por gramo:

$$\frac{306.35}{1194.91} \times 100 = 25.64 \%$$

4.2.2. β -caroteno deshidratación por liofilización

Tuvo por objeto ver la pérdida de β -caroteno en la liofilización.

Base de cálculo: 100 g de zanahoria fresca.

Del análisis químico de la zanahoria fresca el contenido de β -caroteno es 12200 $\mu\text{g}/100\text{g}$ y la cantidad de β -caroteno en base seca es:

$$12200 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{100 \text{ g zanahoria fresca}} \times \frac{100 \text{ g zanahoria fresca}}{10.21 \text{ g ss}} =$$

$$= 1194.91 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{\text{g ss}}$$

La cantidad de agua en la zanahoria liofilizado fue:

$$89.79 \text{ g} - 89.70 \text{ g} = 0.09 \text{ g}$$

Luego de la liofilización la cantidad de β -caroteno en base seca es:

$$105555 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{100 \text{ g zanahoria fresca}} \times \frac{10.30 \text{ g zanahoria fresca}}{(30.30 - 0.09) \text{ g ss}} =$$

$$= 1065.35 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{\text{g ss}}$$

A continuación la Figura 4.2 muestra la composición y flujo de la zanahoria en un proceso de deshidratación por liofilización.

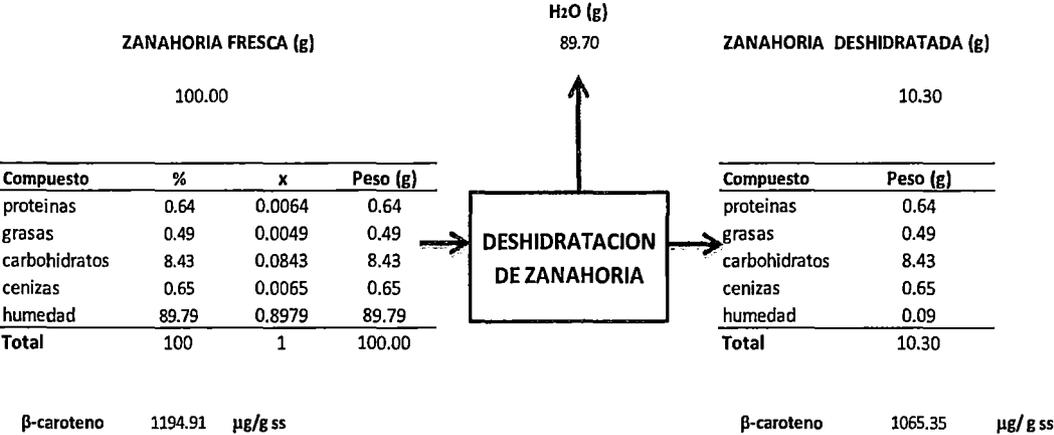


Figura 4.2: Balance de masa en el proceso de la deshidratación de la zanahoria - liofilización.

Pérdida de β -caroteno en la deshidratación por liofilización:

$$(1194.91 - 1065.35) \mu\text{g} = 129.56 \mu\text{g}$$

Porcentaje de pérdida de β -caroteno en la deshidratación por liofilización:

$$\frac{129.5}{1194.91} \times 100 = 10.84 \%$$

4.2.3. Comparación de la deshidratación por secado convencional y deshidratación por liofilización

La pérdida de β -caroteno por el método de secado convencional fue 25.64% cuando se hace el balance de β -caroteno por $\mu\text{g/g}$ de sólidos cuando se elimina agua.

La pérdida de β -caroteno por el método de liofilización fue 10.84% cuando se hace el balance de β -caroteno por $\mu\text{g/g}$ de sólidos cuando se elimina agua. A continuación la Tabla 4.4, muestra la pérdida de β -caroteno en la deshidratación.

Tabla 4.4: Pérdida de β -caroteno en la deshidratación

	β -caroteno	Pérdida	Porcentaje
Zanahoria fresca	1194.91	-	-
Deshidratación convencional	888.56	306.38	25.64
Deshidratación por Liofilización	1065.35	129.56	10.48

De la Tabla 4.4 se infiere, que la deshidratación por liofilización conserva de mejor forma el contenido de β -caroteno en el producto, 15.16% más respecto de la deshidratación por secado convencional, pero aun así se pierde β -caroteno a pesar de deshidratar utilizando el frío.

4.3 Balance de masa en la elaboración de fideos

El balance de masa efectuado en base seca en la elaboración de los fideos tuvo por objeto ver la pérdida de β -caroteno durante la elaboración de fideos.

β -caroteno en la elaboración de los fideos fortificados con polvo deshidratado de zanahoria secado convencionalmente.

Se tomó como base de cálculo 300 g de harina debido a que es la mínima cantidad con la que se puede elaborar fideos

1. A continuación se realiza un balance de la adición de los diferentes componentes, β -caroteno, así como del contenido de humedad en la mezcla .

De acuerdo a Sayar, (2006) un huevo entero de 59 g tiene 322.8 UI de Vitamina A.

$$322.8 \text{ UI vit A} \times \frac{1.8 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{\text{UI}} = 581.04 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

Peso en el huevo sin cáscara:	53.69 g
Peso de la humedad en el huevo sin cáscara:	37.67 g
Peso de la yema en el huevo:	17.60 g
Peso de la humedad de la yema en el huevo:	8.10 g
Peso de la humedad de la harina (Reyes <i>et al.</i> , 2009):	11.16 g
Peso de aceite de oliva:	9.16 g

- Cálculo de la masa total en la mezcla para la elaboración de fideos.

$$3 \text{ huevos sin cáscara} \times 53.69 \text{ g} = 161.07 \text{ g}$$

$$2 \text{ yemas de huevo} \times 17.6 \text{ g} = 35.20 \text{ g}$$

$$2.5 \% \text{ polvo de zanahoria} \times \frac{300 \text{ g harina}}{100} = 7.5 \text{ g polvo de zanahoria}$$

Se tiene:

$$\text{Harina}(g) + \text{polvo de zanahoria}(g) + \text{huevo sin cáscara}(g) + \text{yema de huevo}(g) \\ + \text{aceite oliva}(g)$$

$$300 \text{ g} + 20 \text{ g} + 7.5 \text{ g} + 161.07 \text{ g} + 35.20 \text{ g} + 9.16 \text{ g} = 532.93 \text{ g}$$

- Cálculo de la humedad total en la mezcla para la elaboración de fideos.

$$3 \text{ huevos} \times 37.67 \text{ g } H_2O = 113.01 \text{ g } H_2O$$

$$2 \text{ yemas} \times 8.10 \text{ g } H_2O = 16.20 \text{ g } H_2O$$

$$320 \text{ g de harina} \times \frac{11.16 \text{ g } H_2O}{100 \text{ g de harina}} = 35.71 \text{ g } H_2O$$

$$7.5 \text{ g polvo de zanahoria} \times \frac{0.14}{10.35} \text{ g H}_2\text{O} = 0.10 \text{ g H}_2\text{O}$$

Se tiene:

$$\begin{aligned} & \text{Harina}(\text{g H}_2\text{O}) + \text{polvo de zanahoria}(\text{g H}_2\text{O}) + \text{huevo sin cáscara}(\text{g H}_2\text{O}) \\ & + \text{yema de huevo}(\text{g H}_2\text{O}) = 165.03 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

➤ Cálculo de β -caroteno total en la mezcla para la elaboración de fideos.

$$3 \text{ huevos} \times 581.04 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno} = 1743.12 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

$$2 \text{ yemas} \times 581.04 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno} = 1162.08 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

$$7.5 \text{ g polvo de zanahoria} \times \frac{87683 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{100 \text{ g polvo de zanahoria}} = 6576.23 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

Se tiene:

$$(1743.12 + 1162.08 + 6576.23) \mu\text{g } \beta - \text{caroteno} = 9481.43 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

➤ Cálculo de β -caroteno en base seca en la mezcla para la elaboración de fideos

$$\frac{9481.43 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{(532.93 \text{ g} - 165.03 \text{ g H}_2\text{O})} = 25.77 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{\text{g ss}}$$

A continuación la Figura 4.3 muestra el diagrama de bloques que representa el balance de masa tanto en la etapa de pre – mezcla como la mezcla para la elaboración de fideos tomando en consideración al mismo tiempo el balance del contenido de β -caroteno.

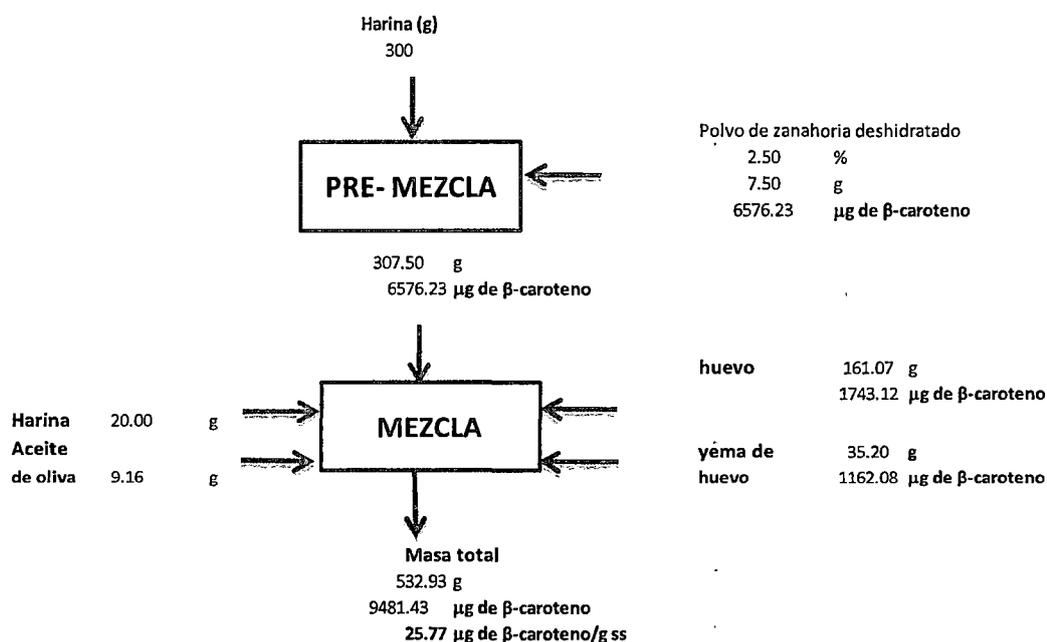


Figura 4.3: Balance de masa en la pre – mezcla y mezcla para la elaboración de fideos.

2. Ahora se realiza el siguiente balance, pero en la parte final del proceso a través del cual se obtienen los fideos.

Del análisis químico de los fideos la humedad es: 6.14 %

Pérdida en la elaboración de fideos: 70.00 g

Cantidad de agua eliminado: 99.20 g

➤ Cálculo de la masa total en la obtención de fideos.

$$532.93 \text{ g} - 70 \text{ g} - 99.20 \text{ g} = 363.73 \text{ g de fideos}$$

➤ Cálculo de β-caroteno total en la obtención de fideos.

$$70.00 \text{ g} \times \frac{9481.43 \text{ µg } \beta - \text{ caroteno}}{532.93 \text{ g}} = 1245.38 \text{ µg } \beta - \text{ caroteno}$$

Se tiene: $(9481.43 - 1245.38) \text{ µg } \beta - \text{ caroteno} = 8236.05 \text{ µg } \beta - \text{ caroteno}$

➤ Cálculo de β-caroteno en base seca en la obtención de fideos.

$$363.73 \text{ g fideo} \times \frac{6.14 \text{ g } H_2O}{100 \text{ g fideo}} = 22.33 \text{ g } H_2O$$

Se tiene:

$$\frac{8236.05 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno}}{(363.73 - 22.33 \text{ g H}_2\text{O})} = 24.12 \frac{\mu\text{g } \beta\text{-caroteno}}{\text{g ss}}$$

A continuación la Figura 4.4 muestra el balance de masa en las etapas de elaboración y secado de fideos fortificados incluyendo el balance de β -caroteno.

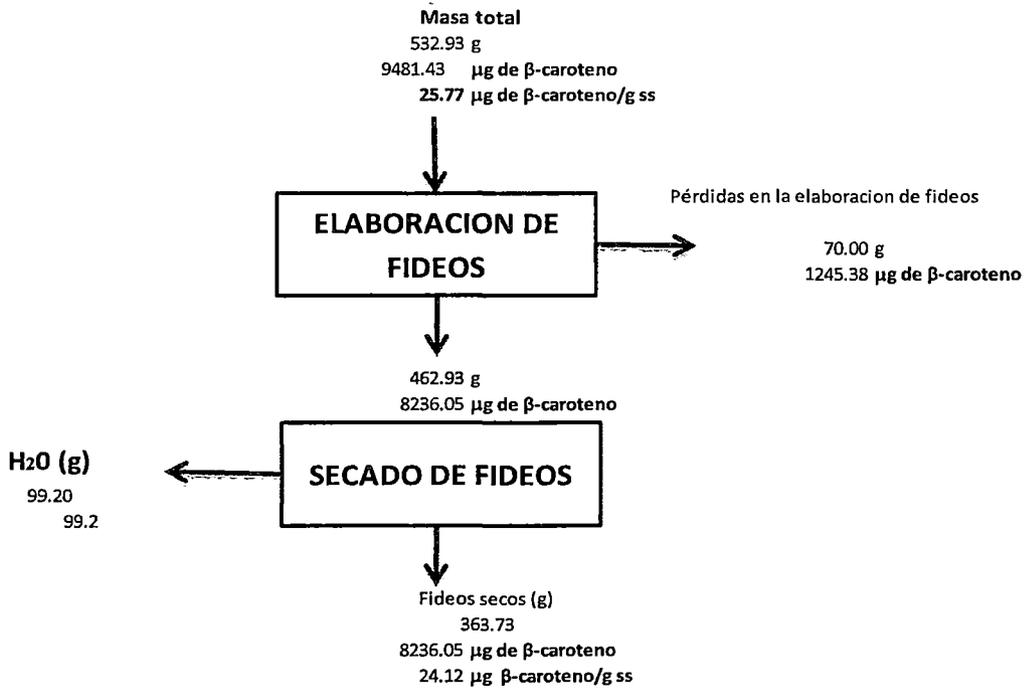


Figura 4.4: Balance de masa en la elaboración y secado de fideos.

Pérdida de β -caroteno en la elaboración de fideos con polvo de zanahoria deshidratada por secado convencional:

$$(25.77 - 24.12) \mu\text{g} = 1.65 \mu\text{g}$$

Porcentaje de pérdida de β -caroteno en la elaboración de fideos al adicional polvo de zanahoria deshidratada por secado convencional:

$$\frac{1.65}{25.77} \times 100 = 6.39 \%$$

β -caroteno en la elaboración de los fideos fortificados con polvo deshidratado de zanahoria liofilizado.

Base de cálculo 300 g de harina.

1- A continuación se realiza un balance de la adición de los diferentes componentes, β -caroteno, así como del contenido de humedad en la mezcla

De acuerdo a Sayar, (2006) un huevo entero de 59 g tiene 322.8 UI de Vitamina A.

$$322.8 \text{ UI vit A} \times \frac{1.8 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{\text{UI}} = 581.04 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

Peso en el huevo sin cáscara:	53.69 g
Peso de la humedad en el huevo sin cáscara:	37.67 g
Peso de la yema en el huevo:	17.60 g
Peso de la humedad de la yema en el huevo:	8.10 g
Peso de la humedad de la harina (Reyes <i>et al.</i> , 2009):	11.16 g
Peso de aceite de oliva:	9.16 g

- Cálculo de la masa total en la mezcla para la elaboración de fideos.

$$3 \text{ huevos sin cáscara} \times 53.69 \text{ g} = 161.07 \text{ g}$$

$$2 \text{ yemas de huevo} \times 17.6 \text{ g} = 35.20 \text{ g}$$

$$2.5 \% \text{ polvo de zanahoria} \times \frac{300 \text{ g harina}}{100} = 7.5 \text{ g polvo de zanahoria}$$

Se tiene:

$$\text{Harina}(g) + \text{polvo de zanahoria}(g) + \text{huevo sin cáscara}(g) + \text{yema de huevo}(g) \\ + \text{aceite oliva}(g)$$

$$300 \text{ g} + 20 \text{ g} + 7.5 \text{ g} + 161.07 \text{ g} + 35.20 \text{ g} + 9.16 \text{ g} = 532.93 \text{ g}$$

- Cálculo de la humedad total en la mezcla para la elaboración de fideos.

$$3 \text{ huevos} \times 37.67 \text{ g H}_2\text{O} = 113.01 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$2 \text{ yemas} \times 8.10 \text{ g H}_2\text{O} = 16.20 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$320 \text{ g de harina} \times \frac{11.16 \text{ g H}_2\text{O}}{100 \text{ g de harina}} = 35.71 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$7.5 \text{ g polvo de zanahoria} \times \frac{0.14}{10.35} \text{ g H}_2\text{O} = 0.10 \text{ g H}_2\text{O}$$

Se tiene:

$$\begin{aligned} & \text{Harina}(\text{g H}_2\text{O}) + \text{polvo de zanahoria}(\text{g H}_2\text{O}) + \text{huevo sin cáscara}(\text{g H}_2\text{O}) \\ & + \text{yema de huevo}(\text{g H}_2\text{O}) = 165.03 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

➤ Cálculo de β -caroteno total en la mezcla para la elaboración de fideos.

$$3 \text{ huevos} \times 581.04 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno} = 1743.12 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

$$2 \text{ yemas} \times 581.04 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno} = 1162.08 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

$$7.5 \text{ g polvo de zanahoria} \times \frac{105555 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{100 \text{ g polvo de zanahoria}} = 7916.63 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

Se tiene:

$$(1743.12 + 1162.08 + 7916.63) \mu\text{g } \beta - \text{caroteno} = 10821.83 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}$$

➤ Cálculo de β -caroteno en base seca en la mezcla para la elaboración de fideos

$$\frac{10821.83 \mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{(532.93 \text{ g} - 165.03 \text{ g H}_2\text{O})} = 29.41 \frac{\mu\text{g } \beta - \text{caroteno}}{\text{g ss}}$$

A continuación la Figura 4.5 muestra el diagrama de bloques que representa el balance de masa tanto en la etapa de pre – mezcla como de mezcla para la elaboración de fideos tomando en consideración al mismo tiempo el balance del contenido de β -caroteno.

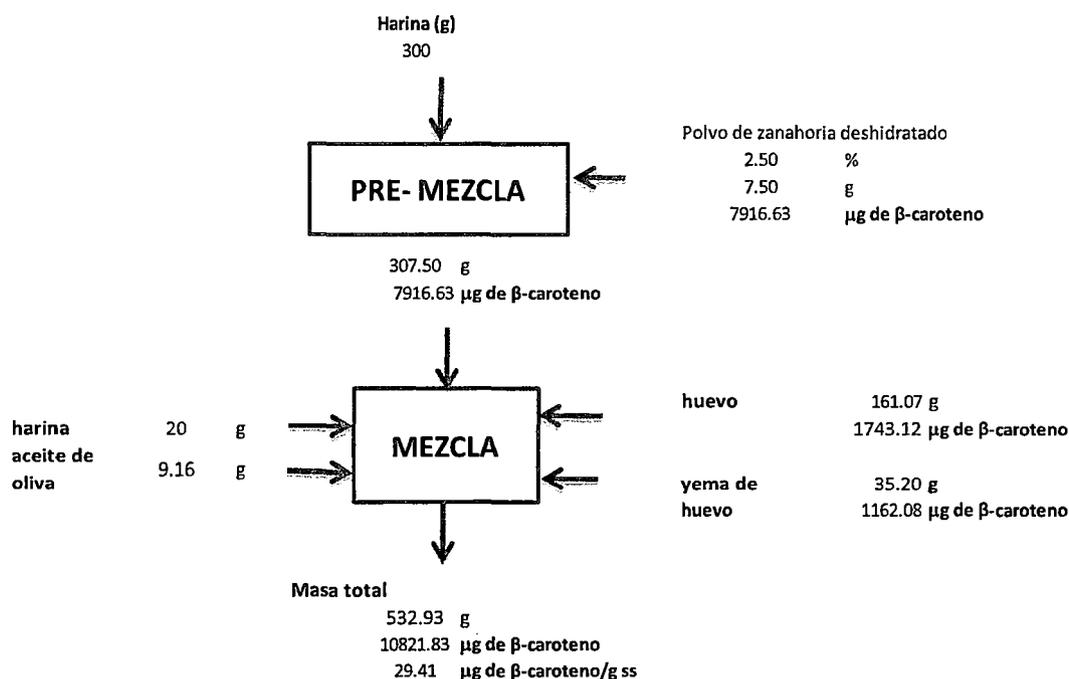


Figura 4.5: Balance de masa en la pre – mezcla y mezcla para la elaboración de fideos.

2- Ahora se realiza el siguiente balance, pero en la parte final del proceso a través del cual se obtienen los fideos.

Del análisis químico de los fideos la humedad es: 6.14 %

Pérdida en la elaboración de fideos: 70.00 g

Cantidad de agua eliminado: 99.20 g

- Cálculo de la masa total en la obtención de fideos.

$$532.93 \text{ g} - 70 \text{ g} - 99.20 \text{ g} = 363.73 \text{ g de fideos}$$

- Cálculo de β-caroteno total en la obtención de fideos.

$$70.00 \text{ g} \times \frac{10821.83 \text{ µg } \beta - \text{caroteno}}{532.93 \text{ g}} = 1421.44 \text{ µg } \beta - \text{caroteno}$$

Se tiene:

$$(10821.83 - 1421.44) \text{ µg } \beta - \text{caroteno} = 9400.39 \text{ µg } \beta - \text{caroteno}$$

➤ Cálculo de β -caroteno en base seca en la obtención de fideos.

$$363.73 \text{ g fideo} \times \frac{6.14 \text{ g H}_2\text{O}}{100 \text{ g fideo}} = 22.33 \text{ g H}_2\text{O}$$

Se tiene:

$$\frac{9400.39 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno}}{(363.73 - 22.33 \text{ g H}_2\text{O})} = 27.54 \frac{\mu\text{g } \beta\text{-caroteno}}{\text{g ss}}$$

A continuación la Figura 4.6 muestra el balance de masa en las etapas de elaboración y secado de fideos fortificados incluyendo el balance de β -caroteno.

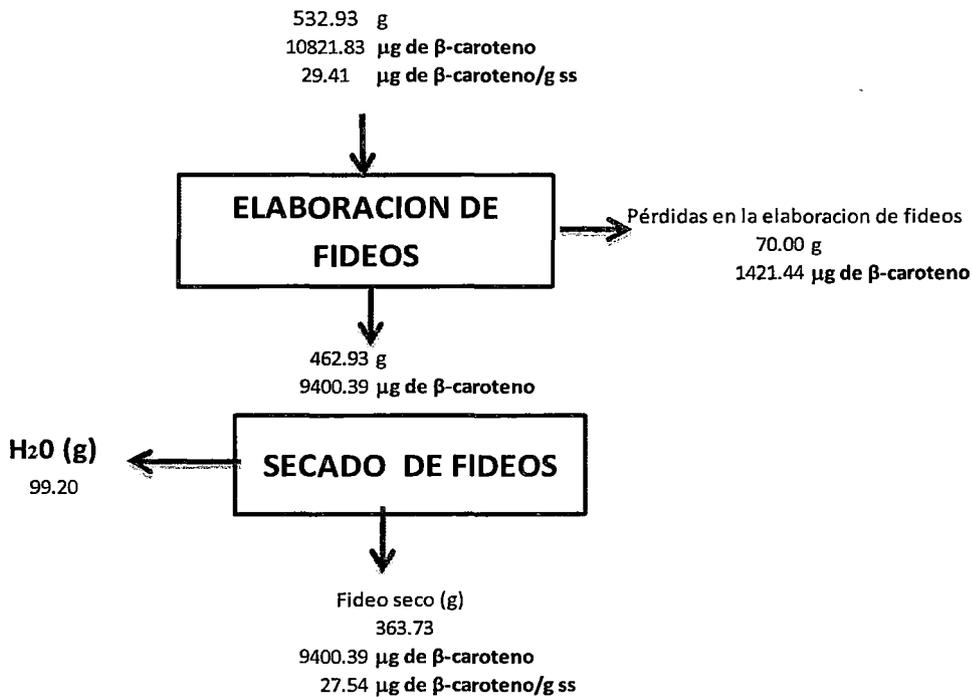


Figura 4.6: Balance de masa en la elaboración y secado de fideos

Pérdida de β -caroteno en la elaboración de fideos con polvo de zanahoria deshidratada por liofilización:

$$(29.41 - 27.54) \mu\text{g} = 1.88 \mu\text{g}$$

Pérdida de β -caroteno en la elaboración de fideos con polvo de zanahoria deshidratada por liofilización:

$$\frac{1.88}{29.41} \times 100 = 6.38 \%$$

Las Tablas 4.5 y 4.6, muestran los resultados de los balances y la pérdida de β -caroteno efectuados en base seca al adicionar polvo de zanahoria en la elaboración de fideos.

Por otro lado la tabla Tabla 4.7, muestra los resultados de los análisis de laboratorio de β -caroteno realizados por espectrofotometría UV.

Tabla 4.5: Pérdida de β -caroteno en la elaboración de fideos al adicionar polvo deshidratado de zanahoria por secado convencional

% de adición de zanahoria deshidratada en polvo	% de β-caroteno perdidos por gramo de sólidos
2.50	6.39
5.00	6.22
10.00	5.88

De la Tabla 4.5 para fideos elaborados con polvo de zanahoria deshidratado por secado convencional la pérdida de β -caroteno es menor cuando hay mayor adición de polvo deshidratado para la elaboración de fideos fortificados.

Tabla 4.6: Pérdida de β -caroteno en la elaboración de fideos al adicionar polvo deshidratado de zanahoria por liofilización

% de adición de zanahoria deshidratada en polvo	% de β-caroteno perdidos por gramo de sólidos
2.50	6.38
5.00	6.35
10.00	6.28

Por otro lado como muestra los valores de la Tabla 4.6, el porcentaje de pérdida de β -caroteno como en el caso anterior es menor cuando la muestra tiene mayor concentración de β -caroteno.

Pero si comparamos pérdidas de β -caroteno en la elaboración de fideos entre uno y otro método, por ejemplo si se adiciona 2.5% a la mezcla de zanahoria deshidratada, la

pérdida de β -caroteno en los fideos adicionando polvo de zanahoria deshidratado por secado convencional fue 6.39 % y por liofilización fue 6.38 % cuando se hace el balance en los fideos fortificados.

Tabla 4.7: Resultado del análisis de β -caroteno en los fideos por espectrofotometría UV

% de adición de zanahoria deshidratada	Contenido de β -caroteno ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	
	Secado convencional	Liofilización
0.00	63.00	63.00
2.50	2446.00	2382.00
5.00	5060.00	4430.00
10.00	9843.00	8741.00

Fuente: Laboratorio de servicios de análisis de la carrera Profesional de Química- UNSAAC

De la Tabla 4.7 para los resultados del análisis de β -caroteno en los fideos adicionados con polvo de zanahoria secado convencionalmente se puede inferir que según se incrementa la concentración de polvo de zanahoria en la mezcla base se duplica el contenido de β -caroteno entre una y otra mezcla similar al secado por liofilización. Por otro lado, cuando se hace la comparación de fideos adicionados por polvo de zanahoria entre uno y otro método en las mismas concentraciones, la concentración de fideos adicionados con polvo de zanahoria secado convencionalmente tiene mayor concentración de β -caroteno que aquellos fideos adicionados con polvo de zanahoria liofilizados. De acuerdo al análisis la muestra control tiene concentraciones mínimas de β -caroteno debido a que en su composición tiene huevo.

4.4. Determinación del color en los fideos

La Tabla 4.8 muestra los resultados para las coordenadas CIELab, del promedio aritmético de dos fotografías tomadas a cada muestra.

Tabla 4.8: Coordenadas del CIELab

% de adición de zanahoria en polvo	Coordenadas del color CIE L*a*b*		
	L*	a*	b*
Fideos al 2.5 % por secado convencional	91.31	-0.52	32.83
Fideos al 5% por secado convencional	86.52	3.55	57.98
Fideos al 10% por secado convencional	86.43	4.90	50.29
Fideos al 2.5 % por liofilización	87.88	3.43	34.29
Fideos al 5% por liofilización	93.19	0.19	26.24
Fideo al 10% por liofilización	89.38	1.19	44.26
Fideos control	90.31	2.57	16.69

Es importante determinar las variaciones de cada una de las coordenadas de las muestras respecto a la muestra control para sacar conclusiones respecto de la variación del color amarillo (coordenada b*) en particular para el color. Para calcular la variación de las coordenadas se utilizan las siguientes expresiones:

$$\Delta L = L^*(muestra) - L^*(estándar)$$

$$\Delta a = a^*(muestra) - a^*(estándar)$$

$$\Delta b = b^*(muestra) - b^*(estándar)$$

$$\Delta E = \Delta L + \Delta a + \Delta b$$

ΔE representa la variación global del color en cada muestra. La Tabla 4.9 muestra éstos resultados.

Tabla 4.9: Variación de las coordenadas CIELab

% de adición de zanahoria en polvo	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Fideos al 2.5 % por secado convencional	1.00	-3.10	16.14	14.05
Fideos al 5% por secado convencional	-3.79	0.98	41.29	38.48
Fideos al 10% por secado convencional	-3.88	2.33	33.60	32.05
Fideos al 2.5 % por liofilización	-2.43	0.86	17.60	16.02
Fideos al 5% por liofilización	2.88	-2.38	9.55	10.05
Fideo al 10% por liofilización	-0.93	-1.38	27.57	25.26

Los resultados de la evaluación del color que muestra en la Tabla 4.9, indica la diferencia de luminosidad, ΔL , índice del rojo, Δa , índice del amarillo, Δb , y la diferencia global del color, ΔE , que indican cual es la diferencia entre las muestras y el control. La adición de

zanahoria deshidratada afecta el color de los fideos fortificados con β -caroteno que incrementa el color rojo y amarillo. El incremento de pigmentos rojo y amarillo en los fideos contribuyó a la disminución del índice de blancura ΔL con respecto a la muestra control.

La diferencia del color de los fideos con respecto a la muestra control varió por efecto de la concentración de β -caroteno como muestra los valores ΔL , Δa y Δb . El orden de los valores de ΔL (determina la claridad de fideos), para fideos adicionados con polvo de zanahoria es el siguiente: fideos al 5% por liofilización y fideos al 2.5% por secado convencional son más positivos que la muestra control, entonces son menos claros que la muestra control. Fideos al 10% por liofilización, fideos al 2.5% por liofilización, fideos al 5% por secado convencional y fideos al 10% por secado convencional son claros, entonces estas fideos mucho menos que la muestra control.

Para los valores de Δa índice del rojo al verde los valores difieren siendo el orden como sigue: fideos al 10% por secado convencional, fideos al 5% por secado convencional y fideos al 2.5% por liofilización positivos, las muestras son más rojas que el estándar. Por otro lado fideos al 10% por liofilización, fideos al 5% por liofilización y fideos al 2.5% por secado convencional negativos, las muestras son menos rojas.

Los resultados para los valores de Δb índice del amarillo al azul también difieren uno del otro, siendo el orden como sigue: fideos al 5% por secado convencional, fideos al 10% por secado convencional, fideos al 10% por liofilización, fideos al 2.5% por liofilización, fideos al 2.5% por secado convencional, fideos al 5% por liofilización y fideos al 5% por secado convencional son positivos; significa que son más amarillentos que la muestra control. Dicho de otro modo el color amarillento es una función de la concentración de β -caroteno en las muestras.

Los fideos adicionados con polvo de zanahoria al 5% secado convencionalmente obtuvieron valores: $\Delta L = -3.79$, $\Delta a = 0.98$ y $\Delta b = 41.29$, comparando estos resultados con la muestra control estudiada en la investigación, se encuentra que tienen menor luminosidad pero tiende a ser más rojos y también los más amarillentos debido a la

concentración de β -caroteno, donde los valores más altos indican una mayor intensidad del color amarillo.

En este estudio se encontró menor intensidad de color amarillo para fideos adicionado con polvo deshidratado de zanahoria al 5 % por liofilización, en comparación con la muestra control que se ha considerado como estándar siendo este el más parecido al estándar.

El valor, ΔE , para los fideos adicionados con polvo deshidratado de zanahoria al 5 % por liofilización fue de 10.05 y para fideos adicionados con polvo deshidratado de zanahoria al 5% por secado convencional fue 38.48, fideos adicionados con polvo deshidratado de zanahoria por secado convencional se diferencian más de la muestra control.

4.5. Determinación de la textura en los fideos

Los resultados que se muestran a continuación se realizaron en el Laboratorio de Física I ambiente Pabellón C de la Carrera Profesional de Física de la UNSAAC, para la determinación de la fragilidad de los fideos de las diferentes muestras.

Para realizar la determinación de textura se tomaron muestras de fideos de 11 cm de longitud, se utilizó un dinamómetro y el GLX Explorer como dispositivo de adquisición de datos.

A continuación la Figura 4.7, muestra la fuerza lograda durante el estiramiento de un fideo adicionado con polvo de zanahoria al 10% por secado convencional, se le aplicó una fuerza al fideo fortificado hasta producir la ruptura al estirar el fideo, y el valor fue 8.9 N, dicho valor es el punto de ruptura para un tiempo 1.6 s, este es el tiempo de ruptura en el cual el fideo se rompe. Se puede concluir que el fideo fortificado con polvo de zanahoria al 10% por secado convencional es frágil debido a que se emplea menos tiempo para romperla, esto puede ser debido a la adición de polvo de zanahoria al 10% por secado convencional y al difícil manipulación de la masa en el proceso de elaboración, en consecuencia la estructura del fideo es débil cuando esta crudo.

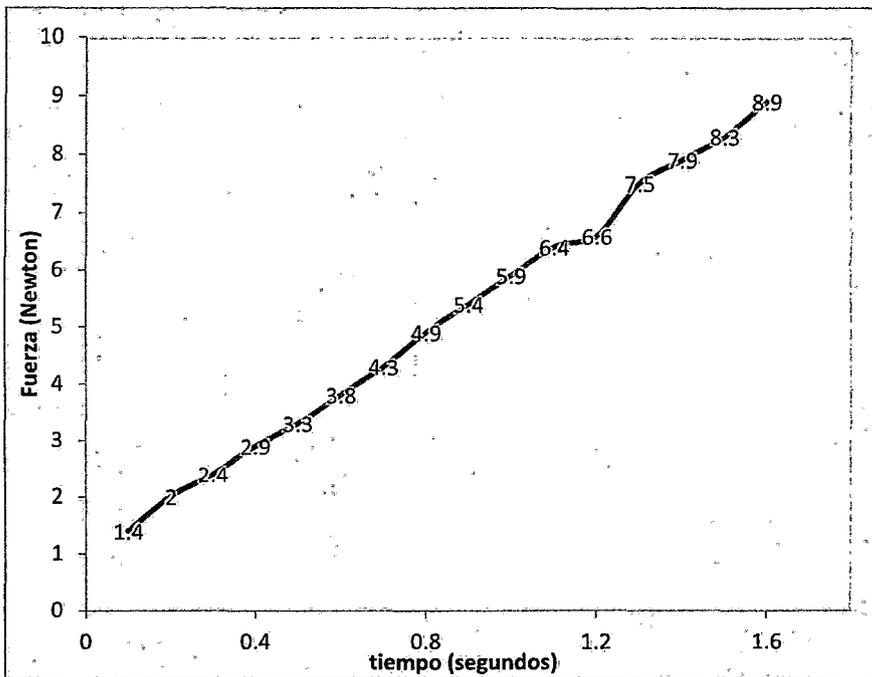


Figura 4.7: Resultado de la fuerza requerida hasta su punto de ruptura de un fideo por secado convencional al 10%

La Tabla 4.10 muestra los resultados obtenidos en el texturómetro (montaje realizado para medir textura) para el análisis de perfil de textura de los fideos crudos. El orden de valores de fractura, ordenados del más frágil al más duro medido en unidades de fuerza (Newtons) fue: fideos adicionados con polvo de zanahoria al 10% por liofilización, fideos al 5% por liofilización, fideos al 2.5% por liofilización, fideos al 10% por secado convencional, fideos control, fideos al 5% por secado convencional y fideos al 2.5% por secado convencional. Entonces, el fideo al 2.5% secado convencionalmente es más duro durante la prueba, pero los fideos adicionados con polvo de zanahoria al 10% por liofilización, 5% por liofilización, fideos al 10% secado convencionalmente tienen menos dureza demostrando que sus estructuras son más frágiles.

En conclusión fideos adicionados con polvo de zanahoria secados convencionalmente no presentaron una tendencia de fragilidad, es decir sus valores de fragilidad son variados, pero sin embargo fideos adicionados con polvo de zanahoria liofilizados si presentan una tendencia de fragilidad al incrementar polvo deshidratado de zanahoria. Por tanto este

factor de textura es muy importante para la aceptabilidad del consumidor y para un nivel industrial para un diseño de empaques y su transporte.

Tabla 4.10: Fuerza de ruptura en los fideos

% de adición de zanahoria deshidratada	F(N)	
	Secado convencional	Liofilización
0.00	9.90	9.90
2.50	12.90	8.50
5.00	12.10	6.20
10.00	8.90	3.60

4.6. Análisis Sensorial de los fideos

Las Tablas 4.11, 4.12 y 4.13, muestran los resultados obtenidos de las fichas de evaluación sensorial aplicados a los 13 panelistas entrenados del análisis sensorial de los fideos para el sabor, el color y la textura, respectivamente.

Tabla 4.11: Análisis sensorial – Sabor

SABOR

N°	Secado convencional			Liofilización			Control
	Código 550	Código 949	Código 361	Código 574	Código 743	Código 888	Código 944
1	2.80	3.00	3.30	2.50	4.00	2.25	2.00
2	2.80	2.50	2.00	3.80	3.40	2.25	2.25
3	2.75	3.20	3.20	3.25	3.40	3.00	3.00
4	2.50	1.50	2.75	2.80	2.75	3.00	2.50
5	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	3.00
6	3.20	2.50	3.00	3.50	3.25	3.40	3.00
7	2.50	2.80	2.80	3.20	3.00	3.00	1.50
8	2.00	3.00	3.00	3.50	2.00	3.00	1.25
9	3.25	2.30	4.75	3.00	2.50	3.00	1.50
10	2.20	2.80	2.80	2.00	3.25	3.40	1.50
11	2.80	2.25	3.00	3.50	3.00	4.25	2.25
12	2.00	3.00	3.40	3.50	4.25	3.50	2.00
13	2.00	2.75	2.50	3.50	2.50	3.50	2.75

Tabla 4.12: Análisis sensorial - Color

COLOR

N°	Secado convencional			Liofilización			Control
	550	949	361	574	743	888	944
1	2.50	3.00	4.70	3.00	4.00	3.80	1.00
2	3.10	2.75	2.50	2.75	3.25	2.25	1.00
3	2.50	2.50	4.10	3.25	3.80	1.75	1.00
4	2.50	3.00	4.80	2.90	3.00	4.00	1.00
5	2.10	2.00	3.50	2.00	3.00	3.00	1.00
6	2.00	3.00	3.25	2.75	3.00	4.50	1.00
7	2.25	3.75	3.20	2.80	3.80	3.75	1.00
8	2.00	2.00	3.50	2.50	3.20	3.50	1.00
9	2.75	2.00	4.80	2.00	3.00	3.25	1.50
10	2.00	3.20	3.75	1.75	4.20	4.75	1.20
11	2.40	2.00	3.00	2.75	3.00	4.25	1.25
12	3.00	3.00	3.50	2.50	4.25	4.00	1.25
13	2.00	3.75	4.00	2.50	3.00	3.50	2.10

Tabla 4.13: Análisis sensorial – Textura

TEXTURA

N°	Secado convencional			Liofilización			Control
	550	949	361	574	743	888	944
1	4.00	2.00	2.80	2.50	2.00	3.80	3.30
2	4.75	2.00	1.75	3.25	2.40	3.00	2.80
3	3.00	3.00	3.00	2.25	2.75	2.25	4.00
4	4.00	3.00	3.20	2.75	2.50	3.50	2.75
5	3.40	2.00	3.00	3.00	2.50	3.10	2.00
6	3.25	2.50	2.50	2.40	2.80	3.25	2.50
7	3.50	2.25	2.00	2.25	1.70	3.25	2.00
8	4.00	3.50	1.50	2.80	2.00	3.50	2.80
9	3.25	2.00	4.25	2.00	1.50	3.00	2.00
10	3.25	2.70	3.75	2.25	3.25	3.75	3.25
11	2.75	2.00	2.00	2.30	3.00	4.25	4.25
12	3.50	2.00	2.50	2.50	3.25	4.00	2.50
13	3.75	3.75	3.50	2.50	2.00	3.40	3.40

4.7. Análisis estadístico del análisis sensorial de los fideos

Los resultados de los análisis se muestran en las Tablas 4.14, 4.15, 4.16 y 4.17

Tabla 4.14: Secado convencional ($\alpha=0.05$)

Muestra	F experimental	F crítico	Valor P	H ₀	Diferencia significativa
Sabor	2.974	3.403	0.07112	se acepta	No existe
Color	17.320	3.403	2.208 E-08	se rechaza	Existe
Textura	8.642	3.403	0.0015	se rechaza	Existe

La Tabla 4.14 que muestra un resumen de los resultados del ANOVA para las muestras de fideos con polvo de zanahoria secados convencionalmente. Se puede inferir que no existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre el sabor de las diferentes muestras de fideos con polvo adicionado secado convencionalmente, pero si existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre el color y la textura entre las diferentes muestras, no en la evaluación de los diferentes jueces del panel. Se puede deducir que la fuente de β -caroteno no influye en el sabor de los fideos adicionados por polvo de zanahoria por secado convencional; de acuerdo a los resultados el orden de sabor del muy salado hasta bajo en sal es el siguiente: fideos fortificados con polvo de zanahoria adicionado al 2.5%, 5% y 10%. Los resultados completos del análisis realizado con el programa Microsoft Excel se muestran en el apéndice 2, 3 y 4.

El orden para el color desde el que no tiene nada de amarillo hasta el más amarillento es el siguiente: fideos fortificado con polvo de zanahoria secados convencionalmente al 2.5%, 5% y 10%.

El orden para la textura desde el muy blando hasta el más duro es el siguiente: fideos fortificado con polvo de zanahoria secados convencionalmente al 10%, 5% y 2.5%.

Tabla 4.15: Liofilización ($\alpha=0.05$)

Muestra	F experimental	F crítico	Valor P	H ₀	Diferencia significativa
Sabor	0.045	3.402	0.9563	se acepta	No existe
Color	9.134	3.402	0.0012	se rechaza	Existe
Textura	17.692	3.402	1.898 E-05	se rechaza	Existe

De la Tabla 4.15, que muestra los resultados del ANOVA para el sabor, color y textura se puede concluir que no existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre el sabor de las

diferentes muestras por liofilización, pero si existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre el color y la textura entre las diferentes muestras, no en la evaluación de los diferentes jueces del panel. Entonces la fuente de β - caroteno no influye en el sabor de los fideos adicionados por polvo de zanahoria por liofilización; de acuerdo a los resultados el orden de sabor del muy salado hasta bajo en sal es el siguiente: fideo fortificado con polvo de zanahoria adicionado al 2.5%, 10%, y 5%. Los resultados completos del análisis realizado con el programa Microsoft Excel se muestran en el apéndice 5, 6 y 7.

El orden para el color desde el que no tiene nada de amarillo hasta el más amarillento es el siguiente: fideos fortificado con polvo de zanahoria al 2.5%, 5% y 10%.

El orden para para la textura desde el muy blando hasta el más duro es el siguiente: fideos fortificado con polvo de zanahoria al 10%, 2.5% y 5%.

Tabla 4.16: Secado convencional y liofilización ($\alpha=0.05$)

Muestra	F experimental	F crítico	Valor P	H₀	Diferencia significativa
Sabor	2.950	2.368	0.0191	se rechaza	Existe
Color	11.801	2.368	5.799 E-08	se rechaza	Existe
Textura	8.802	2.368	2.622 E-06	se rechaza	Existe

Para la Tabla 4.16, que muestra los resultados del ANOVA para el sabor, color y textura se puede concluir que existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre el sabor, color y textura de las diferentes muestras por secado convencional y por liofilización, no en la evaluación de los diferentes jueces del panel. Entonces la fuente de β - caroteno influye en el sabor de los fideos adicionados por polvo de zanahoria por secado convencional respecto de liofilización; de acuerdo a los resultados el orden de sabor del muy salado hasta bajo en sal es el siguiente: fideos fortificado con polvo de zanahoria adicionado al 2.5% deshidratado por liofilización, fideos al 10% deshidratado por liofilización, fideos al 5% deshidratados por liofilización, fideos al 10% por secado convencional, fideos al 5% por secado convencional y fideos al 2.5 %por secado convencional. Los resultados completos del análisis realizado con el programa Microsoft Excel se muestran en el apéndice 8, 9 y 10.

El orden para el color desde el que no tiene nada de amarillo hasta el más amarillento es el siguiente: fideo fortificado con polvo de zanahoria al 2.5% por secado convencional,

fideos al 2.5% por liofilización, fideos al 5% por secado convencional, fideos al 5% por liofilización, fideos al 10% por liofilización y fideos al 10% por secado convencional.

El orden para para la textura desde el muy blando hasta el más duro es el siguiente: fideo fortificado con polvo de zanahoria al 5% por liofilización, fideos al 5% por secado convencional, fideo al 10% por secado convencional, fideos al 10% por liofilización, fideos al 2.5% por liofilización y fideos al 2.5% por secado convencional. Por tanto si hay diferencia significativa en la textura por la adición de polvo de zanahoria.

Tabla 4.17: Secado convencional, liofilización y control ($\alpha=0.05$)

Muestra	F experimental	F crítico	Valor P	H ₀	Diferencia significativa
Sabor	6.089	2.227	3.397 E-05	se rechaza	Existe
Color	31.902	2.227	1.993 E-18	se rechaza	Existe
Textura	7.073	2.227	6.032 E-06	se rechaza	Existe

De la Tabla 4.17, que muestra los resultados del ANOVA para el sabor, color y textura se puede concluir que si existe diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre el sabor, el color y la textura de las diferentes muestras, pero no en la evaluación de los diferentes jueces del panel. Dicho de otro modo, la fuente de β -caroteno influye sabor, en el tono amarillento y la textura de los fideos; de acuerdo a los resultados el orden del muy salado hasta bajo en sal es el siguiente: fideos adicionado con polvo de zanahoria al 2.5% por liofilización, fideos al 10% por liofilización, fideos al 5% por liofilización, fideos al 10% por secado convencional, fideos al 2.5% por secado convencional y fideos al 5% por secado convencional. El control es el que tiene menos sabor. Los resultados completos del análisis realizado con el programa Microsoft Excel se muestran en el apéndice 11, 12 y 13.

El orden del más amarillo al menos amarillo el siguiente: fideos con polvo de zanahoria adicionados al 10% deshidratados por secado convencional, fideos al 10% deshidratado por liofilización, fideos al 5% deshidratado por liofilización, fideos al 5% deshidratado por secado convencional, fideos al 2.5% deshidratado por liofilización, fideos al 2.5% deshidratado por secado convencional. El control es el que tiene menos intensidad.

En cuanto a la textura, el orden del más blando al más duro fue el siguiente: fideos fortificados con polvo de zanahoria adicionados al 5% deshidratado por liofilización, fideos al 5% deshidratado por secado convencional, fideos al 10% deshidratado por

secado convencional, fideos al 10% deshidratado por liofilización, fideos al 2.5% deshidratado por liofilización, fideos al 2.5% deshidratado por secado convencional. En este caso la muestra control es la que también tiene dureza alta, se puede decir entonces que las fuentes de fortificación producen unos fideos más suaves en todos los casos.

En ninguno de los análisis de varianza realizados existe diferencia significativa para los jueces (bloques), lo que significa que no hay sesgo en la evaluación de los jueces, esto se puede explicar por el hecho que ellos han sido entrenados y además participaron también en la evaluación sensorial de fideos en un estudio anterior.

4.8. Prueba de Tukey

Los resultados se muestran en las Tablas 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26 y 4.27.

Tabla 4.18: Color- secado convencional ($\alpha=0.05$)

		Color		
Secado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	Conv. 2.5 %	13	2,3923	
	Conv. 5.0 %	13	2,7654	
	Conv. 10.0 %	13		3,7385
	Sig.		,257	1,000
Tukey B ^a	Conv. 2.5 %	13	2,3923	
	Conv. 5.0 %	13	2,7654	
	Conv. 10.0 %	13		3,7385

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.18 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para el color se puede inferir que la muestra de fideo adicionado al 10 % con polvo de zanahoria secado convencionalmente tuvo diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para el color entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados convencionalmente, siendo esta muestra diferente a las muestras 2.5 % y 5.0 % adicionados con polvo de zanahoria secados convencionalmente, y estas muestras a la vez fueron iguales , por tanto la fuente de β -caroteno influyó en el color. Los resultados

completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 14.

Tabla 4.19: Textura- Secado convencional ($\alpha=0.05$)

		Textura		
Secado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	Conv. 5.0 %	13	2,5154	
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	
	Conv. 2.5 %	13		3,5692
	Sig.		,644	1,000
Tukey B ^a	Conv. 5.0 %	13	2,5154	
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	
	Conv. 2.5 %	13		3,5692

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.19 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para la textura se puede inferir que la muestra de fideo adicionado al 2.5 % con polvo de zanahoria secado convencionalmente tuvo diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para la textura entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados convencionalmente, siendo esta muestra diferente a las muestras 5.0 % y 10.0 %, y estas fueron iguales a la vez, por tanto la fuente de β -caroteno influyó en la textura. Los resultados completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 15.

Tabla 4.20: Color- liofilización ($\alpha=0.05$)

		Color		
Secado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	Liof. 2.5 %	13	2,5731	
	Liof. 5.0 %	13		3,4231
	Liof. 10.0 %	13		3,5615
	Sig.		1,000	,839
Tukey B ^a	Liof. 2.5 %	13	2,5731	
	Liof. 5.0 %	13		3,4231
	Liof. 10.0 %	13		3,5615

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.20 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para el color se puede inferir que la muestra de fideo adicionado al 2.5 % con polvo de zanahoria liofilizado tuvo diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para el color entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados por liofilización, siendo esta muestra diferente al resto de las muestras 5.0 % y 10.0 %, y estas muestras fueron iguales. Por tanto la fuente de β -caroteno influyó en el color. Los resultados completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 16.

Tabla 4.21: Textura- liofilización ($\alpha=0.05$)

		Textura		
secado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346	
	Liof. 2.5 %	13	2,5192	
	Liof. 10.0 %	13		3,3885
	Sig.		,897	1,000
Tukey B ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346	
	Liof. 2.5 %	13	2,5192	
	Liof. 10.0 %	13		3,3885

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.21 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para la textura se puede inferir que la muestra de fideo adicionado al 10.0 % con polvo de zanahoria liofilizado tuvo diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para la textura entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados convencionalmente, siendo esta muestra diferente a las muestras 2.5 % y 5.0 %, y estas muestras fueron iguales. Por tanto la fuente de β -caroteno influyó en la textura. Los resultados completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 17.

Tabla 4.22: Sabor-secado convencional, liofilización ($\alpha=0.05$)

Sabor			
Secado		N	Subset for alpha = 0.05
			1
TukeyHSD ^a	Conv. 2.5 %	13	2,6000
	Conv. 5.0 %	13	2,6615
	Conv. 10.0 %	13	3,0385
	Liof. 5.0 %	13	3,1000
	Liof. 2.5 %	13	3,1577
	Liof. 10.0 %	13	3,1577
	Sig.		
TukeyB ^a	Conv. 2.5 %	13	2,6000
	Conv. 5.0 %	13	2,6615
	Conv. 10.0 %	13	3,0385
	Liof. 5.0 %	13	3,1000
	Liof. 2.5 %	13	3,1577
	Liof. 10.0 %	13	3,1577

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.22 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para el sabor se puede inferir que tuvo diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para el sabor pero fue mínimo entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados convencionalmente y por liofilización, por tanto la influencia de β -caroteno en el sabor fue mínimo. Los resultados completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 18.

Tabla 4.23: Color-secado convencional, liofilización ($\alpha=0.05$)

		Color			
Secado		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
TukeyHSD ^a	Conv. 2.5 %	13	2,3923		
	Liof. 2.5 %	13	2,5731		
	Conv. 5.0 %	13	2,7654	2,7654	
	Liof. 5.0 %	13		3,4231	3,4231
	Liof. 10.0 %	13			3,5615
	Conv. 10.0 %	13			3,7385
	Sig.			,625	,077
TukeyB ^a	Conv. 2.5 %	13	2,3923		
	Liof. 2.5 %	13	2,5731		
	Conv. 5.0 %	13	2,7654		
	Liof. 5.0 %	13		3,4231	
	Liof. 10.0 %	13		3,5615	
	Conv. 10.0 %	13		3,7385	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.23 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para el color se puede inferir que la muestra de fideos adicionado al 2.5 % con polvo de zanahoria secado convencionalmente, 2.5 % liofilizado y 5 % secado convencionalmente, estas muestras fueron iguales pero diferentes al resto, a su vez, los fideos adicionados al 5 % con polvo de zanahoria secado convencionalmente, 5 % liofilizado fueron iguales pero diferentes frente a la otras muestras y fideos adicionado al 5 % con polvo de zanahoria liofilizado, 10 % liofilizado y 10 % secado convencionalmente fueron iguales y diferentes al resto de las otras muestras. Por tanto tuvieron diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para el color entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados convencionalmente y liofilizados. Los resultados completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 19.

Tabla 4.24: Textura-secado convencional, liofilización ($\alpha=0.05$)

		Textura			
Secado		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346		
	Conv. 5.0 %	13	2,5154		
	Liof. 2.5 %	13	2,5192		
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	2,7500	
	Liof. 10.0 %	13		3,3885	3,3885
	Conv. 2.5 %	13			3,5692
	Sig.			,738	,070
Tukey B ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346		
	Conv. 5.0 %	13	2,5154		
	Liof. 2.5 %	13	2,5192		
	Conv. 10.0 %	13	2,7500		
	Liof. 10.0 %	13		3,3885	
	Conv. 2.5 %	13		3,5692	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.24 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para la textura se puede inferir que la muestra de fideos adicionado al 5 % con polvo de zanahoria liofilizado, 5 % secado convencionalmente, 2.5 % liofilizado y 10 % secado convencionalmente, estas muestras fueron iguales pero diferentes al resto, a su vez, fideos de códigos adicionado al 10 % con polvo de zanahoria secado convencionalmente, 10 % liofilizado fueron iguales pero diferentes frente a la otras muestras y fideos adicionado al 10 % con polvo de zanahoria liofilizado y 2.5 % secado convencionalmente fueron iguales y diferentes al resto de las otras muestras. Por tanto tuvieron diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para la textura entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados convencionalmente y liofilizados. Los resultados completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 20.

Tabla 4.25: Sabor-secado convencional, liofilización y muestra control ($\alpha=0.05$)

		Sabor		
Sacado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	0.00 %	13	2,1923	
	Conv. 2.5 %	13	2,6000	2,6000
	Conv. 5.0 %	13	2,6615	2,6615
	Conv. 10.0 %	13		3,0385
	Liof. 5.0 %	13		3,1000
	Liof. 2.5 %	13		3,1577
	Liof. 10.0 %	13		3,1577
	Sig.			,314
Tukey B ^a	0.00 %	13	2,1923	
	Conv. 2.5 %	13	2,6000	2,6000
	Conv. 5.0 %	13	2,6615	2,6615
	Conv. 10.0 %	13		3,0385
	Liof. 5.0 %	13		3,1000
	Liof. 2.5 %	13		3,1577
	Liof. 10.0 %	13		3,1577

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.25 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para el sabor se puede inferir que la muestra de fideos fideo control, fideo adicionado con polvo de zanahoria con 2.5 % secado convencionalmente, 5 % secado convencionalmente, estas muestras fueron iguales pero diferentes al resto, a su vez, fideos adicionado al 10 % con polvo de zanahoria secado convencionalmente, 5 % liofilizado, 2.5 % secado convencionalmente y 10 % liofilizado fueron iguales pero diferentes frente a la otras muestras. Por tanto tuvieron diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para el sabor entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados convencionalmente, liofilizados y muestra control. Los resultados completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 21.

Tabla 4.26: Color-secado convencional, liofilización y muestra control ($\alpha=0.05$)

		Color				
Secado	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	
Tukey HSD ^a	0.00 %	13	1,1769			
	Conv. 2.5 %	13		2,3923		
	Liof. 2.5 %	13		2,5731		
	Conv. 5.0 %	13		2,7654	2,7654	
	Liof. 5.0 %	13			3,4231	3,4231
	Liof. 10.0 %	13				3,5615
	Conv. 10.0 %	13				3,7385
	Sig.		1,000	,650	,066	,802
Tukey B ^a	0.00 %	13	1,1769			
	Conv. 2.5 %	13		2,3923		
	Liof. 2.5 %	13		2,5731		
	Conv. 5.0 %	13		2,7654		
	Liof. 5.0 %	13			3,4231	
	Liof. 10.0 %	13			3,5615	
	Conv. 10.0 %	13			3,7385	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.26 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para el color se puede inferir que la muestra de fideos adicionado al 2.5 % con polvo de zanahoria secado convencionalmente, 2.5 % liofilizado y 5 % secado convencionalmente, estas muestras fueron iguales pero diferentes al resto, a su vez, los fideos adicionado al 5 % con polvo de zanahoria secado convencionalmente, 5 % liofilizado fueron iguales pero diferentes frente a la otras muestras y fideos adicionado con polvo de zanahoria con 5 % liofilizado, 10 % liofilizado y 10 % secado convencionalmente fueron iguales y diferentes al resto de las otras muestras. Por tanto tuvieron diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para el color entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados convencionalmente, liofilizados y muestra control, en este caso la muestra control fue diferente al resto de la muestras no hay ningún parecido. Los resultados completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 22.

Tabla 4.27: Textura-secado convencional, liofilización y muestra control ($\alpha=0.05$)

		Textura			
Secado	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	
TukeyHSD ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346		
	Conv. 5.0 %	13	2,5154		
	Liof. 2.5 %	13	2,5192		
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	2,7500	
	0.00 %	13	2,8885	2,8885	2,8885
	Liof. 10.0 %	13		3,3885	3,3885
	conv. 2.5 %	13			3,5692
	Sig.		,479	,114	,074
TukeyB ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346		
	Conv. 5.0 %	13	2,5154		
	Liof. 2.5 %	13	2,5192		
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	2,7500	
	0.00 %	13	2,8885	2,8885	
	Liof. 10.0 %	13		3,3885	3,3885
	conv. 2.5 %	13			3,5692

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

De la Tabla 4.27 que muestra los resultados para la prueba de Tukey para la textura se puede inferir que la muestra de fideos adicionado al 5 % con polvo de zanahoria liofilizado, 5 % secado convencionalmente 2.5 % liofilizado, 10 % secado convencionalmente y muestra control, estas muestras fueron iguales pero diferentes al resto, a su vez, fideos adicionado al 10 % con polvo de zanahoria secado convencionalmente, muestra control y 10 % liofilizado fueron iguales pero diferentes frente a la otras muestras y fideos adicionado al 10 % con polvo de zanahoria liofilizado y 2.5 % secado convencionalmente fueron iguales y diferentes al resto de las otras muestras. Por tanto tuvieron diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) para la textura entre las diferentes muestras de fideos adicionados con polvo de zanahoria deshidratados convencionalmente, liofilizados y muestra control. Los resultados completos del análisis realizado con el programa PASW statistics 18- SPSS se muestran en el apéndice 23.

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial respecto al color y textura son concordantes con el estudio realizado por Lee *et al.*, (2002), en cuanto a la proporción adicionado de polvo deshidratado (5 %).

CONCLUSIONES

- La zanahoria deshidratada por liofilización conserva el contenido de β - caroteno más que el secado convencional.
- El fideo elaborado con 10 % de zanahoria en polvo deshidratada convencionalmente tiene mayor contenido de β - caroteno de acuerdo al análisis químico. Sin embargo de acuerdo a los balances teóricos es la muestra de zanahoria adicionado al 10 % por liofilización.
- El análisis sensorial de los fideos demuestra que los fideos elaborados con polvo de zanahoria liofilizado conservan mejor el color (5 % con polvo de zanahoria de acuerdo al análisis CIELab) y la mejor textura se obtuvo en el fideo elaborado con polvo deshidratado con 5 % de polvo de zanahoria liofilizado. Sin embargo el más duro de acuerdo al análisis es fideo adicionado con 2.5 % de polvo de zanahoria secado convencionalmente y el más frágil con 10 % de polvo de zanahoria liofilizado.
- En cuanto al sabor no existe una conclusión definida, sin embargo el fideo menos salado es aquel con 2.5 % de polvo deshidratado convencionalmente y el más salado es el fideo elaborado con 10 % de zanahoria liofilizada.

RECOMENDACIONES

- No se debe deshidratar la zanahoria hasta la humedad de equilibrio sino hasta aproximadamente hasta la humedad de la harina (10.3 %), a efectos de evitar degradación de β - caroteno.
- Estimar la velocidad de liofilización para determinar el tiempo necesario para alcanzar la humedad deseada.
- Usar una variedad de zanahoria con mayor contenido de β - caroteno.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdi, H.; Williams, L.J. Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) Test. Encyclopedia of Research Design. Thousand Oaks, California. USA. 2010.
- Añasco, J. A.; Rodríguez, J. C. **Investigación Tecnológica para la Obtención de Fideos Enriquecidos con Harina de Cañihua (*Chenopodium pallidicaulle*) y Harina de Camote (*Ipomea batata*)**. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería de Procesos. Departamento Académico de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. 2006.
- Arnaus-Vinas, M.; Lorenz, K. **Pasta products containing Taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) and Chaya (*Cnidoscylus chayamansa* L. Mcvaugh)**. J. of Food Processing Preservation. **23** (1999), 1-20.
- Bui, L.; Small, D. **The influence of formulation and processing on stability of thiamin in three styles of Asian noodles**. School of Life Sciences and Technology. Victoria University. Australia.
- Cáceres, B.N. **Análisis de Datos y Diseños Experimentales aplicados en Investigación**. Edit. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú. 2009.
- Cachua T., Verónica; Cáceres, B. Nicolás. **Desarrollo de un fideo con alto contenido de β -caroteno**. Presentado en el COPEIQ XIX. Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. 2013.
- CIE International Commission on Illumination. **Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms, Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15**, Colorimetry, 1971 and 1978.
- Codex Alimentarius. **Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteínicos Vegetales**. 1^{ra} ed. OMS – FAO. Roma, 2007.
- Codex Alimentarius . **Norma del Codex para fideos instantáneos**. (Codex STAND 249-2006). Roma, 2006.
- Collado, L.; Mabesa, L.; Oates, C.; Corke, H. **Bihon-type Noodles from Heat Moisture Treated Sweet Potatoe Starch**. Journal of Food Science. 2001. Vol. 66 (4):604-609.
- Decision Analyst STATS, Inc. **Decision Analyst STATS 2.0, versión 2.0.0.2 : Strategic Research, Analytics, Modeling, and Optimization**. Copyright 2009.
- Dirección Regional de Agricultura – Cusco. **Producción Agrícola según principales productos**. Cusco. 2013. (<http://www.agrocusco.gob.pe/?q=node/26>. Fecha de acceso: Setiembre 22, 2013)

- Espinoza, E. **Evaluación Sensorial de Alimentos**. Edit. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 2003.
- Escuela Agrícola Panamericana. **Aumentando la Calidad y Competitividad de la Producción Agroalimentaria en Honduras**. Proyecto BID- FOMIN/EAP 2013
- Falen, J. **Necesidades Nutricionales**. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Federico Villarreal. Lima, Perú. 1995.
- Fefana .**Method of analysis of vitamins, provitamins and chemically well defined substances having a similar biological effect**. EU Feed Aditives and Premixtures Association. 2005.
- González, Rut.; Ibañez, Maira.**Evaluación de la composición fisicoquímica y sensorial de pastas tipo “fettuccine” elaboradas con harina de guapo y de trigo**. Facultad de Ingeniería Química. Universidad del Oriente. Barcelona, Venezuela. 2010.
- Hunter, Richard S., and Harold, Ricard W. **The Measurement of Appearance**, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc. New York, NY USA, 1987.
- Karnjanawipagul, P.; Nittayanuntawech, W.; Rojsanga, P.; Suntornsuk, L. **Analysis of β -Carotene in Carrot by Spectrophotometry**. Depart of Pharmaceutical Chemistry, Faculty of Pharmacy, Mahidol University. Journal of Pharmaceutical Science 37(1-2), 8-16. Thailand. 2010.
- Khachik, F.; Beecher, G.R. 1985: **Decapreno- β -carotene as an internal standard for the quantification of the hydrocarbon carotenoids by high-performance liquid chromatography**. j. Chromat. 346: 237-246.
- Latham, Michael C. **Nutrición Humana en el mundo en Desarrollo. Colección FAO – Alimentación y Nutrición N° 29**. Roma, Italia. 2002.
- Lee, C.; Cho, J.; Lee, S.; Koh, W.; Park, W.; Kim, C. **Enhancing β -Carotene content in Asian Noodles by adding pumpkin powder**. Cereal Chemistry, Vol. 79 (4), 2002.
- Lee, T.; Rizzi, S. **Pasta**. Edit. Evergráficas. Madrid, España. 1994.
- Lotfi, M.; Venkatesh Mannar, M.G.; Merx, Richard; Van den Heuvel, Petra Naber. **Micronutrient Fortification of Foods: Current practices, research, and opportunities**. International Agricultural Centre. The Netherlands. 1996.
- Martínez, A. **Carotenoides**. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Medellín, 2003.
- Maroto, J. **Horticultura Herbácea Especial**. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. Madrid, España. 2002.

- Miskelly, D.M.; Moss, H.J. **Flour Quality Requirements for Chinese Noodle Manufacture.** Journal of Cereal Science **3** (1985) 379-387.
- Murga T., Telmo R. **Comparación de las características de la canal y carne de cuye (*Cavia porcellus L.*).** Tesis de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, UNSAAC. 2014.
- Osella, Carlos A.; Sánchez, Hugo D.; Gonzáles, Rolando J. **Molienda de Trigo: Ensayos Comparativos de Escala Industrial con Planta Piloto, Chile.** (http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071807642006000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Fecha de acceso: Setiembre 24, 2013)
- PASW Statistics 18- SPSS. **Statistical package for the social sciences.** SPSS, Inc. USA. 2009. ([WWW.spss.com.hk/satistics/](http://www.spss.com.hk/satistics/)).
- Poste, Linda M.; Mackie, Deborah A.; Butler, Gail.; Larmond, Elizabeth. **Laboratory methods for sensory analysis of food.** Research Program Service Agriculture. Canada. 1991.
- Potter, Norman N. Food Science. 4th ed. The AVI Publishing Company, Inc. USA. 1986.
- Pomeranz, Y. & Meloan, C. **Food Analysis: Theory and Practice.** 2nd ed. The AVI Publishing Company, Inc. USA. 1987.
- Reungmaneevaitoon, S.; Sikkhamondhol, C.; Tiangpook, C. **Nutritive improvement of instant fried noodles with oat bran.** J. Sci. Technol., 2006, **28**(Suppl. 1) : 89-97
- Reyes, M.; Gomes, I.; Espinosa, C.; Bravo, F.; Gamoza, L. **Tabla Peruanas de Composición de Alimentos.** Centro Nacional de Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud. Lima, Perú. 2009.
- Rogers, D.E., Malouf, R. B., Langemeir, J., Gelrroth, J. A., and Ranhotra, G. S. 1993. **Stability and nutrients contribution of β -carotene added to selected bakery products.** Cereal chem. 65:320.-326.
- Sayar, R. **Nutrientes del huevo, composición química, buenas prácticas.** Centro de información nutricional. Argentina. 2006. (http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/nutrientes_huevo.pdf. Fecha de acceso: Octubre 14, 2014)
- Sidel, J.L.; Stone, H. **Experimental Design and Analysis of Sensory Test.** Food Technology, 30(11): 32-38. 1993.

Singh, R.; Heldman, D. **Introduction to Food Engineering**. 4ta ed. Academic Press, USA. 2009.

Vasquez, F. **Estudio de Pre factibilidad Técnico Económico Para la Elaboración de Pastas Tipo Laminada partir de Harina de trigo**. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2007.

Wang, L.; Hou, G.; Hsu, Y.; Zhou, L. **Effect of Phosphate Salts on the Korean non-fried instant Noodle quality**. *Journal of Cereal Science*, **54** (2011): 506-512.

Welti, J.; Vergara, F.; Perez, E.; Reyes, A. **Fundamentals and new tendencies of freeze-drying of foods**. Universidad de las Americas. Puebla, Mexico. 2005.

Yuan, M.; Lu, Z.; Cheng, Y. **Suitability of Different Starches for the Production of Kuanfen (Chinese Flat Starch Noodles)**. *Cereal Chem.* 1007. **84**(3): 285-289.

APÉNDICES

- Apéndice 1: Evaluación sensorial de fideos.
- Apéndice 2: ANOVA para el sabor - secado convencional.
- Apéndice 3: ANOVA para el sabor - liofilización.
- Apéndice 4: ANOVA para el color - secado convencional.
- Apéndice 5: ANOVA para el color - liofilización.
- Apéndice 6: ANOVA para la textura - secado convencional.
- Apéndice 7: ANOVA para la textura por liofilización.
- Apéndice 8: ANOVA para el sabor- secado convencional, liofilización sin muestra control.
- Apéndice 9: ANOVA para el color - secado convencional, liofilización sin muestra control.
- Apéndice 10: ANOVA para la textura - secado convencional, liofilización sin muestra control.
- Apéndice 11: ANOVA para el sabor- secado convencional, liofilización con muestra control.
- Apéndice 12: ANOVA para el color- secado convencional, liofilización con muestra control.
- Apéndice 13: ANOVA para la textura - secado convencional, liofilización con muestra control.
- Apéndice 14: TUKEY para color-secado convencional
- Apéndice 15: TUKEY para textura- secado convencional

Apéndice 16: TUKEY para color- liofilización

Apéndice 17: TUKEY para textura- liofilización

Apéndice 18: TUKEY para sabor- secado convencional, liofilización sin muestra control

Apéndice 19: TUKEY para color- secado convencional, liofilización sin muestra control

Apéndice 20: TUKEY para textura- secado convencional, liofilización sin muestra control

Apéndice 21: TUKEY para sabor- secado convencional, liofilización y muestra control.

Apéndice 22: TUKEY para color- secado convencional, liofilización y muestra control.

Apéndice 23: TUKEY para textura- secado convencional, liofilización y muestra control.

APÉNDICE 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

Carrera profesional de Ingeniería Química

Curso: Tesis

Estudiante: Verónica Ccahua Tumpay

Panelista:

Fecha: 24/07/2014

EVALUACION SENSORIAL DE FIDEOS

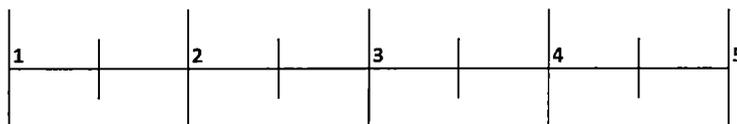
Objetivo:

Evaluación organoléptica de los fideos en función a: sabor, color y textura. Responda la siguiente encuesta de acuerdo a su percepción, con la mayor sinceridad posible.

Instrucciones:

Lea la escala de SABOR, COLOR y TEXTURA que está evaluando (**una a la vez**) y **marque con una (x)** el valor en la escala que considere corresponde a su opinión, considerando que la escala es continua.

SABOR:



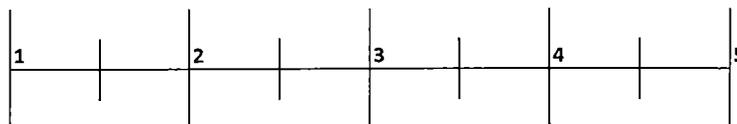
1. Sin sal
2. Bajo en sal
3. Ni bajo en sal, ni muy salado
4. Salado
5. Muy salado

COLOR:



1. Sin color
2. Ligeramente Amarillo
3. Amarillo
4. Muy Amarillo
5. Completamente Amarillo

TEXTURA:



1. Muy blando
2. Blando
3. Ni muy blando, ni muy duro
4. Duro
5. Muy duro

APÉNDICE 2:

ANOVA para el sabor - secado convencional

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
1	3	9.1	3.033333333	0.063333333
2	3	7.3	2.433333333	0.163333333
3	3	9.15	3.05	0.0675
4	3	6.75	2.25	0.4375
5	3	9	3	0
6	3	8.7	2.9	0.13
7	3	8.1	2.7	0.03
8	3	8	2.666666667	0.333333333
9	3	10.3	3.433333333	1.525833333
10	3	7.8	2.6	0.12
11	3	8.05	2.683333333	0.150833333
12	3	8.4	2.8	0.52
13	3	7.25	2.416666667	0.145833333
Código 550	13	33.8	2.6	0.195416667
Código 949	13	34.6	2.661538462	0.207980769
Código 361	13	39.5	3.038461538	0.393814103

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	3.656666667	12	0.304722222	1.237477493	0.315395058	2.183380082
Columnas	1.465128205	2	0.732564103	2.97494414	0.07011201	3.402826105
Error	5.909871795	24	0.246244658			
Total	11.03166667	38				

APÉNDICE 3:

ANOVA para el sabor - liofilización

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3	8.75	2.916666667	0.895833333
2	3	9.45	3.15	0.6475
3	3	9.65	3.216666667	0.040833333
4	3	8.55	2.85	0.0175
5	3	9.5	3.166666667	0.083333333
6	3	10.15	3.383333333	0.015833333
7	3	9.2	3.066666667	0.013333333
8	3	8.5	2.833333333	0.583333333
9	3	8.5	2.833333333	0.083333333
10	3	8.65	2.883333333	0.590833333
11	3	10.75	3.583333333	0.395833333
12	3	11.25	3.75	0.1875
13	3	9.5	3.166666667	0.333333333
Código 574	13	41.05	3.157692308	0.246602564
Código 743	13	40.3	3.1	0.37
Código 888	13	41.05	3.157692308	0.286185897

ANÁLISIS DE VARIANZA

origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	medio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	3.085641026	12	0.257136752	0.796518458	0.650410326	2.183380082
Columnas	0.028846154	2	0.014423077	0.044677577	0.95638511	3.402826105
Error	7.747820513	24	0.322825855			
Total	10.86230769	38				

APÉNDICE 4:

ANOVA para el color - secado convencional

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3	10.2	3.4	1.33
2	3	8.35	2.783333333	0.090833333
3	3	9.1	3.033333333	0.853333333
4	3	10.3	3.433333333	1.463333333
5	3	7.6	2.533333333	0.703333333
6	3	8.25	2.75	0.4375
7	3	9.2	3.066666667	0.575833333
8	3	7.5	2.5	0.75
9	3	9.55	3.183333333	2.100833333
10	3	8.95	2.983333333	0.800833333
11	3	7.4	2.466666667	0.253333333
12	3	9.5	3.166666667	0.083333333
13	3	9.75	3.25	1.1875
550	13	31.1	2.392307692	0.146185897
949	13	35.95	2.765384615	0.396826923
361	13	48.6	3.738461538	0.512980769

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	3.970769231	12	0.330897436	0.912699465	0.548986431	2.183380082
Columnas	12.55884615	2	6.279423077	17.3202493	2.20883E-05	3.402826105
Error	8.701153846	24	0.362548077			
Total	25.23076923	38				

APÉNDICE 5:

ANOVA para el color - liofilización

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3	10.8	3.6	0.28
2	3	8.25	2.75	0.25
3	3	8.8	2.933333333	1.125833333
4	3	9.9	3.3	0.37
5	3	8	2.666666667	0.333333333
6	3	10.25	3.416666667	0.895833333
7	3	10.35	3.45	0.3175
8	3	9.2	3.066666667	0.263333333
9	3	8.25	2.75	0.4375
10	3	10.7	3.566666667	2.550833333
11	3	10	3.333333333	0.645833333
12	3	10.75	3.583333333	0.895833333
13	3	9	3	0.25
574	13	33.45	2.573076923	0.186923077
743	13	44.5	3.423076923	0.254839744
888	13	46.3	3.561538462	0.722147436

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	4.183076923	12	0.348589744	0.855098671	0.598606621	2.183380082
Columnas	7.447820513	2	3.723910256	9.134837644	0.001122504	3.402826105
Error	9.783846154	24	0.407660256			
Total	21.41474359	38				

APÉNDICE 6:

ANOVA para la textura - secado convencional

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3	8.8	2.933333333	1.013333333
2	3	8.5	2.833333333	2.770833333
3	3	9	3	0
4	3	10.2	3.4	0.28
5	3	8.4	2.8	0.52
6	3	8.25	2.75	0.1875
7	3	7.75	2.583333333	0.645833333
8	3	9	3	1.75
9	3	9.5	3.166666667	1.270833333
10	3	9.7	3.233333333	0.275833333
11	3	6.75	2.25	0.1875
12	3	8	2.666666667	0.583333333
13	3	11	3.666666667	0.020833333
550	13	46.4	3.569230769	0.276891026
949	13	32.7	2.515384615	0.38849359
361	13	35.75	2.75	0.662916667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	4.887307692	12	0.407275641	0.88439588	0.573159836	2.183380082
Columnas	7.959358974	2	3.979679487	8.641842984	0.001490024	3.402826105
Error	11.05230769	24	0.460512821			
Total	23.89897436	38				

APENDICE 7:

ANOVA para la textura - liofilización

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	3	8.3	2.76666667	0.86333333
2	3	8.65	2.88333333	0.19083333
3	3	7.25	2.41666667	0.08333333
4	3	8.75	2.91666667	0.27083333
5	3	8.6	2.86666667	0.10333333
6	3	8.45	2.81666667	0.18083333
7	3	7.2	2.4	0.6175
8	3	8.3	2.76666667	0.56333333
9	3	6.5	2.16666667	0.58333333
10	3	9.25	3.08333333	0.58333333
11	3	9.55	3.18333333	0.97583333
12	3	9.75	3.25	0.5625
13	3	7.9	2.63333333	0.50333333
574	13	32.75	2.519230769	0.120641026
743	13	31.65	2.434615385	0.322660256
888	13	44.05	3.388461538	0.263397436

ANÁLISIS DE VARIANZA

origen de las variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Medio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	3.56474359	12	0.297061966	1.450367743	0.211210356	2.183380082
Columnas	7.247692308	2	3.623846154	17.69297376	1.89815E-05	3.402826105
Error	4.915641026	24	0.204818376			
Total	15.72807692	38				

APÉNDICE 8:

ANOVA para el sabor - secado convencional, liofilización sin muestra control

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	6	17.85	2.975	0.38775
2	6	16.75	2.791666667	0.478416667
3	6	18.8	3.133333333	0.051666667
4	6	15.3	2.55	0.29
5	6	18.5	3.083333333	0.041666667
6	6	18.85	3.141666667	0.128416667
7	6	17.3	2.883333333	0.057666667
8	6	16.5	2.75	0.375
9	6	18.8	3.133333333	0.751666667
10	6	16.45	2.741666667	0.308416667
11	6	18.8	3.133333333	0.461666667
12	6	19.65	3.275	0.55375
13	6	16.75	2.791666667	0.360416667
Código 550	13	33.8	2.6	0.195416667
Código 949	13	34.6	2.661538462	0.207980769
Código 361	13	39.5	3.038461538	0.393814103
Código 574	13	41.05	3.157692308	0.246602564
Código 743	13	40.3	3.1	0.37
Código 888	13	41.05	3.157692308	0.286185897

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	3.356987179	12	0.279748932	0.984857318	0.473602828	1.917395899
Columnas	4.189487179	5	0.837897436	2.94982153	0.019055306	2.368270236
Error	17.04301282	60	0.284050214			
Total	24.58948718	77				

APÉNDICE 9:

ANOVA para el color - secado convencional, liofilización sin muestra control

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	6	21	3.5	0.656
2	6	16.6	2.766666667	0.136666667
3	6	17.9	2.983333333	0.794666667
4	6	20.2	3.366666667	0.738666667
5	6	15.6	2.6	0.42
6	6	18.5	3.083333333	0.666666667
7	6	19.55	3.258333333	0.401416667
8	6	16.7	2.783333333	0.501666667
9	6	17.8	2.966666667	1.071666667
10	6	19.65	3.275	1.44275
11	6	17.4	2.9	0.585
12	6	20.25	3.375	0.44375
13	6	18.75	3.125	0.59375
550	13	31.1	2.392307692	0.146185897
949	13	35.95	2.765384615	0.396826923
361	13	48.6	3.738461538	0.512980769
574	13	33.45	2.573076923	0.186923077
743	13	44.5	3.423076923	0.254839744
888	13	46.3	3.561538462	0.722147436

ANÁLISIS DE VARIANZA

origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	5.330384615	12	0.444198718	1.25076712	0.271618486	1.917395899
Columnas	20.95487179	5	4.190974359	11.80087361	5.7599E-08	2.368270236
Error	21.30846154	60	0.355141026			
Total	47.59371795	77				

APÉNDICE 10:

ANOVA para la textura - secado convencional, liofilización sin muestra control

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	6	17.1	2.85	0.759
2	6	17.15	2.858333333	1.185416667
3	6	16.25	2.708333333	0.135416667
4	6	18.95	3.158333333	0.290416667
5	6	17	2.833333333	0.250666667
6	6	16.7	2.783333333	0.148666667
7	6	14.95	2.491666667	0.515416667
8	6	17.3	2.883333333	0.941666667
9	6	16	2.666666667	1.041666667
10	6	18.95	3.158333333	0.350416667
11	6	16.3	2.716666667	0.726666667
12	6	17.75	2.958333333	0.560416667
13	6	18.9	3.15	0.53
550	13	46.4	3.569230769	0.276891026
949	13	32.7	2.515384615	0.38849359
361	13	35.75	2.75	0.662916667
574	13	32.75	2.519230769	0.120641026
743	13	31.65	2.434615385	0.322660256
888	13	44.05	3.388461538	0.263397436

ANÁLISIS DE VARIANZA

origen de las variacion	Suma de cuadrados	Grados de libertad	medio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	2.973012821	12	0.247751068	0.693107334	0.751549289	1.917395899
Columnas	15.73217949	5	3.146435897	8.802455667	2.62205E-06	2.368270236
Error	21.44698718	60	0.357449786			
Total	40.15217949	77				

APÉNDICE 11:

ANOVA para el sabor - secado convencional, liofilización y muestra control

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	7	19.85	2.835714286	0.458928571
2	7	19	2.714285714	0.440595238
3	7	21.8	3.114285714	0.045595238
4	7	17.8	2.542857143	0.24202381
5	7	21.5	3.071428571	0.035714286
6	7	21.85	3.121428571	0.109880952
7	7	18.8	2.685714286	0.321428571
8	7	17.75	2.535714286	0.633928571
9	7	20.3	2.9	1.0075
10	7	17.95	2.564285714	0.477261905
11	7	21.05	3.007142857	0.496190476
12	7	21.65	3.092857143	0.693690476
13	7	19.5	2.785714286	0.300595238
Código 550	13	33.8	2.6	0.195416667
Código 949	13	34.6	2.661538462	0.207980769
Código 361	13	39.5	3.038461538	0.393814103
Código 574	13	41.05	3.157692308	0.246602564
Código 743	13	40.3	3.1	0.37
Código 888	13	41.05	3.157692308	0.286185897
Código 944	13	28.5	2.192307692	0.397435897

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones:	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	4.219175824	12	0.351597985	1.208352676	0.294362006	1.889242097
Columnas	10.62994505	6	1.771657509	6.088735375	3.39743E-05	2.227403975
Error	20.95005495	72	0.290972985			
Total	35.79917582	90				

APÉNDICE 12:

ANOVA para el color - secado convencional, liofilización y muestra control

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	7	22	3.142857143	1.43952381
2	7	17.6	2.514285714	0.559761905
3	7	18.9	2.7	1.224166667
4	7	21.2	3.028571429	1.415714286
5	7	16.6	2.371428571	0.715714286
6	7	19.5	2.785714286	1.175595238
7	7	20.55	2.935714286	1.063095238
8	7	17.7	2.528571429	0.872380952
9	7	19.3	2.757142857	1.200357143
10	7	20.85	2.978571429	1.817380952
11	7	18.65	2.664285714	0.876428571
12	7	21.5	3.071428571	1.014880952
13	7	20.85	2.978571429	0.644880952
550	13	31.1	2.392307692	0.146185897
949	13	35.95	2.765384615	0.396826923
361	13	48.6	3.738461538	0.512980769
574	13	33.45	2.573076923	0.186923077
743	13	44.5	3.423076923	0.254839744
888	13	46.3	3.561538462	0.722147436
944	13	15.3	1.176923077	0.10150641

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	4.863956044	12	0.40532967	1.26924621	0.255628611	1.889242097
Columnas	61.12631868	6	10.18771978	31.90174731	1.99355E-18	2.227403975
Error	22.99296703	72	0.319346764			
Total	88.98324176	90				

APÉNDICE 13:

ANOVA para la textura - secado convencional, liofilización y muestra control

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	7	20.4	2.914285714	0.661428571
2	7	19.95	2.85	0.988333333
3	7	20.25	2.892857143	0.351190476
4	7	21.7	3.1	0.265833333
5	7	19	2.714285714	0.308095238
6	7	19.2	2.742857143	0.135357143
7	7	16.95	2.421428571	0.464047619
8	7	20.1	2.871428571	0.785714286
9	7	18	2.571428571	0.931547619
10	7	22.2	3.171428571	0.293214286
11	7	20.55	2.935714286	0.941428571
12	7	20.25	2.892857143	0.49702381
13	7	22.3	3.185714286	0.450595238
550	13	46.4	3.569230769	0.276891026
949	13	32.7	2.515384615	0.38849359
361	13	35.75	2.75	0.662916667
574	13	32.75	2.519230769	0.120641026
743	13	31.65	2.434615385	0.322660256
888	13	44.05	3.388461538	0.263397436
944	13	37.55	2.888461538	0.529647436

ANÁLISIS DE VARIANZA

origen de las variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	medio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	4.072417582	12	0.339368132	0.915035154	0.53663744	1.889242097
Columnas	15.73950549	6	2.623250916	7.073047175	6.03201E-06	2.227403975
Error	26.70335165	72	0.370879884			
Total	46.51527473	90				

APÉNDICE 14

TUKEY – COLOR POR SECADO CONVENCIONAL

Descriptives

Color

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Conv. 2.5 %	13	2,3923	,38234	,10604	2,1613	2,6234	2,00	3,10
Conv. 5.0 %	13	2,7654	,62994	,17471	2,3847	3,1461	2,00	3,75
Conv. 10.0 %	13	3,7385	,71623	,19865	3,3057	4,1713	2,50	4,80
Total	39	2,9654	,81484	,13048	2,7012	3,2295	2,00	4,80

ANOVA

Color

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12,559	2	6,279	17,839	,000
Within Groups	12,672	36	,352		
Total	25,231	38			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Color

	(I) Secado	(J) Secado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
TukeyHSD	Conv. 2.5 %	Conv. 5.0 %	-,37308	,23271	,257	-,9419	,1957
		Conv. 10.0 %	-1,34615*	,23271	,000	-1,9150	-,7773
	Conv. 5.0 %	Conv. 2.5 %	,37308	,23271	,257	-,1957	,9419
		Conv. 10.0 %	-,97308*	,23271	,001	-1,5419	-,4043
	Conv. 10.0 %	Conv. 2.5 %	1,34615*	,23271	,000	,7773	1,9150
		Conv. 5.0 %	,97308*	,23271	,001	,4043	1,5419

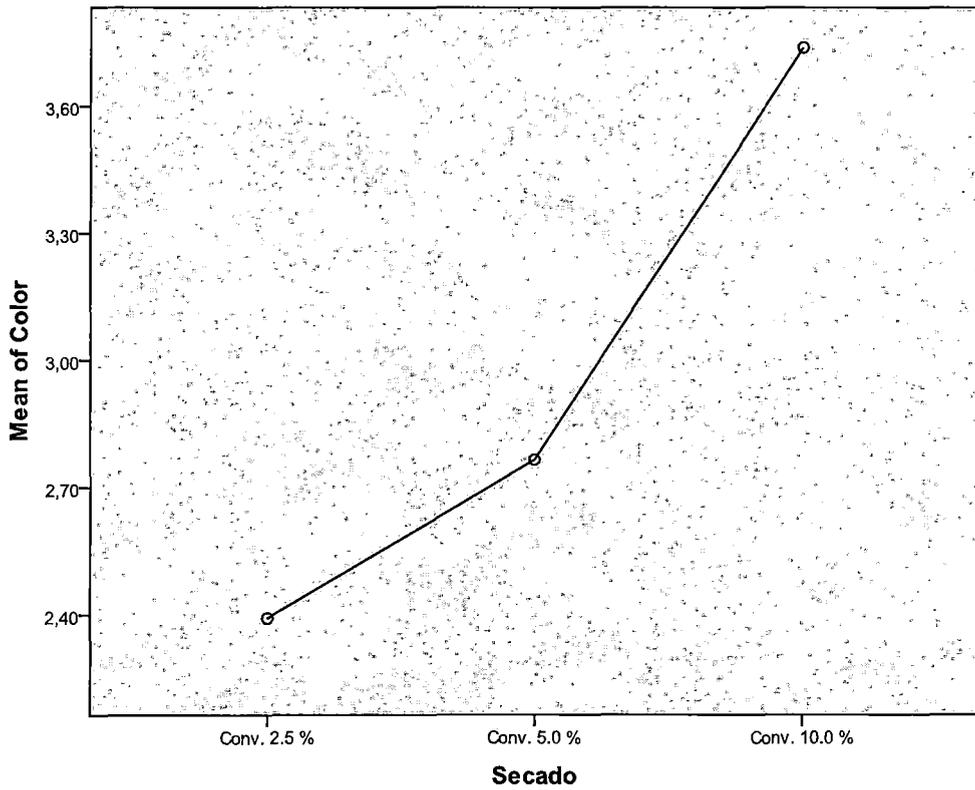
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

		Color		
Secado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	Conv. 2.5 %	13	2,3923	
	Conv. 5.0 %	13	2,7654	
	Conv. 10.0 %	13		3,7385
	Sig.		,257	1,000
Tukey B ^a	Conv. 2.5 %	13	2,3923	
	Conv. 5.0 %	13	2,7654	
	Conv. 10.0 %	13		3,7385

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.



APÉNDICE 15

TUKEY- TEXTURA POR SECADO CONVENCIONAL

Descriptives

Textura

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Conv. 2.5 %	13	3,5692	,52620	,14594	3,2512	3,8872	2,75	4,75
Conv. 5.0 %	13	2,5154	,62329	,17287	2,1387	2,8920	2,00	3,75
Conv. 10.0 %	13	2,7500	,81420	,22582	2,2580	3,2420	1,50	4,25
Total	39	2,9449	,79305	,12699	2,6878	3,2019	1,50	4,75

ANOVA

Textura

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7,959	2	3,980	8,988	,001
Within Groups	15,940	36	,443		
Total	23,899	38			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Textura

	(I) Secado	(J) Secado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Conv. 2.5 %	Conv. 5.0 %	1,05385*	,26099	,001	,4159	1,6918
		Conv. 10.0 %	,81923*	,26099	,009	,1813	1,4572
	Conv. 5.0 %	Conv. 2.5 %	-1,05385*	,26099	,001	-1,6918	-4,159
		Conv. 10.0 %	-,23462	,26099	,644	-,8726	,4033
	Conv. 10.0 %	Conv. 2.5 %	-,81923*	,26099	,009	-1,4572	-,1813
		Conv. 5.0 %	,23462	,26099	,644	-,4033	,8726

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

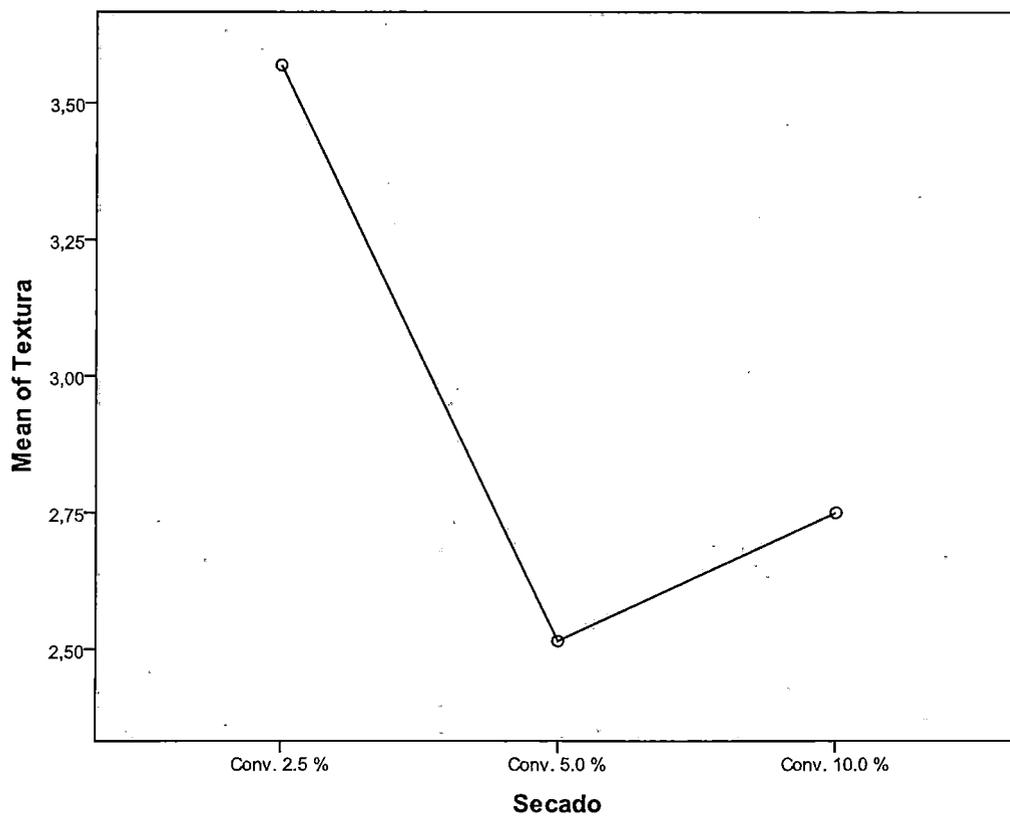
Homogeneous subsets

Textura

Secado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	Conv. 5.0 %	13	2,5154	
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	
	Conv. 2.5 %	13		3,5692
	Sig.		,644	1,000
Tukey B ^a	Conv. 5.0 %	13	2,5154	
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	
	Conv. 2.5 %	13		3,5692

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.



APÉNDICE 16

TUKEY – COLOR POR LIOFILIZACIÓN

Descriptives

Color

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liof. 2.5 %	13	2,5731	,43235	,11991	2,3118	2,8343	1,75	3,25
Liof. 5.0 %	13	3,4231	,50482	,14001	3,1180	3,7281	3,00	4,25
Liof. 10.0 %	13	3,5615	,84979	,23569	3,0480	4,0751	1,75	4,75
Total	39	3,1859	,75070	,12021	2,9425	3,4292	1,75	4,75

ANOVA

Color

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7,448	2	3,724	9,598	,000
Within Groups	13,967	36	,388		
Total	21,415	38			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Color

	(I) Secado	(J) Secado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
TukeyHSD	Liof. 2.5 %	Liof. 5.0 %	-,85000*	,24431	,004	-1,4472	-,2528
		Liof. 10.0 %	-,98846*	,24431	,001	-1,5856	-,3913
	Liof. 5.0 %	Liof. 2.5 %	,85000*	,24431	,004	,2528	1,4472
		Liof. 10.0 %	-,13846	,24431	,839	-,7356	,4587
	Liof. 10.0 %	Liof. 2.5 %	,98846*	,24431	,001	,3913	1,5856
		Liof. 5.0 %	,13846	,24431	,839	-,4587	,7356

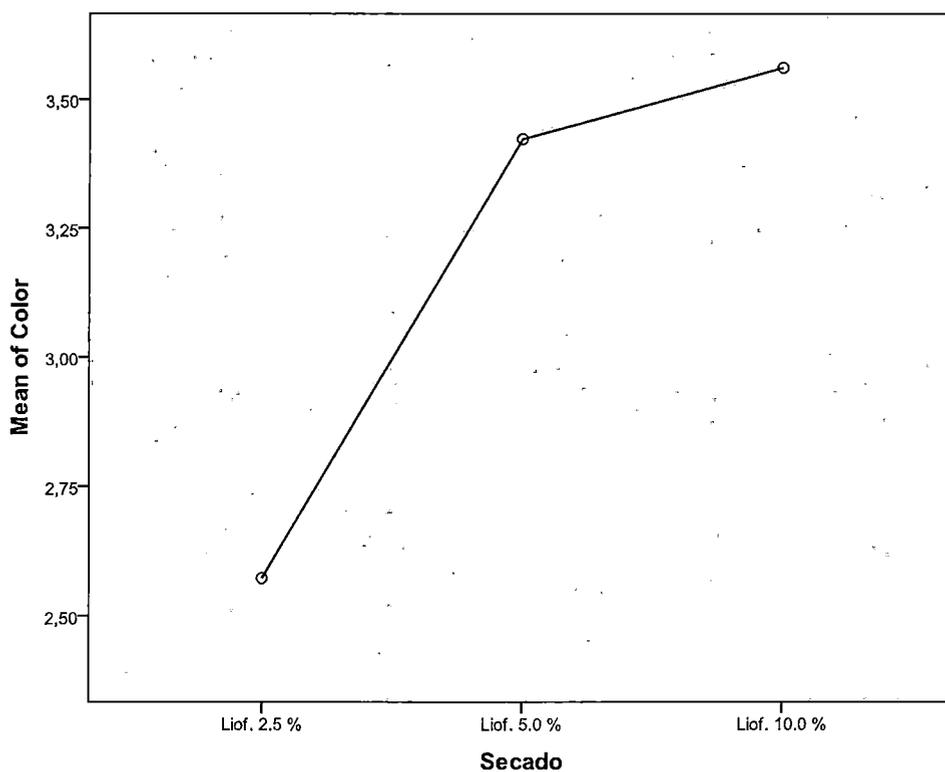
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous subsets

Color				
Secado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
TukeyHSD ^a	Liof. 2.5 %	13	2,5731	
	Liof. 5.0 %	13		3,4231
	Liof. 10.0 %	13		3,5615
	Sig.		1,000	,839
TukeyB ^a	Liof. 2.5 %	13	2,5731	
	Liof. 5.0 %	13		3,4231
	Liof. 10.0 %	13		3,5615

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.



APÉNDICE 17

TUKEY- TEXTURE POR LIOFILIZACIÓN

Descriptives

Textura

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Liof. 2.5 %	13	2,5192	,34733	,09633	2,3093	2,7291	2,00	3,25
Liof. 5.0 %	13	2,4346	,56803	,15754	2,0914	2,7779	1,50	3,25
Liof. 10.0 %	13	3,3885	,51322	,14234	3,0783	3,6986	2,25	4,25
Total	39	2,7808	,64335	,10302	2,5722	2,9893	1,50	4,25

ANOVA

Textura

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7,248	2	3,624	15,384	,000
Within Groups	8,480	36	,236		
Total	15,728	38			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Textura

	(I) secado	(J) secado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Liof. 2.5 %	Liof. 5.0 %	,08462	,19037	,897	-,3807	,5499
		Liof. 10.0 %	-,86923*	,19037	,000	-1,3346	-,4039
	Liof. 5.0 %	Liof. 2.5 %	-,08462	,19037	,897	-,5499	,3807
		Liof. 10.0 %	-,95385*	,19037	,000	-1,4192	-,4885
	Liof. 10.0 %	Liof. 2.5 %	,86923*	,19037	,000	,4039	1,3346
		Liof. 5.0 %	,95385*	,19037	,000	,4885	1,4192

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

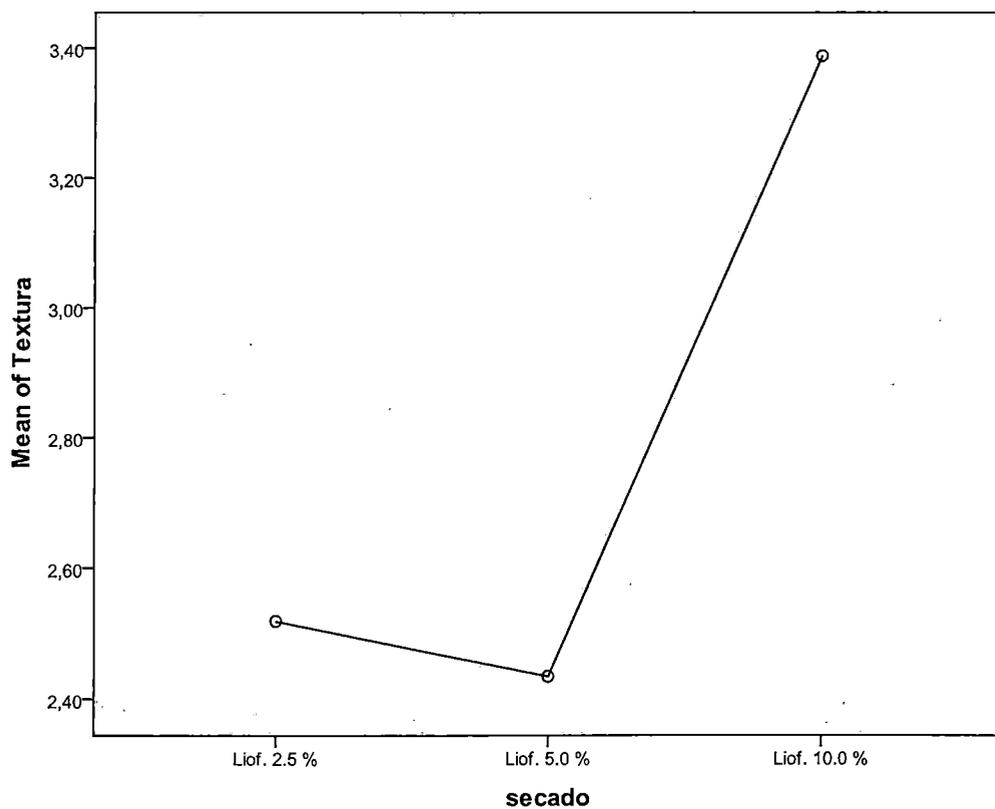
Homogeneous subsets

Textura

secado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
TukeyHSD ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346	
	Liof. 2.5 %	13	2,5192	
	Liof. 10.0 %	13		3,3885
	Sig.		,897	1,000
TukeyB ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346	
	Liof. 2.5 %	13	2,5192	
	Liof. 10.0 %	13		3,3885

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.



APÉNDICE 18

TUKEY- SABOR- SECADO CONVENCIONAL Y LIOFILIZACIÓN

Descriptives

Sabor

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Conv. 2.5 %	13	2,6000	,44206	,12261	2,3329	2,8671	2,00	3,25
Conv. 5.0 %	13	2,6615	,45605	,12649	2,3860	2,9371	1,50	3,20
Conv. 10.0 %	13	3,0385	,62755	,17405	2,6592	3,4177	2,00	4,75
Liof. 2.5 %	13	3,1577	,49659	,13773	2,8576	3,4578	2,00	3,80
Liof. 5.0 %	13	3,1000	,60828	,16871	2,7324	3,4676	2,00	4,25
Liof. 10.0 %	13	3,1577	,53496	,14837	2,8344	3,4810	2,25	4,25
Total	78	2,9526	,56511	,06399	2,8252	3,0800	1,50	4,75

ANOVA

Sabor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,189	5	,838	2,957	,017
Within Groups	20,400	72	,283		
Total	24,589	77			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Sabor

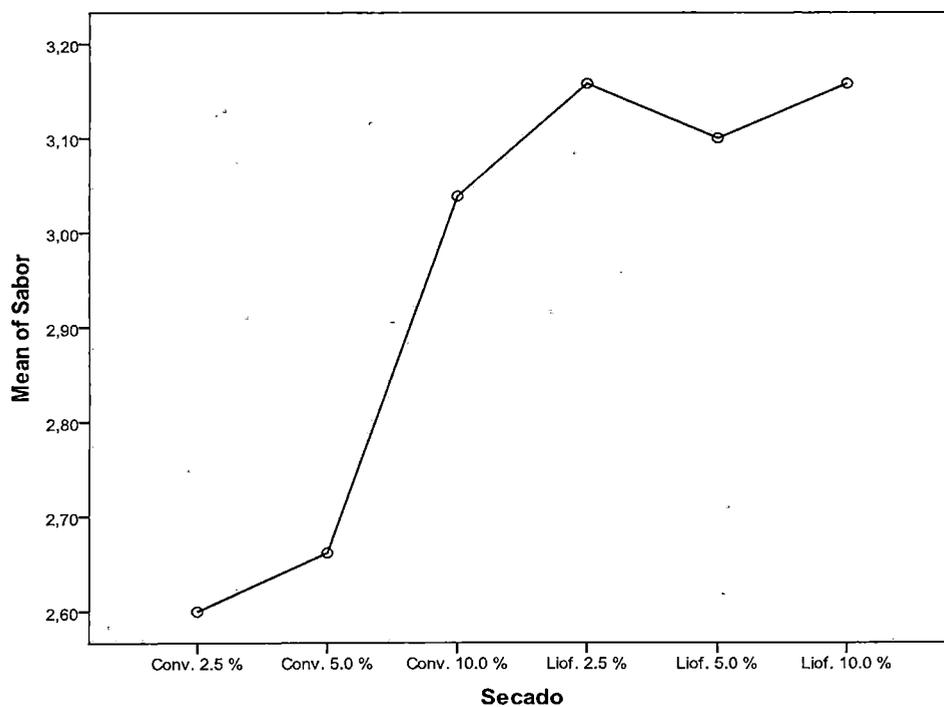
	(I) Secado	(J) Secado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Conv. 2.5 %	Conv. 5.0 %	-,06154	,20878	1,000	-,6728	,5497
		Conv. 10.0 %	-,43846	,20878	,299	-1,0497	,1728
		Liof. 2.5 %	-,55769	,20878	,094	-1,1690	,0536
		Liof. 5.0 %	-,50000	,20878	,172	-1,1113	,1113
		Liof. 10.0 %	-,55769	,20878	,094	-1,1690	,0536
	Conv. 5.0 %	Conv. 2.5 %	,06154	,20878	1,000	-,5497	,6728
		Conv. 10.0 %	-,37692	,20878	,469	-,9882	,2344
		Liof. 2.5 %	-,49615	,20878	,178	-1,1074	,1151
		Liof. 5.0 %	-,43846	,20878	,299	-1,0497	,1728
		Liof. 10.0 %	-,49615	,20878	,178	-1,1074	,1151
	Conv. 10.0 %	Conv. 2.5 %	,43846	,20878	,299	-,1728	1,0497
		Conv. 5.0 %	,37692	,20878	,469	-,2344	,9882
		Liof. 2.5 %	-,11923	,20878	,993	-,7305	,4921
		Liof. 5.0 %	-,06154	,20878	1,000	-,6728	,5497
		Liof. 10.0 %	-,11923	,20878	,993	-,7305	,4921
	Liof. 2.5 %	Conv. 2.5 %	,55769	,20878	,094	-,0536	1,1690
		Conv. 5.0 %	,49615	,20878	,178	-,1151	1,1074
		Conv. 10.0 %	,11923	,20878	,993	-,4921	,7305
		Liof. 5.0 %	,05769	,20878	1,000	-,5536	,6690
		Liof. 10.0 %	,00000	,20878	1,000	-,6113	,6113
	Liof. 5.0 %	Conv. 2.5 %	,50000	,20878	,172	-,1113	1,1113
		Conv. 5.0 %	,43846	,20878	,299	-,1728	1,0497
		Conv. 10.0 %	,06154	,20878	1,000	-,5497	,6728
		Liof. 2.5 %	-,05769	,20878	1,000	-,6690	,5536
		Liof. 10.0 %	-,05769	,20878	1,000	-,6690	,5536
Liof. 10.0 %	Conv. 2.5 %	,55769	,20878	,094	-,0536	1,1690	
	Conv. 5.0 %	,49615	,20878	,178	-,1151	1,1074	
	Conv. 10.0 %	,11923	,20878	,993	-,4921	,7305	
	Liof. 2.5 %	,00000	,20878	1,000	-,6113	,6113	
	Liof. 5.0 %	,05769	,20878	1,000	-,5536	,6690	

Homogeneous subsets

		Sabor	
Secado		N	Subset for alpha = 0.05
			1
TukeyHSD ^a	Conv. 2.5 %	13	2,6000
	Conv. 5.0 %	13	2,6615
	Conv. 10.0 %	13	3,0385
	Liof. 5.0 %	13	3,1000
	Liof. 2.5 %	13	3,1577
	Liof. 10.0 %	13	3,1577
	Sig.		
TukeyB ^a	Conv. 2.5 %	13	2,6000
	Conv. 5.0 %	13	2,6615
	Conv. 10.0 %	13	3,0385
	Liof. 5.0 %	13	3,1000
	Liof. 2.5 %	13	3,1577
	Liof. 10.0 %	13	3,1577

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.



APÉNDICE 19

TUKEY – COLOR- SECADO CONVENCIONAL Y LIOFILIZACIÓN

Descriptives

Color

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Conv. 2.5 %	13	2,3923	,38234	,10604	2,1613	2,6234	2,00	3,10
Conv. 5.0 %	13	2,7654	,62994	,17471	2,3847	3,1461	2,00	3,75
Conv. 10.0 %	13	3,7385	,71623	,19865	3,3057	4,1713	2,50	4,80
Liof. 2.5 %	13	2,5731	,43235	,11991	2,3118	2,8343	1,75	3,25
Liof. 5.0 %	13	3,4231	,50482	,14001	3,1180	3,7281	3,00	4,25
Liof. 10.0 %	13	3,5615	,84979	,23569	3,0480	4,0751	1,75	4,75
Total	78	3,0756	,78619	,08902	2,8984	3,2529	1,75	4,80

ANOVA

Color

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20,955	5	4,191	11,327	,000
Within Groups	26,639	72	,370		
Total	47,594	77			

Post Hot Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Color

	(I) Secado	(J) Secado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
TukeyHSD	Conv. 2.5 %	Conv. 5.0 %	-,37308	,23858	,625	-1,0716	,3255
		Conv. 10.0 %	-1,34615*	,23858	,000	-2,0447	-,6476
		Liof. 2.5 %	-,18077	,23858	,974	-,8793	,5178
		Liof. 5.0 %	-1,03077*	,23858	,001	-1,7293	-,3322
		Liof. 10.0 %	-1,16923*	,23858	,000	-1,8678	-,4707
	Conv. 5.0 %	Conv. 2.5 %	,37308	,23858	,625	-,3255	1,0716
		Conv. 10.0 %	-,97308*	,23858	,002	-1,6716	-,2745
		Liof. 2.5 %	,19231	,23858	,966	-,5062	,8908
		Liof. 5.0 %	-,65769	,23858	,077	-1,3562	,0408
		Liof. 10.0 %	-,79615*	,23858	,016	-1,4947	-,0976
	Conv. 10.0 %	Conv. 2.5 %	1,34615*	,23858	,000	,6476	2,0447
		Conv. 5.0 %	,97308*	,23858	,002	,2745	1,6716
		Liof. 2.5 %	1,16538*	,23858	,000	,4669	1,8639
		Liof. 5.0 %	,31538	,23858	,772	-,3831	1,0139
		Liof. 10.0 %	,17692	,23858	,976	-,5216	,8755
	Liof. 2.5 %	Conv. 2.5 %	,18077	,23858	,974	-,5178	,8793
		Conv. 5.0 %	-,19231	,23858	,966	-,8908	,5062
		Conv. 10.0 %	-1,16538*	,23858	,000	-1,8639	-,4669
		Liof. 5.0 %	-,85000*	,23858	,008	-1,5485	-,1515
		Liof. 10.0 %	-,98846*	,23858	,001	-1,6870	-,2899
Liof. 5.0 %	Conv. 2.5 %	1,03077*	,23858	,001	,3322	1,7293	
	Conv. 5.0 %	,65769	,23858	,077	-,0408	1,3562	
	Conv. 10.0 %	-,31538	,23858	,772	-1,0139	,3831	
	Liof. 2.5 %	,85000*	,23858	,008	,1515	1,5485	
	Liof. 10.0 %	-,13846	,23858	,992	-,8370	,5601	
Liof. 10.0 %	Conv. 2.5 %	1,16923*	,23858	,000	,4707	1,8678	
	Conv. 5.0 %	,79615*	,23858	,016	,0976	1,4947	
	Conv. 10.0 %	-,17692	,23858	,976	-,8755	,5216	
	Liof. 2.5 %	,98846*	,23858	,001	,2899	1,6870	
	Liof. 5.0 %	,13846	,23858	,992	-,5601	,8370	

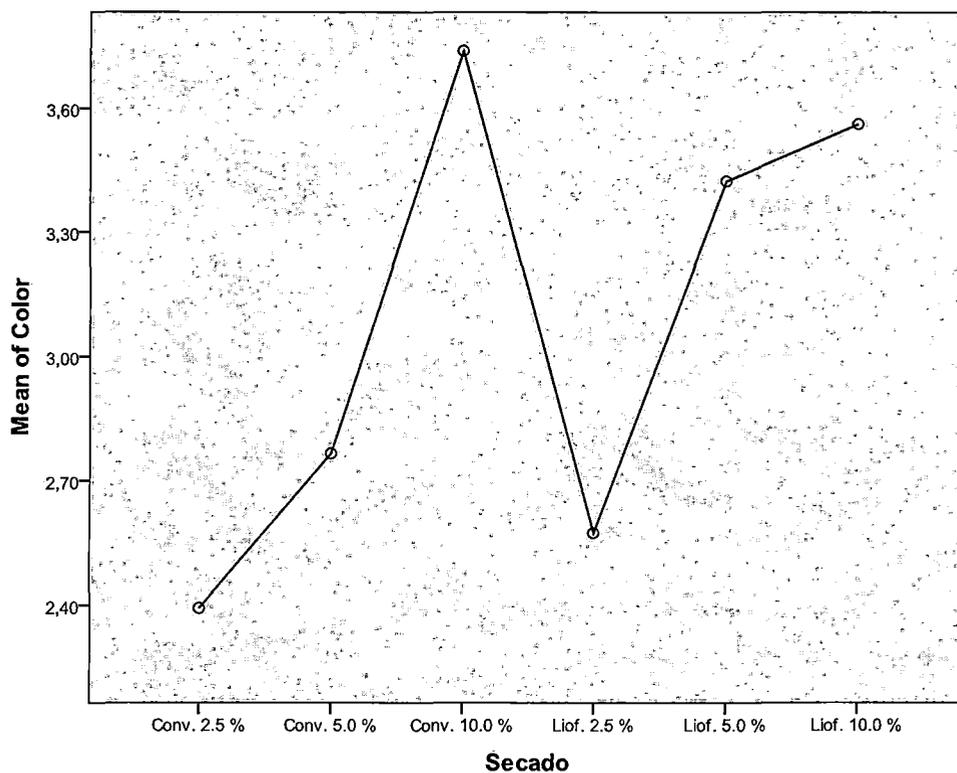
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous subsets

		Color			
Secado		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	Conv. 2.5 %	13	2,3923		
	Liof. 2.5 %	13	2,5731		
	Conv. 5.0 %	13	2,7654	2,7654	
	Liof. 5.0 %	13		3,4231	3,4231
	Liof. 10.0 %	13			3,5615
	Conv. 10.0 %	13			3,7385
	Sig.			,625	,077
Tukey B ^a	Conv. 2.5 %	13	2,3923		
	Liof. 2.5 %	13	2,5731		
	Conv. 5.0 %	13	2,7654		
	Liof. 5.0 %	13		3,4231	
	Liof. 10.0 %	13		3,5615	
	Conv. 10.0 %	13		3,7385	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.



APÉNDICE 20

TUKEY - TEXTURA - SECADO CONVENCIONAL Y LIOFILIZACIÓN

Descriptives

Textura

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Conv. 2.5 %	13	3,5692	,52620	,14594	3,2512	3,8872	2,75	4,75
Conv. 5.0 %	13	2,5154	,62329	,17287	2,1387	2,8920	2,00	3,75
Conv. 10.0 %	13	2,7500	,81420	,22582	2,2580	3,2420	1,50	4,25
Liof. 2.5 %	13	2,5192	,34733	,09633	2,3093	2,7291	2,00	3,25
Liof. 5.0 %	13	2,4346	,56803	,15754	2,0914	2,7779	1,50	3,25
Liof. 10.0 %	13	3,3885	,51322	,14234	3,0783	3,6986	2,25	4,25
Total	78	2,8628	,72212	,08176	2,7000	3,0256	1,50	4,75

ANOVA

Textura

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15,732	5	3,146	9,277	,000
Within Groups	24,420	72	,339		
Total	40,152	77			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Textura

	(I) Secado	(J) Secado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Conv. 2.5 %	Conv. 5.0 %	1,05385*	,22843	,000	,3850	1,7227
		Conv. 10.0 %	,81923*	,22843	,008	,1504	1,4880
		Liof. 2.5 %	1,05000*	,22843	,000	,3812	1,7188
		Liof. 5.0 %	1,13462*	,22843	,000	,4658	1,8034
		Liof. 10.0 %	,18077	,22843	,968	-,4880	,8496
	Conv. 5.0 %	Conv. 2.5 %	-1,05385*	,22843	,000	-1,7227	-,3850
		Conv. 10.0 %	-,23462	,22843	,907	-,9034	,4342
		Liof. 2.5 %	-,00385	,22843	1,000	-,6727	,6650
		Liof. 5.0 %	,08077	,22843	,999	-,5880	,7496
		Liof. 10.0 %	-,87308*	,22843	,004	-1,5419	-,2043
	Conv. 10.0 %	Conv. 2.5 %	-,81923*	,22843	,008	-1,4880	-,1504
		Conv. 5.0 %	,23462	,22843	,907	-,4342	,9034
		Liof. 2.5 %	,23077	,22843	,913	-,4380	,8996
		Liof. 5.0 %	,31538	,22843	,738	-,3534	,9842
		Liof. 10.0 %	-,63846	,22843	,070	-1,3073	,0303
	Liof. 2.5 %	Conv. 2.5 %	-1,05000*	,22843	,000	-1,7188	-,3812
		Conv. 5.0 %	,00385	,22843	1,000	-,6650	,6727
		Conv. 10.0 %	-,23077	,22843	,913	-,8996	,4380
		Liof. 5.0 %	,08462	,22843	,999	-,5842	,7534
		Liof. 10.0 %	-,86923*	,22843	,004	-1,5380	-,2004
Liof. 5.0 %	Conv. 2.5 %	-1,13462*	,22843	,000	-1,8034	-,4658	
	Conv. 5.0 %	-,08077	,22843	,999	-,7496	,5880	
	Conv. 10.0 %	-,31538	,22843	,738	-,9842	,3534	
	Liof. 2.5 %	-,08462	,22843	,999	-,7534	,5842	
	Liof. 10.0 %	-,95385*	,22843	,001	-1,6227	-,2850	
Liof. 10.0 %	Conv. 2.5 %	-,18077	,22843	,968	-,8496	,4880	
	Conv. 5.0 %	,87308*	,22843	,004	,2043	1,5419	
	Conv. 10.0 %	,63846	,22843	,070	-,0303	1,3073	
	Liof. 2.5 %	,86923*	,22843	,004	,2004	1,5380	
	Liof. 5.0 %	,95385*	,22843	,001	,2850	1,6227	

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

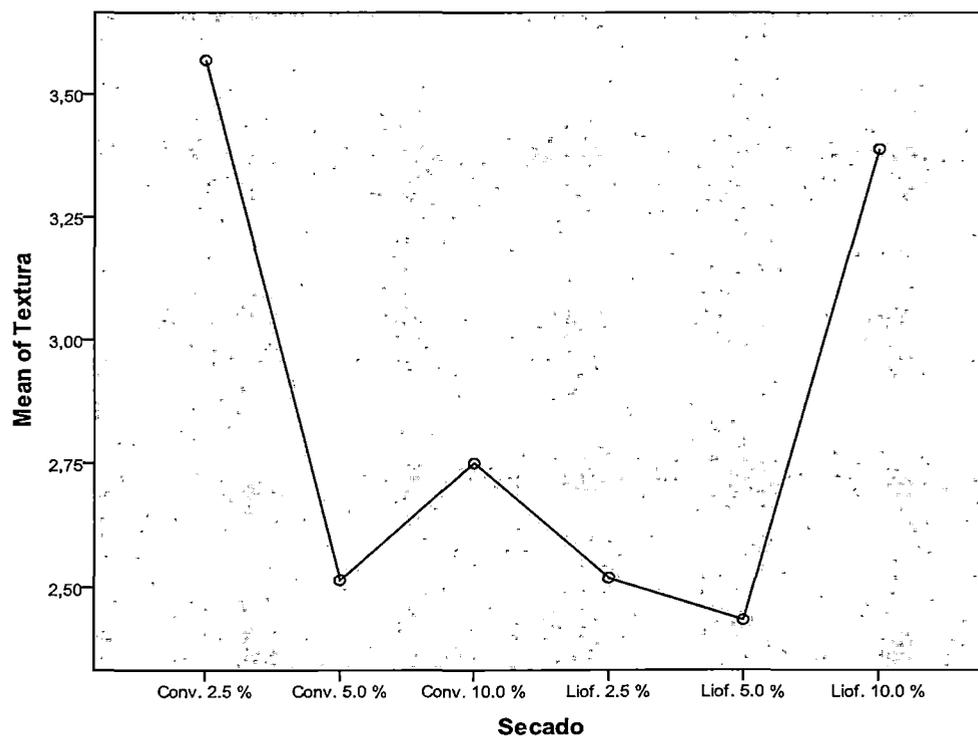
Homogeneous subsets

Textura

Secado		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
TukeyHSD ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346		
	Conv. 5.0 %	13	2,5154		
	Liof. 2.5 %	13	2,5192		
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	2,7500	
	Liof. 10.0 %	13		3,3885	3,3885
	Conv. 2.5 %	13			3,5692
	Sig.			,738	,070
TukeyB ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346		
	Conv. 5.0 %	13	2,5154		
	Liof. 2.5 %	13	2,5192		
	Conv. 10.0 %	13	2,7500		
	Liof. 10.0 %	13		3,3885	
	Conv. 2.5 %	13		3,5692	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.



APÉNDICE 21

TUKEY – SABOR – SECADO CONVENCIONAL, LIOFILIZACIÓN Y MUESTRA CONTROL

Descriptives

Sabor

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Conv. 2.5 %	13	2,6000	,44206	,12261	2,3329	2,8671	2,00	3,25
Conv. 5.0 %	13	2,6615	,45605	,12649	2,3860	2,9371	1,50	3,20
Conv. 10.0 %	13	3,0385	,62755	,17405	2,6592	3,4177	2,00	4,75
Liof. 2.5 %	13	3,1577	,49659	,13773	2,8576	3,4578	2,00	3,80
Liof. 5.0 %	13	3,1000	,60828	,16871	2,7324	3,4676	2,00	4,25
Liof. 10.0 %	13	3,1577	,53496	,14837	2,8344	3,4810	2,25	4,25
0.00 %	13	2,1923	,63043	,17485	1,8113	2,5733	1,25	3,00
Total	91	2,8440	,63069	,06611	2,7126	2,9753	1,25	4,75

ANOVA

Sabor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10,630	6	1,772	5,913	,000
Within Groups	25,169	84	,300		
Total	35,799	90			

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Sabor

	(I) Sacado	(J) Sacado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Conv. 2.5 %	Conv. 5.0 %	-,06154	,21470	1,000	-,7101	,5871
		Conv. 10.0 %	-,43846	,21470	,397	-1,0871	,2101
		Liof. 2.5 %	-,55769	,21470	,140	-1,2063	,0909
		Liof. 5.0 %	-,50000	,21470	,243	-1,1486	,1486
		Liof. 10.0 %	-,55769	,21470	,140	-1,2063	,0909
		0.00 %	,40769	,21470	,487	-,2409	1,0563
	Conv. 5.0 %	Conv. 2.5 %	,06154	,21470	1,000	-,5871	,7101
		Conv. 10.0 %	-,37692	,21470	,581	-1,0255	,2717
		Liof. 2.5 %	-,49615	,21470	,251	-1,1448	,1525
		Liof. 5.0 %	-,43846	,21470	,397	-1,0871	,2101
		Liof. 10.0 %	-,49615	,21470	,251	-1,1448	,1525
		0.00 %	,46923	,21470	,314	-,1794	1,1178
	Conv. 10.0 %	Conv. 2.5 %	,43846	,21470	,397	-,2101	1,0871
		Conv. 5.0 %	,37692	,21470	,581	-,2717	1,0255
		Liof. 2.5 %	-,11923	,21470	,998	-,7678	,5294
		Liof. 5.0 %	-,06154	,21470	1,000	-,7101	,5871
		Liof. 10.0 %	-,11923	,21470	,998	-,7678	,5294
		0.00 %	,84615*	,21470	,003	,1975	1,4948
	Liof. 2.5 %	Conv. 2.5 %	,55769	,21470	,140	-,0909	1,2063
		Conv. 5.0 %	,49615	,21470	,251	-,1525	1,1448
		Conv. 10.0 %	,11923	,21470	,998	-,5294	,7678
		Liof. 5.0 %	,05769	,21470	1,000	-,5909	,7063
		Liof. 10.0 %	,00000	,21470	1,000	-,6486	,6486
		0.00 %	,96538*	,21470	,000	,3168	1,6140
	Liof. 5.0 %	Conv. 2.5 %	,50000	,21470	,243	-,1486	1,1486
		Conv. 5.0 %	,43846	,21470	,397	-,2101	1,0871
		Conv. 10.0 %	,06154	,21470	1,000	-,5871	,7101
		Liof. 2.5 %	-,05769	,21470	1,000	-,7063	,5909
Liof. 10.0 %		-,05769	,21470	1,000	-,7063	,5909	
0.00 %		,90769*	,21470	,001	,2591	1,5563	
Liof. 10.0 %	Conv. 2.5 %	,55769	,21470	,140	-,0909	1,2063	
	Conv. 5.0 %	,49615	,21470	,251	-,1525	1,1448	
	Conv. 10.0 %	,11923	,21470	,998	-,5294	,7678	
	Liof. 2.5 %	,00000	,21470	1,000	-,6486	,6486	
	Liof. 5.0 %	,05769	,21470	1,000	-,5909	,7063	
	0.00 %	,96538*	,21470	,000	,3168	1,6140	
0.00 %	Conv. 2.5 %	-,40769	,21470	,487	-1,0563	,2409	
	Conv. 5.0 %	-,46923	,21470	,314	-1,1178	,1794	
	Conv. 10.0 %	-,84615*	,21470	,003	-1,4948	-,1975	
	Liof. 2.5 %	-,96538*	,21470	,000	-1,6140	-,3168	
	Liof. 5.0 %	-,90769*	,21470	,001	-1,5563	-,2591	
	Liof. 10.0 %	-,96538*	,21470	,000	-1,6140	-,3168	

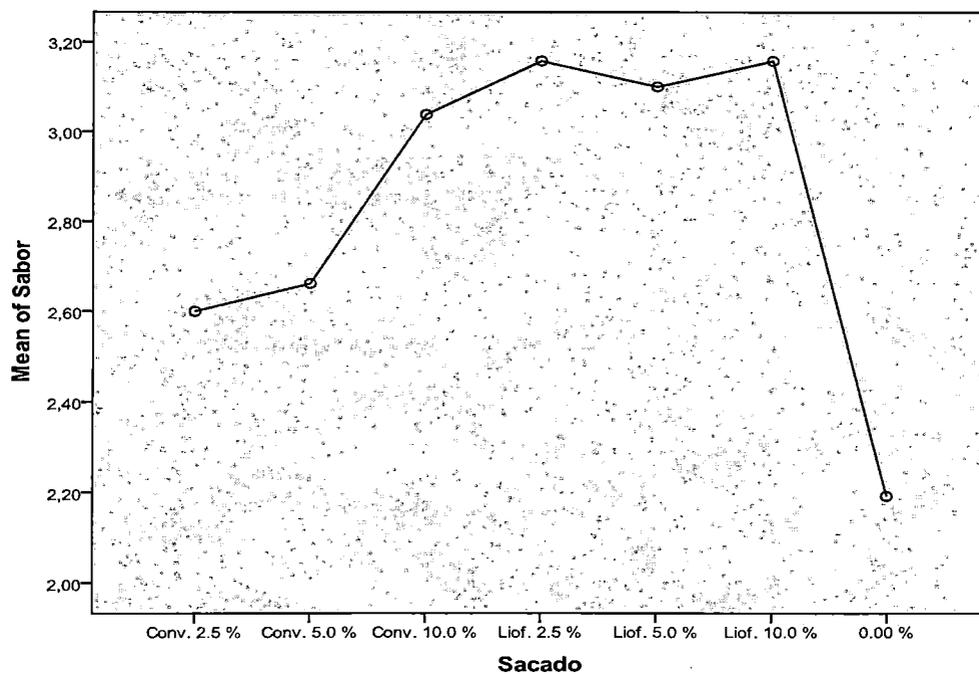
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous subsets

Sabor				
Sacado		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	0.00 %	13	2,1923	
	Conv. 2.5 %	13	2,6000	2,6000
	Conv. 5.0 %	13	2,6615	2,6615
	Conv. 10.0 %	13		3,0385
	Liof. 5.0 %	13		3,1000
	Liof. 2.5 %	13		3,1577
	Liof. 10.0 %	13		3,1577
	Sig.			,314
Tukey B ^a	0.00 %	13	2,1923	
	Conv. 2.5 %	13	2,6000	2,6000
	Conv. 5.0 %	13	2,6615	2,6615
	Conv. 10.0 %	13		3,0385
	Liof. 5.0 %	13		3,1000
	Liof. 2.5 %	13		3,1577
	Liof. 10.0 %	13		3,1577

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.



APÉNDICE 22

TUKEY – COLOR – SECADO CONVENCIONAL, LIOFILIZACIÓN Y MUESTRA CONTROL

Descriptives

Color

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Conv. 2.5 %	13	2,3923	,38234	,10604	2,1613	2,6234	2,00	3,10
Conv. 5.0 %	13	2,7654	,62994	,17471	2,3847	3,1461	2,00	3,75
Conv. 10.0 %	13	3,7385	,71623	,19865	3,3057	4,1713	2,50	4,80
Liof. 2.5 %	13	2,5731	,43235	,11991	2,3118	2,8343	1,75	3,25
Liof. 5.0 %	13	3,4231	,50482	,14001	3,1180	3,7281	3,00	4,25
Liof. 10.0 %	13	3,5615	,84979	,23569	3,0480	4,0751	1,75	4,75
0.00 %	13	1,1769	,31860	,08836	,9844	1,3695	1,00	2,10
Total	91	2,8044	,99434	,10423	2,5973	3,0115	1,00	4,80

ANOVA

Color

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	61,126	6	10,188	30,720	,000
Within Groups	27,857	84	,332		
Total	88,983	90			

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Color

	(I) Secado	(J) Secado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
TukeyHSD	Conv. 2.5 %	Conv. 5.0 %	-,37308	,22588	,650	-1,0554	,3093
		Conv. 10.0 %	-1,34615*	,22588	,000	-2,0285	-,6638
		Liof. 2.5 %	-,18077	,22588	,984	-,8631	,5016
		Liof. 5.0 %	-1,03077*	,22588	,000	-1,7131	-,3484
		Liof. 10.0 %	-1,16923*	,22588	,000	-1,8516	-,4869
		0.00 %	1,21538*	,22588	,000	,5330	1,8977
	Conv. 5.0 %	Conv. 2.5 %	,37308	,22588	,650	-,3093	1,0554
		Conv. 10.0 %	-,97308*	,22588	,001	-1,6554	-,2907
		Liof. 2.5 %	,19231	,22588	,979	-,4901	,8747
		Liof. 5.0 %	-,65769	,22588	,066	-1,3401	,0247
		Liof. 10.0 %	-,79615*	,22588	,012	-1,4785	-,1138
		0.00 %	1,58846*	,22588	,000	,9061	2,2708
	Conv. 10.0 %	Conv. 2.5 %	1,34615*	,22588	,000	,6638	2,0285
		Conv. 5.0 %	,97308*	,22588	,001	,2907	1,6554
		Liof. 2.5 %	1,16538*	,22588	,000	,4830	1,8477
		Liof. 5.0 %	,31538	,22588	,802	-,3670	,9977
		Liof. 10.0 %	,17692	,22588	,986	-,5054	,8593
		0.00 %	2,56154*	,22588	,000	1,8792	3,2439
	Liof. 2.5 %	Conv. 2.5 %	,18077	,22588	,984	-,5016	,8631
		Conv. 5.0 %	-,19231	,22588	,979	-,8747	,4901
		Conv. 10.0 %	-1,16538*	,22588	,000	-1,8477	-,4830
		Liof. 5.0 %	-,85000*	,22588	,006	-1,5324	-,1676
		Liof. 10.0 %	-,98846*	,22588	,001	-1,6708	-,3061
		0.00 %	1,39615*	,22588	,000	,7138	2,0785
	Liof. 5.0 %	Conv. 2.5 %	1,03077*	,22588	,000	,3484	1,7131
		Conv. 5.0 %	,65769	,22588	,066	-,0247	1,3401
		Conv. 10.0 %	-,31538	,22588	,802	-,9977	,3670
		Liof. 2.5 %	,85000*	,22588	,006	,1676	1,5324
Liof. 10.0 %		-,13846	,22588	,996	-,8208	,5439	
0.00 %		2,24615*	,22588	,000	1,5638	2,9285	
Liof. 10.0 %	Conv. 2.5 %	1,16923*	,22588	,000	,4869	1,8516	
	Conv. 5.0 %	,79615*	,22588	,012	,1138	1,4785	
	Conv. 10.0 %	-,17692	,22588	,986	-,8593	,5054	
	Liof. 2.5 %	,98846*	,22588	,001	,3061	1,6708	
	Liof. 5.0 %	,13846	,22588	,996	-,5439	,8208	
	0.00 %	2,38462*	,22588	,000	1,7023	3,0670	
0.00 %	Conv. 2.5 %	-1,21538*	,22588	,000	-1,8977	-,5330	
	Conv. 5.0 %	-1,58846*	,22588	,000	-2,2708	-,9061	
	Conv. 10.0 %	-2,56154*	,22588	,000	-3,2439	-1,8792	
	Liof. 2.5 %	-1,39615*	,22588	,000	-2,0785	-,7138	
	Liof. 5.0 %	-2,24615*	,22588	,000	-2,9285	-1,5638	
	Liof. 10.0 %	-2,38462*	,22588	,000	-3,0670	-1,7023	

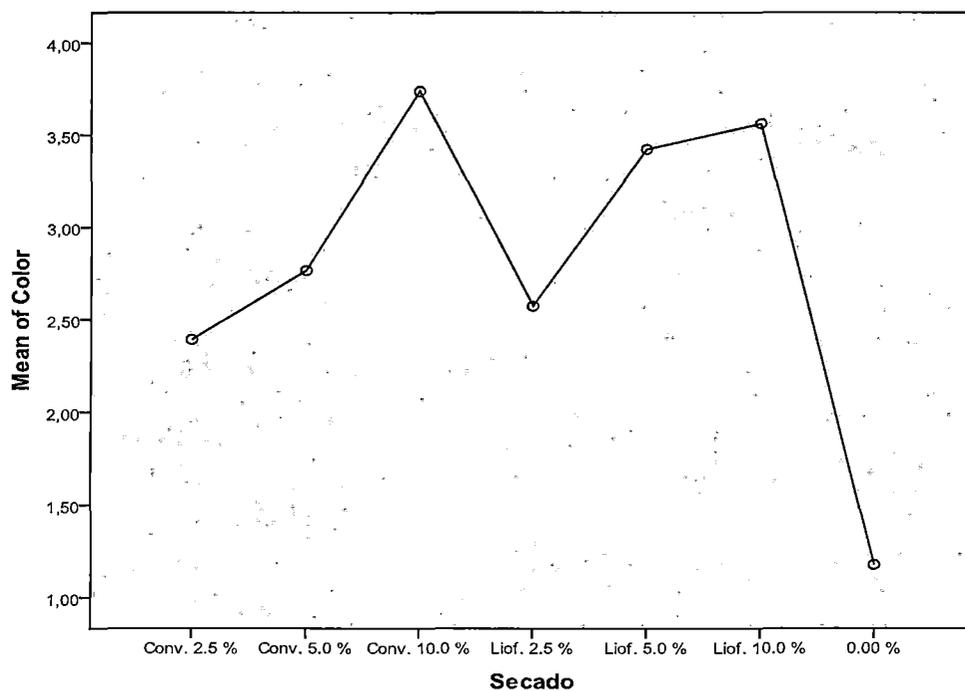
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous subsets

		Color				
Secado	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	
Tukey HSD ^a	0.00 %	13	1,1769			
	Conv. 2.5 %	13		2,3923		
	Liof. 2.5 %	13		2,5731		
	Conv. 5.0 %	13		2,7654	2,7654	
	Liof. 5.0 %	13			3,4231	3,4231
	Liof. 10.0 %	13				3,5615
	Conv. 10.0 %	13				3,7385
	Sig.		1,000	,650	,066	,802
Tukey B ^a	0.00 %	13	1,1769			
	Conv. 2.5 %	13		2,3923		
	Liof. 2.5 %	13		2,5731		
	Conv. 5.0 %	13		2,7654		
	Liof. 5.0 %	13			3,4231	
	Liof. 10.0 %	13			3,5615	
	Conv. 10.0 %	13			3,7385	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.



APÉNDICE 23

TUKEY – TEXTURA – SECADO CONVENCIONAL, LIOFILIZACIÓN Y MUESTRA CONTROL

Descriptives

Textura

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
conv. 2.5 %	13	3,5692	,52620	,14594	3,2512	3,8872	2,75	4,75
Conv. 5.0 %	13	2,5154	,62329	,17287	2,1387	2,8920	2,00	3,75
Conv. 10.0 %	13	2,7500	,81420	,22582	2,2580	3,2420	1,50	4,25
Liof. 2.5 %	13	2,5192	,34733	,09633	2,3093	2,7291	2,00	3,25
Liof. 5.0 %	13	2,4346	,56803	,15754	2,0914	2,7779	1,50	3,25
Liof. 10.0 %	13	3,3885	,51322	,14234	3,0783	3,6986	2,25	4,25
0.00 %	13	2,8885	,72777	,20185	2,4487	3,3282	2,00	4,25
Total	91	2,8665	,71891	,07536	2,7168	3,0162	1,50	4,75

ANOVA

Textura

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15,740	6	2,623	7,160	,000
Within Groups	30,776	84	,366		
Total	46,515	90			

Post Hoc Test

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Textura

	(I) Secado	(J) Secado	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	conv. 2.5 %	Conv. 5.0 %	1,05385*	,23741	,001	,3366	1,7711
		Conv. 10.0 %	,81923*	,23741	,015	,1020	1,5365
		Liof. 2.5 %	1,05000*	,23741	,001	,3328	1,7672
		Liof. 5.0 %	1,13462*	,23741	,000	,4174	1,8518
		Liof. 10.0 %	,18077	,23741	,988	-,5365	,8980
		0.00 %	,68077	,23741	,074	-,0365	1,3980
	Conv. 5.0 %	conv. 2.5 %	-1,05385*	,23741	,001	-1,7711	-,3366
		Conv. 10.0 %	-,23462	,23741	,955	-,9518	,4826
		Liof. 2.5 %	-,00385	,23741	1,000	-,7211	,7134
		Liof. 5.0 %	,08077	,23741	1,000	-,6365	,7980
		Liof. 10.0 %	-,87308*	,23741	,007	-1,5903	-,1559
		0.00 %	-,37308	,23741	,701	-1,0903	,3441
	Conv. 10.0 %	conv. 2.5 %	-,81923*	,23741	,015	-1,5365	-,1020
		Conv. 5.0 %	,23462	,23741	,955	-,4826	,9518
		Liof. 2.5 %	,23077	,23741	,959	-,4865	,9480
		Liof. 5.0 %	,31538	,23741	,837	-,4018	1,0326
		Liof. 10.0 %	-,63846	,23741	,114	-1,3557	,0788
		0.00 %	-,13846	,23741	,997	-,8557	,5788
	Liof. 2.5 %	conv. 2.5 %	-1,05000*	,23741	,001	-1,7672	-,3328
		Conv. 5.0 %	,00385	,23741	1,000	-,7134	,7211
		Conv. 10.0 %	-,23077	,23741	,959	-,9480	,4865
		Liof. 5.0 %	,08462	,23741	1,000	-,6326	,8018
		Liof. 10.0 %	-,86923*	,23741	,008	-1,5865	-,1520
		0.00 %	-,36923	,23741	,711	-1,0865	,3480
	Liof. 5.0 %	conv. 2.5 %	-1,13462*	,23741	,000	-1,8518	-,4174
		Conv. 5.0 %	-,08077	,23741	1,000	-,7980	,6365
		Conv. 10.0 %	-,31538	,23741	,837	-1,0326	,4018
		Liof. 2.5 %	-,08462	,23741	1,000	-,8018	,6326
Liof. 10.0 %		-,95385*	,23741	,002	-1,6711	-,2366	
0.00 %		-,45385	,23741	,479	-1,1711	,2634	
Liof. 10.0 %	conv. 2.5 %	-,18077	,23741	,988	-,8980	,5365	
	Conv. 5.0 %	,87308*	,23741	,007	,1559	1,5903	
	Conv. 10.0 %	,63846	,23741	,114	-,0788	1,3557	
	Liof. 2.5 %	,86923*	,23741	,008	,1520	1,5865	
	Liof. 5.0 %	,95385*	,23741	,002	,2366	1,6711	
	0.00 %	,50000	,23741	,359	-,2172	1,2172	
0.00 %	conv. 2.5 %	-,68077	,23741	,074	-1,3980	,0365	
	Conv. 5.0 %	,37308	,23741	,701	-,3441	1,0903	
	Conv. 10.0 %	,13846	,23741	,997	-,5788	,8557	
	Liof. 2.5 %	,36923	,23741	,711	-,3480	1,0865	
	Liof. 5.0 %	,45385	,23741	,479	-,2634	1,1711	
	Liof. 10.0 %	-,50000	,23741	,359	-1,2172	,2172	

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

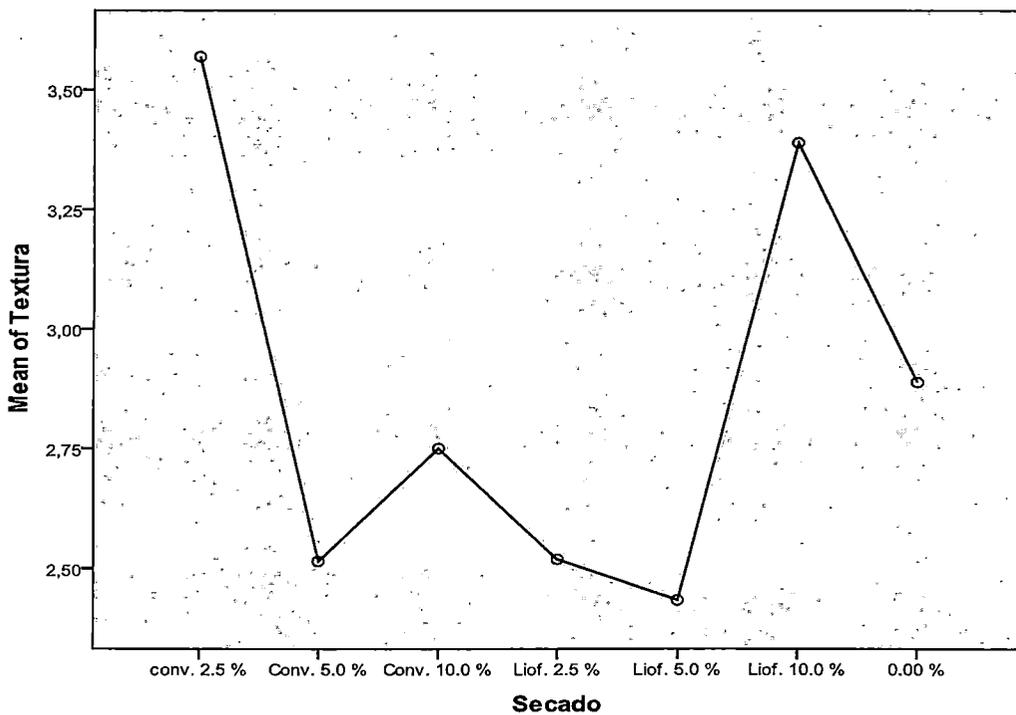
Homogeneous subsets

Textura

Secado		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
TukeyHSD ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346		
	Conv. 5.0 %	13	2,5154		
	Liof. 2.5 %	13	2,5192		
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	2,7500	
	0.00 %	13	2,8885	2,8885	2,8885
	Liof. 10.0 %	13		3,3885	3,3885
	conv. 2.5 %	13			3,5692
	Sig.			,479	,114
TukeyB ^a	Liof. 5.0 %	13	2,4346		
	Conv. 5.0 %	13	2,5154		
	Liof. 2.5 %	13	2,5192		
	Conv. 10.0 %	13	2,7500	2,7500	
	0.00 %	13	2,8885	2,8885	
	Liof. 10.0 %	13		3,3885	3,3885
	conv. 2.5 %	13			3,5692

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,000.



ANEXOS

- Anexo 1: Metodología utilizado para la determinación de β -caroteno.
- Anexo 2: Resultados del análisis proximal de zanahoria fresca.
- Anexo 3: Análisis de β -caroteno en zanahoria fresca.
- Anexo 4: Resultados del análisis de zanahoria deshidratada por secado convencional y por liofilización.
- Anexo 5: Resultados del análisis de β -caroteno en los fideos con diferentes proporciones de polvo de zanahoria deshidratado.
- Anexo 6: Análisis de la humedad de zanahoria liofilizada.
- Anexo 7: Análisis de la humedad de fideos fortificados con β -caroteno.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831

**UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA
INFORME DE ANALISIS**

Cusco, 09 de Abril 2015

INFORME Nº006-2015-LAQ-UNSAAC

Srta:

VERONICA CCAHUA TUMPAY

CON DNI 44008978

DOMICILIADO AMADEO REPETO 0-21 DISTRITO SANTIAGO CUSCO

ASUNTO: METODO Y SENSIBILIDAD UTILIZADO EN LA DETERMINACION DE BETA CAROTENO.

REF: SOLICITUD DE FECHA 08 DE ABRIL, PIDIENDO EL METODO Y LA SENSIBILIDAD UTILIZADO EN EL ANALISIS DE B-CAROTENO.

.....
Me dirijo a su digna Persona, para informarle respecto al método utilizado y la sensibilidad del ensayo de B-Caroteno, aplicado a muestras de Fideo y Zanahoria, es como sigue:

METODO: ANALISIS DE BETA-CAROTENO POR ESPECTROFOTOMETRIA
UV 461 nm

REF. : Mahidol University Journal of Pharmaceutical Science 2010

SENSIBILIDAD: PATRON B-CAROTENO (SIGMA-ALDRICH
2 ug/ml ± 5%

Spectrophotometer Modelo 390

Rango 330 - 1000 nm

Exactitud 2 nm

Espero haber satisfecho a lo requerido por la Solicitud.

Atentamente.



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Analisis

Melquides Herrera Arzúta
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
 Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
 Teléfono - fax - modem: 224831



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA
INFORME DE ANALISIS

Nº0337-14-LAQ

SOLICITANTE: VERONICA CCAHUA TUMPAY

MUESTRA : ZANAHORIA FRESCA

FECHA : 05/06/2014

RESULTADO ANALISIS PROXIMAL:

Humedad %	89.79
Proteina %	0.64
Grasa %	0.49
Ceniza %	0.65
Fibra %	1.30
Carbohidratos %	8.43

*

Cusco, 10 de Junio 2014

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestaciones de Servicios Analíticos

Melquides Herrera Arce
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANALISIS QUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA
INFORME DE ANALISIS

Nº0461-14-LAQ

SOLICITANTE: VERONICA CCAHUA TUMPAY

MUESTRA : ZANAHORIA
(FRESCA)

FECHA : 08/25/2014

RESULTADO ANALISIS:

=====

B Caroteno ug/100g	12200
--------------------	-------

=====

*

Cusco, 08 de Agosto 2014

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO
Melquedes Herrera Arredondo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
 Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
 Teléfono - fax - modem: 224831



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO
 DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA
 INFORME DE ANALISIS

Nº04 62-14-LAQ

SOLICITANTE: VERONICA CCAHUA TUMPAY

MUESTRA : ZANAHORIA SECA
 1.- Liofilizado
 2.- Al Secador

FECHA : C/25/07/2014

RESULTADO ANALISIS:

=====

S.Liofilizado Secador

=====

B Caroteno ug/100g	105555	87683
--------------------	--------	-------

=====

*

Cusco, 08 de Agosto 2014

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

Milagros Herrera Arbolica

Milagros Herrera Arbolica
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANALISIS QUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831

UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA INFORME DE ANALISIS

Nº0463-14-LAQ

SOLICITANTE: VERONICA CCAHUA TUMPAY

MUESTRA : FIDEO CON ZANAHORIA
(FORMULAS)

FECHA : C/25/07/2014

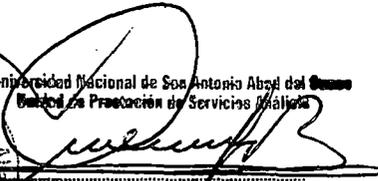
RESULTADO ANALISIS:

Fideo con	B Caroteno ug/100g
-----------	--------------------

Muestra Blanco	63
Zanahoria liofilizada 2.5 %	2382
Zanahoria de secador 2.5 %	2446
Zanahoria liofilizada 5.0 %	4430
Zanahoria de secador 5.0 %	5060
Zanahoria liofilizada 10.0%	8741
Zanahoria de secador 10.0%	9843

*

Cusco, 08 de Agosto 2014


 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Facultad de Prestación de Servicios Analíticos
Melgades Herrera Arizaca
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831

UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA
INFORME DE ANALISIS

NR04 67-14-LAQ

SOLICITANTE: VERONICA CCAHUA TUMPAY

MUESTRA : ZANAHORIA LIOFILIZADA

FECHA : 0/25/07/2014

RESULTADO HUMEDAD:

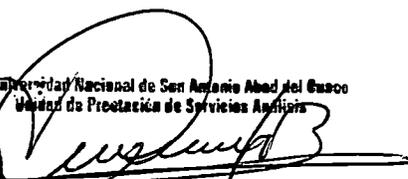
=====

Humedad % 0.92

=====

*

Cusco, 31 de Julio 2014


Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Analíticos
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO
Melquede Herrera Arivilca
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA
INFORME DE ANALISIS

Nº0678-14-LAQ

SOLICITANTE: VERONICA CCAHUA TUMPAY

MUESTRA : FIDEO (5%)

FECHA : 03/11/2014

RESULTADO HUMEDAD :

=====

Humedad % 6.14

=====

*
Cusco, 06 de Noviembre 2014

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Académicos

Melquedes Herrera Ariollo
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANALISIS QUIMICO