

ANEXOS

ANEXO A
ANÁLISIS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"
 CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



INFORME DE ENSAYO

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Eva Susana Ramos Pereira			
Solicitante:	Eva Susana Ramos Pereira			
Dirección:	Barrio Avaroa - Avenida Mejillones N° 2002			
Teléfono/Fax:	75128350	Correo-e:		Código AL 138/22

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Yacon			
Código de muestreo:	M 1	Fecha de vencimiento:	*****	Lote: *****
Fecha y hora de muestreo:	2022-05-03	Hr.: 08:00		
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto)	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia			
Lugar de muestreo:	Mercado			
Responsable de muestreo:	Eva Susana Ramos Pereira			
Código de la muestra:	396 FQ 290 MB 208	Fecha de recepción de la muestra:	2022-05-03	
Cantidad recibida:	1000 g	Fecha de ejecución de ensayo:	Del 2022-05-03 al 2022-05-16	

III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
A: Físicoquímicos						
Cenizas	NB 38025:06	%	0,3	Sin Referencia		Sin Referencia
Fibra	Gravimétrico	%	0,70	Sin Referencia		Sin Referencia
Grasa	NB 228:98	%	n.d.	Sin Referencia		Sin Referencia
Hidratos de Carbono	Cálculo	%	12,32	Sin Referencia		Sin Referencia
Humedad	NB 313010:05	%	85,81	Sin Referencia		Sin Referencia
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	0,87	Sin Referencia		Sin Referencia
Valor energetico	Cálculo	Kcal/100 g	52,76	Sin Referencia		Sin Referencia
B: Microbiológico						
Coliformes Fecales	NB 32005:02	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	Sin Referencia		Sin Referencia
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	$1,2 \times 10^2$	Sin Referencia		Sin Referencia
Mohos y levaduras	NB 32006:03	UFC/g	$7,0 \times 10^1$ (*)	Sin Referencia		Sin Referencia

NB: Norma Boliviana < Menor que %: Porcentaje
 ISO: Organización Internacional de Normalización Kcal/100g: Kilocalorías por cien gramos
 (*): No se observa desarrollo de colonias. UFC/g: Unidades Formadoras de Colonias por gramo

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 16 de mayo del 2022

Ing. Abalid Aceituno Cáceres
 JEFE DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"
 CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



INFORME DE ENSAYO

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Eva Susana Ramos Pereira		
Solicitante:	Eva Susana Ramos Pereira		
Dirección:	Barrio Avaroa - Avenida Mejillones N° 2002	Código	AL 425/22
Teléfono/Fax:	75128350	Correo-e	

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Yacon	Lote:	*****
Código de muestreo:	M 1	Fecha de vencimiento:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2022-09-19	Hr.: 09:00	
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto)	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia		
Lugar de muestreo:	Mercado		
Responsable de muestreo:	Eva Susana Ramos Pereira	Fecha de recepción de la muestra:	2022-09-19
Código de la muestra:	1178 FQ 918	Fecha de ejecución de ensayo:	Del 2022-09-19 al 2022-09-29
Cantidad recibida:	200 g		

III. RESULTADOS

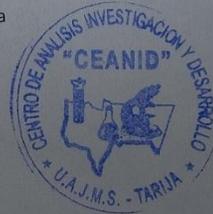
PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/100g	15	Sin Referencia		Sin Referencia
Potasio	Absorción Atómica	mg/100g	211	Sin Referencia		Sin Referencia

SM: Standard Methods
mg/100g: Miligramos por cien gramos

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 29 de septiembre del 2022

M.Sc. Ing. Freddy G. Lopez Zamora
 JEFE a.i. DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



INFORME DE ENSAYO

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Eva Susana Ramos Pereira		
Solicitante:	Eva Susana Ramos Pereira		
Dirección:	Barrio Avaroa - Avenida Mejillones N° 2002	Código	AL 432/22
Teléfono/Fax:	75128350	Correo-e	

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Rodajas deshidratadas de yacon por liofilización		
Código de muestreo:	M 1	Fecha de vencimiento:	*****
		Lote:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2022-09-19 Hr.: 16:00		
Procedencia (Localidad/Prov/Dpto)	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia		
Lugar de muestreo:	Laboratorio de Alimentos U.A.J.M.S.		
Responsable de muestreo:	Eva Susana Ramos Pereira		
Código de la muestra:	1191 FQ 926	Fecha de recepción de la muestra:	2022-09-20
Cantidad recibida:	1000 g	Fecha de ejecución de ensayo:	Del 2022-09-20 al 2022-10-12

III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
A: Físicoquímicos						
Cenizas	NB 38025:06	%	2,9	Sin Referencia		Sin Referencia
Fibra	Gravimétrico	%	0,90	Sin Referencia		Sin Referencia
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/100g	244,00	Sin Referencia		Sin Referencia
Grasa	NB 228:98	%	0,23	Sin Referencia		Sin Referencia
Hidratos de Carbono	Cálculo	%	80,01	Sin Referencia		Sin Referencia
Humedad	NB 313010:05	%	12,42	Sin Referencia		Sin Referencia
Potasio	Absorción Atómica	mg/100g	1539,00	Sin Referencia		Sin Referencia
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	3,54	Sin Referencia		Sin Referencia
Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g	336,27	Sin Referencia		Sin Referencia

NB: Norma Boliviana %: Porcentaje mg/100g: Miligramos por cien gramos
ISO: Organización Internacional de Normalización Kcal/100g: Kiloenergías por cien gramos

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 12 de octubre del 2022

M.Sc. Ing. Freddy G. Lopez Zamora
JEFE a.i. DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"
 CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



INFORME DE ENSAYO

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Eva Susana Ramos Pereira		
Solicitante:	Eva Susana Ramos Pereira		
Dirección:	Barrio Avaroa - Avenida Mejillones N° 2002	Código	AL 462/22
Teléfono/Fax:	75128350	Correo-e	

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Rodajas deshidratadas de yacón por liofilización		
Código de muestreo:	M 1	Fecha de vencimiento:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2022-10-05 Hr.: 9:00		
Procedencia (Localidad/Prov./Dpto):	Tarija - Cercado - Tarija Bolivia		
Lugar de muestreo:	Laboratorio de Alimentos U.A.J.M.S.		
Responsable de muestreo:	Eva Susana Ramos Pereira		
Código de la muestra:	1281 MB 564	Fecha de recepción de la muestra:	2022-10-10
Cantidad recibida:	30 g	Fecha de ejecución de ensayo:	Del 2022-10-10 al 2022-10-17

III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
Microbiológicos						
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	Sin referencia		Sin referencia
Escherichia coli	NB 32005:02	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	Sin Referencia		Sin Referencia
Mohos y levaduras	NB 32006:03	UFC/g	$8,0 \times 10^1$	Sin referencia		Sin referencia

NB: Norma Boliviana

(*) = No se observó desarrollo de colonias

< : Menor que

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 17 de octubre del 2022

M.Sc. Ing. Freddy G. Lopez Zamora
 JEFE a.i. DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID

ANEXO B
TEST DE EVALUACIÓN
SENSORIAL

Evaluación sensorial para selección de tipo de tratamiento térmico en las rodajas de yacón

Nombre.....**Set**.....

Fecha.....**Hora**.....

Indicación: Por favor evalúe las características organolépticas de las muestras de rodajas deshidratadas de yacón mediante el proceso de liofilización.

Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada característica de la muestra. Según la escala que se representa coloque el número en el casillero correspondiente a la descripción que considere apropiada de acuerdo con su criterio de aceptación.

Escala	Grado de aceptabilidad
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Atributos	Muestra YL01	Muestra YL02	Muestra YL03	Muestra YL04
Color				
Apariencia				

Observaciones

.....

!!!Muchas gracias!!!

.....

Firma

Evaluación sensorial del diseño experimental de muestras de rodajas liofilizadas de yacón

Nombre.....Set.....

Fecha.....Hora.....

Indicación: Frente a usted se presentan cuatro muestras de rodajas deshidratadas de yacón mediante el proceso de liofilización.

Por favor observe cada muestra y coloque el numero en el casillero correspondiente de acuerdo a su criterio de aceptación según la escala hedónica.

Escala	Grado de aceptabilidad
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

RL01	
Atributo	Valor
Color	
Presentación	

RL02	
Atributo	Valor
Color	
Presentación	

RL03	
Atributo	Valor
Color	
Presentación	

RL04	
Atributo	Valor
Color	
Presentación	

Observaciones

.....

;;;Muchas gracias!!!!

.....

Firma

Elección para determinar la muestra final de rodajas deshidratadas de yacón por liofilización

Nombre.....Set.....

Fecha.....Hora.....

Indicación: Frente a usted se presentan dos muestras con diferente tamaño de grosor de rodajas deshidratadas de yacón mediante el proceso de liofilización.

Por favor marque con una X que tipo de corte le gusta más como producto final

RY01	RY02

Observaciones

.....
.....
.....

;;;Muchas gracias!!!

.....

Firma

ANEXO C
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE
FISHER Y TUKEY

ANEXO C.1

Tabla C.1.1:
Evaluación sensorial para elegir el tipo de pre tratamiento para el atributo color

Jueces	Muestras				Total
	YL01	YL02	YL03	YL04	
1	5	4	4	4	17
2	3	4	5	4	16
3	4	5	4	5	18
4	4	5	4	4	17
5	3	5	3	3	14
6	3	5	4	4	16
7	4	5	3	4	16
8	4	4	5	5	18
9	3	5	4	4	16
10	3	5	4	2	14
11	2	4	5	4	15
12	4	5	4	3	16
13	4	4	5	4	17
14	3	5	4	3	15
15	3	4	5	5	17
16	4	5	4	4	17
17	3	3	4	3	13
18	5	3	4	4	16
19	4	4	5	4	17
20	4	3	5	3	15
X	3,60	4,35	4,25	3,80	16
ΣYj	72	87	85	76	320
ΣYj²	270	389	369	300	5154

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.1.2
Análisis de varianza para el atributo color

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total	48,00	79			
Muestras (A)	7,70	3	2,57	4,60	2,77
Jueces (B)	8,5	19	0,45	0,80	1,77
Error (E)	31,80	57	0,56		

Fuente: Elaboracion propia

Tabla C.1.3
Diferencias de Tukey para el atributo color

Tratamiento	Diferencia	DMS	Significancia
YL02-YL03	0,1	0,57	No hay significancia
YL02-YL04	0,55	0,57	No hay significancia
YL02-YL01	0,75	0,57	Si hay significancia
YL03-YL04	0,45	0,57	No hay significancia
YL03-YL01	0,65	0,57	Si hay significancia
YL04-YL01	0,2	0,57	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

ANEXO C.2

Tabla C.2.1:

Evaluación sensorial para elegir el tipo de pre tratamiento para el atributo apariencia

Jueces	Muestras				Total
	YL01	YL02	YL03	YL04	
1	5	3	3	5	16
2	4	5	4	4	17
3	3	4	4	3	14
4	4	5	4	4	17
5	3	4	5	4	16
6	4	4	5	3	16
7	3	3	3	5	14
8	4	4	5	2	15
9	2	5	4	3	14
10	4	5	3	4	16
11	3	5	5	3	16
12	5	5	4	4	18
13	3	5	5	5	18
14	4	4	3	3	14
15	4	3	4	4	15
16	3	5	4	3	15
17	4	4	4	4	16
18	5	3	4	3	15
19	3	4	5	4	16
20	4	4	5	4	17
X	3,7	4,20	4,15	3,70	15,75
ΣY_j	74	84	83	74	315
ΣY_j^2	286	364	355	286	4991

Fuente: Elaboracion propia

Tabla C.2.2

Análisis de varianza para el atributo apariencia

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total	41,388	79			
muestras (A)	3,438	3	1,146	2,436	2,770
jueces (B)	11,138	19	0,586	1,246	1,77
Error (E)	26,813	57	0,470		

Fuente: Elaboracion propia

ANEXO C.3

Tabla C.3.1:

Evaluación sensorial para elegir el tipo de pre tratamiento para el atributo color

Jueces	Muestras				Total
	RL01	RL02	RL03	RL04	
1	5	4	5	4	18
2	4	5	3	5	17
3	5	4	4	5	18
4	4	5	4	5	18
5	4	5	5	5	19
6	4	4	3	4	15
7	4	5	4	4	17
8	4	3	5	5	17
9	3	4	4	5	16
10	3	4	3	5	15
11	5	4	5	4	18
12	5	4	4	4	17
13	5	5	4	5	19
14	4	5	4	5	18
15	5	3	4	5	17
16	4	5	4	5	18
17	3	4	3	4	14
18	5	3	4	5	17
19	4	3	3	4	14
20	4	3	5	3	15
X	4,20	4,10	4,00	4,55	16,85
ΣY_j	84	82	80	91	337
ΣY_j^2	362	348	330	421	5723

Fuente: Elaboracion propia

Tabla C.3.2

Análisis de varianza para el atributo color

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total	41,388	79			
Muestras (A)	3,438	2	1,146	15	2,77
Jueces (B)	11,138	19	0,586	0,41	1,77
Error (E)	26,813	57	0,417		

Fuente: Elaboracion propia

ANEXO C.4

Tabla C.4.1:

Evaluación sensorial para elegir el tipo de pre tratamiento para el atributo presentación

Jueces	Muestras (Escala hedonica)				Total
	RL01	RL02	RL03	RL04	
1	5	5	5	5	20
2	3	4	3	5	15
3	5	4	4	5	18
4	3	5	4	5	17
5	4	5	4	5	18
6	4	4	4	4	16
7	3	3	3	5	14
8	3	4	3	4	14
9	4	5	4	5	18
10	3	3	3	5	14
11	4	5	4	4	17
12	5	5	4	4	18
13	4	4	5	5	18
14	3	4	3	4	14
15	5	3	4	5	17
16	4	5	4	4	17
17	3	4	4	5	16
18	5	3	3	4	15
19	4	3	3	5	15
20	4	4	4	3	15
X	3,90	4,10	3,75	4,55	16,3
∑Y_j	78	82	75	91	326
∑Y_j²	316	348	289	421	5372

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.4.5

Análisis de varianza para el atributo presentación

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total	45,550	79			
muestras (A)	7,250	3	2,417	5,800	2,770
jueces (B)	14,550	19	0,766	1,838	1,77
Error (E)	23,750	57	0,417		

Fuente: Elaboracion propia

Tabla C.4.6

Diferencias de Tukey para el atributo presentación

Tratamiento	Diferencia	DMS	Significancia
RL04-RL02	0,45	0,49	No hay significancia
RL04-RL01	0,65	0,49	Si hay significancia
RL04-RL03	0,8	0,49	No hay significancia
RL02-RL01	0,20	0,49	No hay significancia
RL02-RL03	0,35	0,49	No hay significancia
RL01-RL03	0,15	0,49	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

ANEXO D

RESOLUCION DE DISEÑO

FACTORIAL 2^2 EN

STATGRAPHICS CENTURION

X

ANEXO D.1

Resolución factorial 2² de muestras de rodajas pre tratadas de

Tabla D.1.1

Contenido de humedad en base seca del proceso de liofilizado

Combinación de tratamientos	Variables		Réplica I	Réplica II	Total (Yi)
	Grosor de rodajas	Tiempo de liofilización			
	A	B			
(1)	1	05,30	6,86	7,06	6,96
A	2	05,30	7,96	7,99	7,98
B	1	06,30	6,06	6,34	6,20
AB	2	06,30	6,75	6,62	6,69

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.2

Nivel alto y bajo de los factores

Factores	Bajo	Alto	Unidades
Grosor de rodajas	1,00	2,00	mm
Tiempo de liofilización	5,30	6,30	h

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.3

Efectos estimados para humedad (%)

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
promedio	6,954	0,046	
A:Grosor de rodajas	0,752	0,092	1,000
B:Tiempo de liofilización	-1,022	0,092	1,000
AB	-0,268	0,092	1,000
bloque	0,098	0,092	1,000

Fuente: Elaboracion propia

Tabla D.1.4**Análisis de varianza para humedad**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F _{Cal.}	F _{tab.}	Valor-P
A:Grosor de rodajas	1,132	1	1,132	66,440	10,128	0,004
B:Tiempo de liofilización	2,091	1	2,091	122,670	10,128	0,002
AB	0,143	1	0,143	8,400	10,128	0,063
bloques	0,019	1	0,019	1,120		0,368
Error total	0,051	3	0,017			
Total (corr.)	3,437	7				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla D.1.4 se observan los valores estadísticos estimados para el análisis de varianza de las variables en la etapa de liofilización donde:

R-cuadrada = 98,5121 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 96,5281 por ciento

Error estándar del estimado. = 0,13056

Error absoluto medio = 0,07375

Estadístico Durbin-Watson = 2,63615 (P=0,7103)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,475526

Tabla D.1.5**Coefficientes de regresión para humedad**

Coefficiente	Estimado
constante	7,101
A:Grosor de rodajas	3,855
B:Tiempo de liofilización	-0,220
AB	-0,535

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.6**Resultados estimados para humedad**

	Observados	Ajustados	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Fila	Valores	Valores	para Media	para Media
1	6,85	6,91	6,58	7,23
2	7,96	7,93	7,60	8,25
3	6,06	6,15	5,82	6,48
4	6,75	6,64	6,31	6,96
5	7,06	7,00	6,68	7,33
6	7,99	8,02	7,70	8,35
7	6,34	6,25	5,92	6,58
8	6,62	6,73	6,40	7,06

Fuente: Elaboración propia**Tabla D.1.7****Valores óptimos para maximizar el contenido de humedad**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Grosor de rodajas	1,0	2,0	2,0
Tiempo de liofilización	5,3	6,3	5,3

Fuente: Elaboración propia

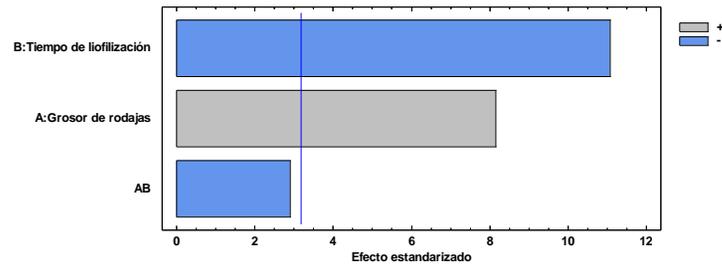
En la tabla D.1.7 se observa la optimización de la variable respuesta para poder maximizar el contenido de humedad de las muestras de rodajas de yacón con pre tratamiento de ácido cítrico, hasta un valor óptimo de 7,98%.

Tabla D.1.8**Valores óptimos para minimizar el contenido de humedad**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Grosor de rodajas	1,0	2,0	2,0
Tiempo de liofilización	5,3	6,3	5,3

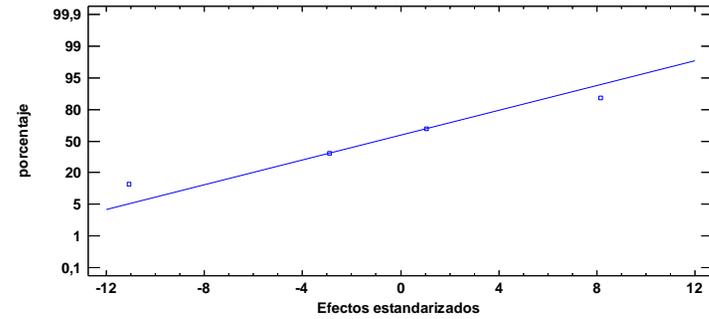
Fuente: Elaboración propia

En la tabla D.1.8 se observa la optimización de la variable respuesta para poder minimizar el contenido de humedad de las muestras de rodajas de yacón con pre tratamiento de ácido cítrico, hasta un valor óptimo de 6,06 %.



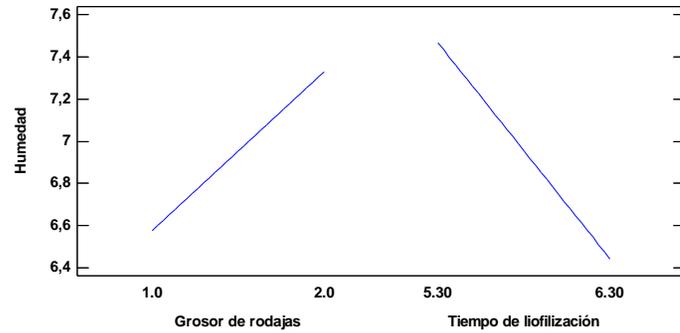
Fuente: Elaboración propia

Figura D.1.1: Diagrama de Pareto estandarizado para las variables en la etapa de liofilización



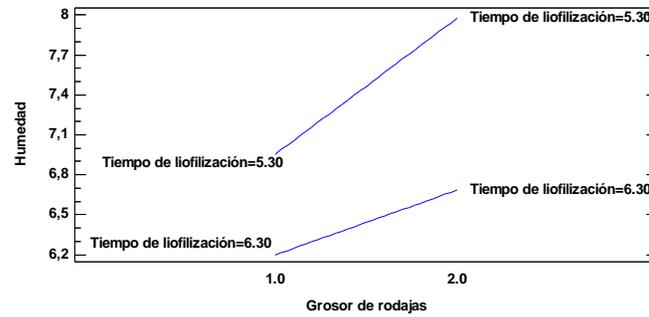
Fuente: Elaboración propia

Figura D.1.3: Grafica de probabilidad normal para la humedad



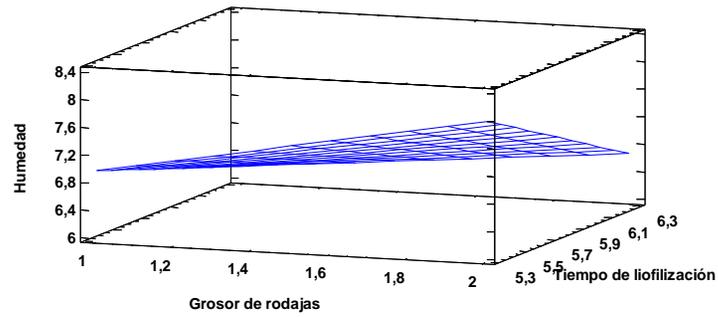
Fuente: Elaboración propia

Figura D.1.2: Grafica de efectos principales para la humedad

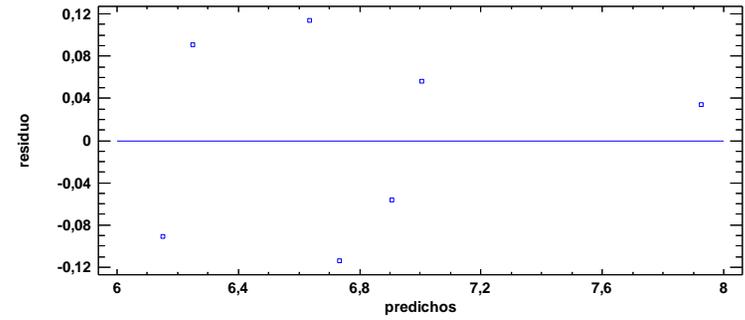


Fuente: Elaboración propia

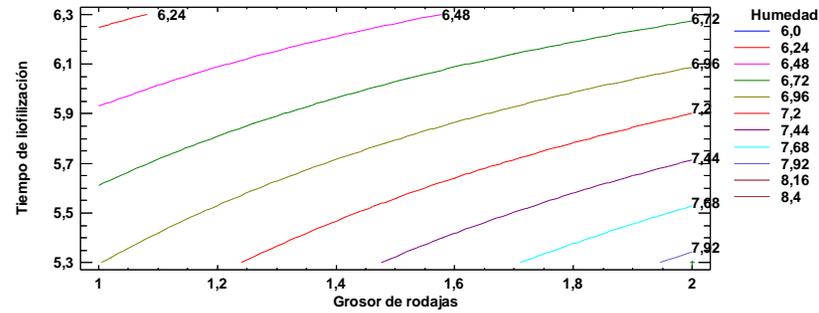
Figura D.1.4: Grafica de interacciones para la humedad



Fuente: Elaboración propia
Figura D.1.5: Superficie de respuesta estimada



Fuente: Elaboración propia
Figura D.1.7: Grafica de residuos para la humedad



Fuente: Elaboración propia
Figura D.1.6: Contornos de la superficie de la respuesta estimada

ANEXO E

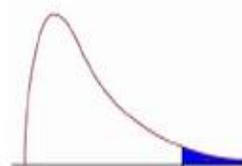
TABLAS DE FISHER Y TUKEY

Distribución F 0.05

En las columnas se encuentran los valores F que corresponden al área 0.05 a la derecha

En las columnas se encuentran los grados de libertad del numerador

En los renglones se encuentran los grados de libertad del denominador.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35

Para calcular el valor F en excel, se utiliza la función de la distribución F inversa

=distr.f.inv(0.05; gl num; gl den)

© Ing. Jesús Alberto Mellado Bosque

6. Tablas del rango estudentizado (q) de Tukey

Grados de libertad Término del error		k = número de medias								
↓	p (α)	2	3	4	5	6	7	3	9	10
5	.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99
	.01	5.70	6.98	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24
6	.05	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49
	.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10
7	.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16
	.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37
8	.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92
	.01	4.75	5.64	6.20	6.62	6.96	7.24	7.47	7.68	7.86
9	.05	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74
	.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.33	7.49
10	.05	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60
	.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21
11	.05	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49
	.01	4.39	5.15	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99
12	.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39
	.01	4.32	5.05	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81
13	.05	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32
	.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67
14	.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25
	.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54
15	.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20
	.01	4.17	4.84	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44
16	.05	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15
	.01	4.13	4.79	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35
17	.05	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11
	.01	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27
18	.05	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07
	.01	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20
19	.05	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04
	.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14
20	.05	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01
	.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09
24	.05	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92
	.01	3.96	4.55	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92
30	.05	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82
	.01	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76
40	.05	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73
	.01	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.26	5.39	5.50	5.60
60	.05	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65
	.01	3.76	4.28	4.59	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45
120	.05	2.80	3.36	3.68	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56
	.01	3.70	4.20	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30
∞	.05	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	2.77
	.01	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	3.64

ANEXO F

METODOLOGÍA PARA LA

OBTENCIÓN DE

RESULTADOS

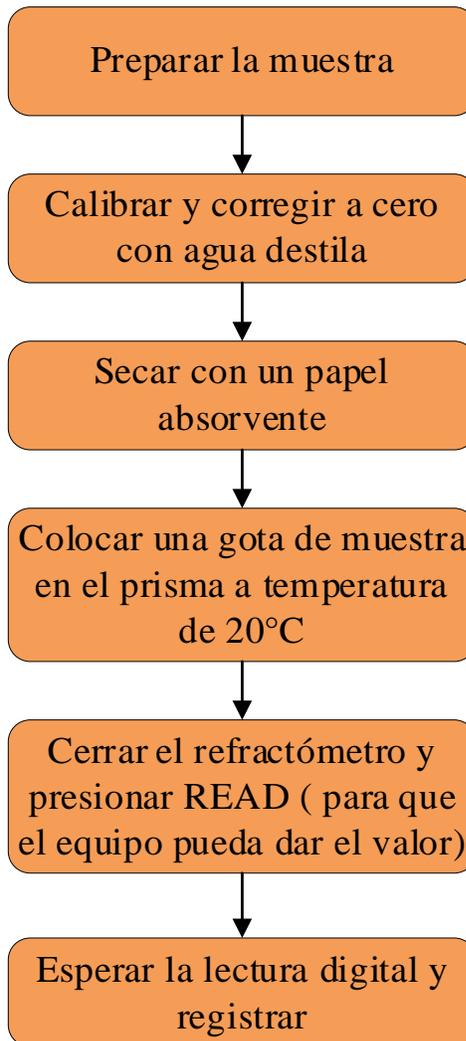
Anexo F.1

Determinación de sólidos solubles (°Brix) Norma Mexicana NMX-F-103-1982

1. Definición

Los grados °Brix, es el por ciento de sólidos disueltos en un producto derivado de las frutas o de un líquido azucarado

Procedimiento



Fuente: NMX-F-103-1982

Figura G.1.1: Procedimiento para determinar los grados °Brix

Anexo F.2

Determinación de pH Norma Mexicana NOM-F-315

1 Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial establece el método para la determinación del pH en alimentos.

2 Fundamento

El método a que esta Norma se refiere, se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

3 Preparación de la muestra

Mezclar cuidadosamente la muestra hasta su homogeneización. Ajustar la temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. y determinar su pH como se indica en 7.

3.1 Productos líquidos

Mezclar cuidadosamente la muestra hasta su homogeneización. Ajustar la temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. y determinar su pH como se indica en 7.

Mezclar el producto para obtener una pasta uniforme. Adicionar cuando el caso lo requiera entre 10 y 20 ml de agua destilada recientemente hervida por cada 100 g de producto, ajustar la temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y determinar su pH como se indica en

4 Procedimiento

- Calibrar el potenciómetro.
- Tomar una porción de la muestra ya preparada, mezclarla bien por medio de un agitador y ajustar su temperatura a 20°C .
- Sumergir el electrodo en la muestra de manera que los cubra perfectamente y hacer la medición del pH.
- Sacar el electrodo y lavarlo con agua destilada y secar con un paño y colocar en la solución buffer.

Anexo F.3

Determinación de acidez titulable (%) Norma Mexicana NMX-F-102-S-1978.

1. Objetivo y campo de aplicación

La presente Norma establece el método para determinar la acidez titulable en los productos elaborados a partir de frutas y hortalizas.

2. Reactivos

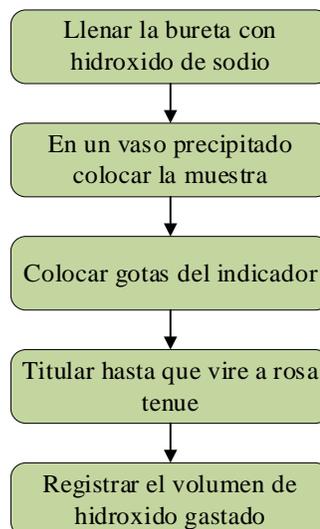
- agua debe entenderse agua destilada.
- Solución 0.1N de hidróxido de sodio. .
- Fenoltaleina

3. Preparación de la muestra

Para productos líquidos o productos donde la parte líquida es fácilmente separable: 10 ml de la muestra preparada como se indica:

La muestra medida se transfiere a un vaso de precipitados de 400 ml y se diluye aproximadamente a 50 ml con agua recién hervida, enfriada y neutralizada..

4. procedimiento



Fuente: NMX-F-428-1982

Figura G.3.1: Procedimiento para determinar humedad

5. Expresión de resultados

Los resultados se expresan en mililitros de solución 0.1N de hidróxido de sodio por cada 100 g o 100 ml de producto o bien en gramos del ácido predominante del producto por cada 100 g o 100 ml de éste. 6.3 Miliequivalentes del ácido en términos del cual se expresa la acidez sabiendo que: 1 ml de la solución 0.1N de hidróxido de sodio equivale a: 0.006404 g de ácido cítrico

La acidez en la muestra expresada como ácido cítrico se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez g/L (ácido láctico)} = \frac{V \times N \times 90}{M}$$

En donde:

V = Volumen de solución de hidróxido de sodio 0.1 gastado en la titulación de la muestra, en ml.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

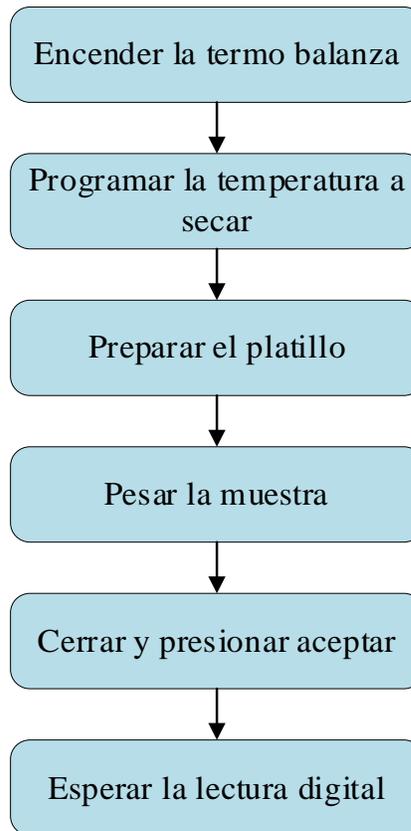
M = Volumen de la muestra, en ml.

90 = Equivalente del ácido cítrico.

Anexo F.4

Determinación de humedad Norma Mexicana NMX-F-428-1982

La Norma Mexicana NMX-F-428-1982, establece el método para determinar la humedad en alimentos utilizando la termo balanza.



Fuente: NMX-F-428-1982

Figura G.4.1: Procedimiento para determinar humedad

ANEXO G

**RESULTADOS DE VARIACION
DE TIEMPO Y TEMPERATURA
EN EL CONGELAMIENTO DE
LAS MUESTRAS DE RODAJAS
DE YACON**

Tabla G.1

Variación de temperatura en función de tiempo para rodajas de yacón de 1 mm

Grosor de rodajas (mm)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
1	0	17,7
1	10	-2,8
1	20	-6
1	30	-10
1	40	-16
1	50	-22,8
1	60	-28,4

Fuente: Elaboración propia

Tabla G.2

Variación de temperatura en función de tiempo para rodajas de yacón de 2 mm.

Grosor de rodajas (mm)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
2	0	19
2	10	-2
2	20	-5
2	30	-9,5
2	40	-15,3
2	50	-21
2	60	-27,3

Fuente: Elaboración propia

ANEXO H
EQUIPOS, INSTRUMENTOS,
MATERIALES DE
LABORATORIO Y
UTENSILIOS DE COCINA

Anexo G.1
Equipos



Liofilizador



Selladora



Bomba de vacío



Mandolina

Fuente: Elaboración propia

Anexo G.2

Instrumentos de laboratorio

Balanza analítica



Termo balanza



Refractómetro digital



Bureta digital



pH metro



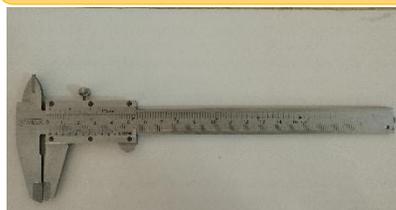
Fuente: Elaboración propia

Anexo G.3
Materiales de laboratorio

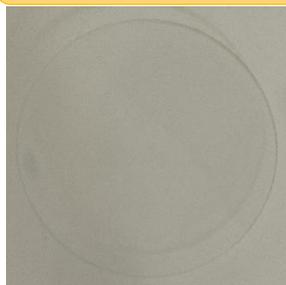
Termómetro digital



Termómetro digital



Vidrio reloj



Espátula



Probeta



Matraz erlenmeyer



Piseta



Fuente: Elaboración propia