ANEXOS

ANEXO A

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA REMOLACHA

Anexo A.1

Determinación de las propiedades físicas de la remolacha

1. **Método:** Balanza digital.

2. **Objetivo:** Determinar el peso total de la remolacha, así como la porción comestible y no comestible.

3. **Campo de aplicación:** Evaluación del rendimiento físico del tubérculo.

4. **Principio del método:** Se basa en la medición directa del peso y en el cálculo de las proporciones comestibles y no comestibles a partir de los datos obtenidos.

5. **Procedimiento:**

En la figura A.1 se muestra el procedimiento para la determinación de la porción comestible y la porción no comestible de la remolacha seleccionadas aleatoriamente y al azar.

Fuente: Elaboración propia

Figura A.1: Procedimiento para la determinación de la porción comestible y la porción no comestible de la remolacha

6. Determinación de la porción comestible y no comestible de la remolacha

Las ecuaciones utilizadas para determinar el porcentaje de porción comestible y no comestible se basan en métodos de evaluación física aplicados en estudios de postcosecha y tecnología de alimentos (López & Díaz, 2013).

$$\text{PN (\%)} = \left(\frac{\text{Peso comestible}}{\text{Peso total}}\right) x\ 100 \qquad \text{Ecuación: A.1}$$

$$\text{PNC (\%)} = \left(\frac{\text{Peso no comestible}}{\text{Peso total}}\right) x\ 100 \qquad \text{Ecuación: A.2}$$

Donde:

PN : Porción comestible PNC : Porción no comestible

Reemplazando valores:

$$\text{PC (\%)} = \left(\frac{84{,}63\ \text{g}}{97{,}38\ \text{g}}\right) x\ 100 \qquad \text{PNC (\%)} = \left(\frac{12{,}75\ \text{g}}{97{,}38\ \text{g}}\right) x\ 100$$

$$\text{PC (\%)} = 86{,}90\% \qquad \text{PNC (\%)} = 13{,}1\%$$

Tabla A.1

Propiedades físicas de la remolacha

N°	Peso total (g)	PC (g)	PNC (g)	PC (%)	PNC %
1	97,38	84,63	12,75	86,90	13,10
2	100,74	88,10	12,62	87,47	12,53
3	84,43	68,97	15,46	81,69	18,31
4	108,63	94,75	13,88	87,22	12,78
5	64,06	53,97	10,09	84,23	15,77
6	115,46	96,96	18,50	83,98	16,02
7	82,72	68,19	14,53	82,43	17,57
8	89,25	75,24	14,01	84,30	15,7
9	131,32	111,68	19,64	85,04	14,96
10	67,22	56,39	10,83	83,89	16,11
11	118,60	101,37	17,23	85,47	14,53
12	90,54	76,21	14,33	84,17	15,83
13	110,20	92,54	17,66	83,97	16,03
14	99,62	83,87	15,75	84,19	15,81
15	105,35	87,90	17,45	83,44	16,56
∑	1465,49	1240	225,49	1268,39	197,1
X̄	97,69	82,72	15,03	84,564	15,43

Fuente: Elaboración propia

ANEXO B

ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"
CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION 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:	Maria Vanessa Colque Espinoza				
Solicitante:	Maria Vanessa Colque Espinoza				
Dirección:	Barrio Tabladita pasaje Juan Pablo II				
Teléfono/Fax	74420401	**Correo-e**	*********	**Código**	AL 0533/24

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Remolacha fresca (pelada)				
Proyecto:	" EXTRACION DE BETALAINAS DE REMOLACHA "				
Codigo de muestreo:	01	**Fecha de vencimiento:**	2024-05-28	**Lote:**	280224
Fecha y hora de muestreo:	2024-08-11 Hr.: 10:00				
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto)	Tarija - Cercado - Tarija - Bolivia				
Lugar de muestreo:	Mercado Campesino				
Responsable de muestreo:	Maria Vanessa Colque Espinoza				
Código de la muestra:	1412 FQ 1054 MB 0548	**Fecha de recepción de la muestra:**	2024-08-12		
Cantidad recibida:	1000 g	**Fecha de ejecución de ensayo:**	De 2024-08-12 al 2024-08-22		

III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITES PERMISIBLES Min.	Max.	REFERENCIA DE *LOS LIMITES*
Fisico Quimicos						
Acidez (ac. Cítrico)	NB 36002:02	g/100g	0,10	Sin referencia		Sin referencia
Azúcares reductores	Reducción de Cu	g/100g	n.d.	Sin referencia		Sin referencia
Cenizas	NB 39034:10	g/100g	1,24	Sin referencia		Sin referencia
Fibra	Digestión ácida	g/100g	1,23	*Sin referencia*		*Sin referencia*
Grasa	NB 313019:06	g/100g	0,28	Sin referencia		Sin referencia
Hidratos de carbono	NB 312031:06	g/100g	13,81	Sin referencia		Sin referencia
Hierro	Absorción atómica	mg/100g	0,4	Sin referencia		Sin referencia
Humedad	NB 313010:05	g/100g	81,77	Sin referencia		Sin referencia
Potasio	Absorción atómica	mg/100g	287	Sin referencia		Sin referencia
Proteina total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	g/100g	2,90	Sin referencia		Sin referencia
pH (°C)	NB 338006:09		6,74	Sin referencia		Sin referencia
Valor energetico	NB 312032:06	Kcal/100 g	69	Sin referencia		Sin referencia
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g	$< 1,0 \times 10^{1}$ (*)	Sin referencia		Sin referencia
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	$3,2 \times 10^{2}$	Sin referencia		Sin referencia

NB: Norma Boliviana *<: Menor que* *n.d: No detectado* *mg/100g: miligramo por cien gramos* *g/100g: gramos por 100 gramos*
(*): No se observa desarrollo de colonias *Kcal/100g:Kilocalorias por cien gramos* *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, 22 de agosto del 2024

Original: Cliente
Copia: CEANID

M.Sc. Ing. Freddy G. López Zamora
JEFE CEANID

Dirección: Campus Universitario Facultad de Ciencias y Tecnología Zona "El Tejar" Tel. (591) (4) 6645648
Fax: (591) (4) 6643403 - Email: ceanid@uajms.edu.bo - Casilla 51 - TARIJA - BOLIVIA

ANEXO C

DETERMINACIÓN DE CONCENTRACION DE SOLUCIÓN MADRE

ANEXO C.1

Preparación de la solución madre de betalaínas comercial

Para la preparación de la solución madre con extracto de betalaínas comercial, se trabajó con una concentración de 250mg/L y un volumen final de 100 ml.

En la preparación de soluciones estándar, como lo describe Skoog et al. (2014) en sus fundamentos de química analítica, Esta masa se calcula mediante la fórmula:

$$m = C * V$$

Donde:

m : masa del soluto (mg)

C : Concentración deseada (mg/L)

V : Volumen (L)

Reemplazando valores:

$$m = 250\ \frac{mg}{L}\ x\ 0.1\ L$$

$$m = 25\ mg$$

Cálculo de volúmenes para soluciones hijas a partir de solución madre

A partir de la solución madre previamente preparada (250 mg/L), se elaboraron siete soluciones hijas con concentraciones conocidas de 3 mg/L, 6 mg/L, 9 mg/L, 12 mg/L, 15 mg/L, 18 mg/L y 21 mg/L, cada una con un volumen final de 10 mL. Para obtener dichas concentraciones, Como lo señala Skoog et al. (2014), se calculó el volumen necesario de solución madre para cada caso aplicando la fórmula de dilución ampliamente utilizada en química analítica:

$$C_1\ x\ V_1 = C_2\ x\ V_2$$

Donde:

C_1 : concentración de la solución madre (mg/L)

V_1 : volumen de solución madre necesario (ml)

C_2 : concentración deseada de la solución hija (mg/L)

V_2 : volumen final de la solución hija (ml)

Reorganizando la fórmula para despejar V_1:

$$V_1 = \frac{C_2 \; x \; V_2}{C_1}$$

Reemplazando valores:

$$V_1 = \frac{3\frac{mg}{L} \; x \; 10ml}{250\frac{mg}{L}}$$

$$V_1 = 0.12 \; ml$$

En la Tabla C.1 se muestran los volúmenes y concentraciones de las soluciones hijas.

Tabla C.1

Preparación de soluciones hijas por dilución a partir de solución madre

Concentración (mg/L)	**Volumen de la solución madre(ml)**	**Agua ultra pura (ml)**
0	0,00	10,00
3	0,12	9,88
6	0,24	9,76
9	0,36	9,64
12	0,48	9,52
15	0,60	9,40
18	0,72	9,28
21	0,84	9,16

Fuente: elaboración propia

ANEXO D

DETERMINACIÓN DE LONGITUD DE ONDA MÁXIMA DE EXTRACTO DE BETALAÍNA COMERCIAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS Y FORESTALES
LABORATORIO DE SUELOS

Informe Cero

Leer	Abs (540,0 nm)
Cero	0,0626

Informe Barrido Análisis

Hora Informe:	lun 10 feb 05:41:29 PM 2025
Método	
Lote:	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\BETANINA.BSW
Versión Software:	5.0.0.999
Operador:	MARIA COLQUE

Parámetros instrumentales

Instrumento	Cary 60
Versión Instrumento	2,00
Inicio (nm)	540,0
Parar (nm)	480,0
Modo X	Nanómetros
Modo Y	Abs
Vel. Barrido UV-Vis (nm/min)	600,00
Intervalo Datos UV-Vis (nm)	1,00
Tiempo Prom. (seg) UV-Vis	0,1000
Modo de haz	Haz Doble
Corrección Línea Base	Apag.
Modo Ciclo	Encen.
Cuentas de Ciclos	1
T. Ciclo (min)	1,00
Comentarios	

Informe Cero

Leer	Abs (540,0 nm)
Cero	0,0626

Nombre de muestra 3 mg_L_1

Hora Colección	10/02/2025 05:41:59 p.m.

Tabla Picos	
Estilo de Pico	Picos
Umbral Picos	0,0100
Rango	540,0nm a 480,0nm
Long.de onda (nm)	Abs
509,0	0,045

Informe Barrido Análisis

Hora Informe:	lun 10 feb 05:42:44 PM 2025
Método	
Lote:	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\BETANINA1.BSW
Versión Software:	5.0.0.999
Operador:	MARIA COLQUE

Parámetros instrumentales

Instrumento	Cary 60
Versión Instrumento	2,00
Inicio (nm)	540,0
Parar (nm)	480,0
Modo X	Nanómetros
Modo Y	Abs
Vel. Barrido UV-Vis (nm/min)	600,00
Intervalo Datos UV-Vis (nm)	1,00
Tiempo Prom. (seg) UV-Vis	0,1000
Modo de haz	Haz Doble
Corrección Línea Base	Apag.
Modo Ciclo	Encen.
Cuentas de Ciclos	1
T. Ciclo (min)	1,00
Comentarios	

Informe Cero

Leer	Abs (540,0 nm)
Cero	0,0626

Nombre de muestra 6 mg_L_1

Hora Colección 10/02/2025 05:42:59 p.m.

Tabla Picos	
Estilo de Pico	Picos
Umbral Picos	0,0100
Rango	540,0nm a 480,0nm
Long.de onda (nm)	Abs
511,0	0,083

Informe Barrido Análisis

Hora Informe:	lun 10 feb 05:43:34 PM 2025
Método	
Lote:	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\BETANINA2.BSW
Versión Software:	5.0.0.999
Operador:	MARIA COLQUE

Parámetros instrumentales

Instrumento	Cary 60
Versión Instrumento	2,00
Inicio (nm)	540,0
Parar (nm)	480,0
Modo X	Nanómetros
Modo Y	Abs
Vel. Barrido UV-Vis (nm/min)	600,00
Intervalo Datos UV-Vis (nm)	1,00
Tiempo Prom. (seg) UV-Vis	0,1000
Modo de haz	Haz Doble
Corrección Línea Base	Apag.
Modo Ciclo	Encen.
Cuentas de Ciclos	1
T. Ciclo (min)	1,00
Comentarios	

Informe Barrido Análisis

Hora Informe:	lun 10 feb 05:45:06 PM 2025
Método	
Lote:	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\BETANINA4.BSW
Versión Software:	5.0.0.999
Operador:	MARIA COLQUE

Parámetros instrumentales

Instrumento	Cary 60
Versión Instrumento	2,00
Inicio (nm)	540,0
Parar (nm)	480,0
Modo X	Nanómetros
Modo Y	Abs
Vel. Barrido UV-Vis (nm/min)	600,00
Intervalo Datos UV-Vis (nm)	1,00
Tiempo Prom. (seg) UV-Vis	0,1000
Modo de haz	Haz Doble
Corrección Línea Base	Apag.
Modo Ciclo	Encen.
Cuentas de Ciclos	1
T. Ciclo (min)	1,00
Comentarios	

Informe Cero

Leer	Abs (540,0 nm)
Cero	0,0626

Nombre de muestra 15 mg_L_1

Hora Colección 10/02/2025 05:45:25 p.m.

Tabla Picos

Estilo de Pico	Picos
Umbral Picos	0,0100
Rango	540,0nm a 480,0nm
Long.de onda (nm)	Abs
514,0	0,203

Informe Barrido Análisis

Hora Informe:	lun 10 feb 05:45:55 PM 2025
Método	
Lote:	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\BETANINA5.BSW
Versión Software:	5.0.0.999
Operador:	MARIA COLQUE

Parámetros instrumentales

Instrumento	Cary 60
Versión Instrumento	2,00
Inicio (nm)	540,0
Parar (nm)	480,0
Modo X	Nanómetros
Modo Y	Abs
Vel. Barrido UV-Vis (nm/min)	600,00

Intervalo Datos UV-Vis (nm)	1,00
Tiempo Prom. (seg) UV-Vis	0,1000
Modo de haz	Haz Doble
Corrección Línea Base	Apag.
Modo Ciclo	Encen.
Cuentas de Ciclos	1
T. Ciclo (min)	1,00
Comentarios	

Informe Cero

Leer	Abs (540,0 nm)
Cero	0,0626

Nombre de muestra 18 mg_L_1

Hora Colección 10/02/2025 05:46:08 p.m.

Tabla Picos

Estilo de Pico	Picos
Umbral Picos	0,0100
Rango	540,0nm a 480,0nm
Long.de onda (nm)	Abs
515,0	0,229

Informe Barrido Análisis

Hora Informe:	lun 10 feb 05:47:02 PM 2025
Método	
Lote:	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\BETANINA6.BSW
Versión Software:	5.0.0.999
Operador:	MARIA COLQUE

Parámetros instrumentales

Instrumento	Cary 60
Versión Instrumento	2,00
Inicio (nm)	540,0
Parar (nm)	480,0
Modo X	Nanómetros
Modo Y	Abs
Vel. Barrido UV-Vis (nm/min)	600,00
Intervalo Datos UV-Vis (nm)	1,00
Tiempo Prom. (seg) UV-Vis	0,1000
Modo de haz	Haz Doble
Corrección Línea Base	Apag.
Modo Ciclo	Encen.
Cuentas de Ciclos	1
T. Ciclo (min)	1,00
Comentarios	

Informe Cero

Leer	Abs (540,0 nm)
Cero	0,0626

Nombre de muestra 21 mg_L_1

Hora Colección 10/02/2025 05:47:30 p.m.

Tabla Picos

Estilo de Pico	Picos
Umbral Picos	0,0100
Rango	540,0nm a 480,0nm
Long.de onda (nm)	Abs
515,0	0,273

Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez
Jefe Laboratorio de Suelos
Fac. Cs. Agric. y For.

Facultad de Ciencias Agricolas y Forestales
LABORATORIO DE SUELOS
Tarija - Bolivia

ANEXO E

DETERMINACIÓN DE CURVA PATRON DE ABSORBANCIA PARA EXTRACTO DE BETALAÍNA COMERCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
LABORATORIO DE SUELOS

Informe Análisis Concentración

Hora Informe	07/07/2025 04:01:42 p.m.
Método	C:\USERS\UAJMS-UV\DESKTOP\INVESTIGACION\MARIA\METODO_BETANINA.MCN
Nombre de Lote	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\BETANINA.BCN
Aplicación	Conc 5.0.0.999
Operador	

Condiciones del Instrumento

Instrumento	Cary 60
Nº Versión Intrumento.	2,00
Long.de onda (nm)	515,0
Modo Ordenadas	Abs
T Prom (seg)	0,1000
Replicados	5
Media Patrón/Muestra	Apag.
Correcciones de peso y volumen	Apag.
Tipo Ajuste	Lineal
Mín R^2	0,95000
Unidades Concentración	mg/L

Calibración

Tiempo Colección 11/02/2025 06:06:53 p.m.

Estándar	Conc mg/L	F	Media	DE	%DSR	Lecturas
Patrón1						0,0001
						0,0000
						0,0001
						0,0002
						0,0001
	0,0		0,0001	0,00007	70,71068	
Patrón2						0,0424
						0,0425
						0,0425
						0,0424
						0,0425
	3,0		0,0425	0,00005	0,12900	
Patrón3						0,0774
						0,0777
						0,0777
						0,0775
						0,0773
	6,0		0,0775	0,00018	0,23076	
Patrón4						0,1151
						0,1149
						0,1148
						0,1148

					0,1147
	9,0	0,1149	0,00015	0,13203	
Patrón5					0,1572
					0,1571
					0,1570
					0,1569
					0,1569
	12,0	0,1570	0,00013	0,08304	
Patrón6					0,1979
					0,1979
					0,1979
					0,1979
					0,1977
	15,0	0,1979	0,00009	0,04521	
Patrón7					0,2407
					0,2407
					0,2407
					0,2408
					0,2407
	18,0	0,2407	0,00004	0,01858	
Patrón8					0,2725
					0,2724
					0,2724
					0,2723
					0,2723
	21,0	0,2724	0,00008	0,03072	

Ecuación Calib. Abs =0,01310*Conc +0,00035

Coef. Correlación 0,99918

Hora Calibración 07/07/2025 04:01:43 p.m.

Leyenda Marcas Resultados

U = Sin calibrar

N = No usado en calibración

O = Fuera de rango

R = Lectura repetida

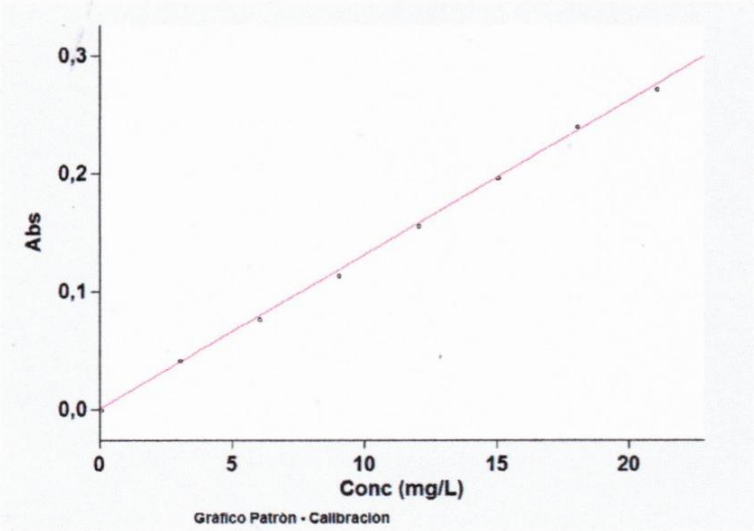


Grafico Patron - Calibracion

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
LABORATORIO DE SUELOS
Tarija - Bolivia

Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez
Jefe Laboratorio de Suelos
Fac. Cs. Agric. y For.

ANEXO F

DETERMINACIÓN DE ABSORBANCIA PARA EXTRACTO CONCENTRADO DE BETALAÍNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
LABORATORIO DE SUELOS

Informe Análisis Concentración

Hora Informe	12/05/2025 06:06:27 p.m.
Método	C:\USERS\UAJMS-UV\DESKTOP\INVESTIGACION\MARIA\METODO_BETANINA.MCN
Nombre de Lote	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\MARIA\MUESTRAS\12 DE MAYO (6muestras)1 HORA 2DA.BCN
Aplicación	Conc 5.0.0.999
Operador	MARIA COLQUE

Condiciones del Instrumento

Instrumento	Cary 60
Nº Versión Intrumento.	2,00
Long.de onda (nm)	515,0
Modo Ordenadas	Abs
T Prom (seg)	0,1000
Replicados	5
Media Patrón/Muestra	Apag.
Correcciones de peso y volumen	Apag.
Tipo Ajuste	Lineal
Mín R^2	0,95000
Unidades Concentración	mg/L

Informe Cero

Leer	Abs (515,0 nm)
Cero	0,0670

Ecuación Calib.	Abs =0,01310*Conc +0,00035
Coef. Correlación	0,99918

Hora Calibración 11/02/2025 06:08:36 p.m.

Análisis

Tiempo Colección 12/05/2025 06:06:27 p.m.

Muestra	Conc mg/L	F	Media	DE	%DSR	Lecturas
BLANCO						0,0001
						0,0000
						0,0000
						-0,0001
						-0,0001
	0,0		0,0000	0,00008	-418,33002	
R1/50%/pH4/1h						0,1135
						0,1133
						0,1134
						0,1132

					0,1131
	8,6	0,1133	0,00016	0,13955	
R1/50%/pH5/1h					0,1384
					0,1385
					0,1384
					0,1384
					0,1383
	10,5	0,1384	0,00007	0,05109	
R1/70%/pH4/1h					0,1769
					0,1769
					0,1769
					0,1769
					0,1770
	13,5	0,1769	0,00004	0,02528	
R1/70%/pH5/1h					0,1413
					0,1413
					0,1411
					0,1412
					0,1412
	10,8	0,1412	0,00008	0,05924	

Leyenda Marcas Resultados

U = Sin calibrar

N = No usado en calibración

O = Fuera de rango

R = Lectura repetida

Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez
Jefe Laboratorio de Suelos
Fac. Cs. Agric. y For.

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
LABORATORIO DE SUELOS
Tarija - Bolivia

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
LABORATORIO DE SUELOS

Informe Análisis Concentración

Hora Informe	12/05/2025 05:16:58 p.m.
Método	C:\USERS\UAJMS-UV\DESKTOP\INVESTIGACION\MARIA\METODO_BETANINA.MCN
Nombre de Lote	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\MARIA\MUESTRAS\12 DE MAYO (6muestras).BCN
Aplicación	Conc 5.0.0.999
Operador	MARIA COLQUE

Condiciones del Instrumento

Instrumento	Cary 60
Nº Versión Intrumento.	2,00
Long.de onda (nm)	515,0
Modo Ordenadas	Abs
T Prom (seg)	0,1000
Replicados	5
Media Patrón/Muestra	Apag.
Correcciones de peso y volumen	Apag.
Tipo Ajuste	Lineal
Mín R^2	0,95000
Unidades Concentración	mg/L

Informe Cero

Leer	Abs (515,0 nm)
Cero	0,0725

Ecuación Calib.	Abs =0,01310*Conc +0,00035
Coef. Correlación	0,99918

Hora Calibración 11/02/2025 06:08:36 p.m.

Análisis

Tiempo Colección 12/05/2025 05:16:58 p.m.

Muestra	Conc mg/L	F	Media	DE	%DSR	Lecturas
PATRON						0,0000
						0,0003
						0,0007
						0,0012
						0,0021
	0,0		0,0009	0,00083	96,09746	
R1/50%/pH4/2h						0,1903
						0,1901
						0,1901
						0,1900
						0,1901

	14,5	0,1901	0,00011	0,05762	
R1/50%/pH5/2h					0,0947
					0,0946
					0,0944
					0,0945
					0,0944
	7,2	0,0945	0,00013	0,13794	
R1/70%/pH4/2h					0,1292
					0,1291
					0,1291
					0,1291
					0,1290
	9,8	0,1291	0,00007	0,05477	
R1/70%/pH5/2h					0,1535
					0,1534
					0,1534
					0,1534
					0,1534
	11,7	0,1534	0,00004	0,02915	

Leyenda Marcas Resultados

U = Sin calibrar
N = No usado en calibración
O = Fuera de rango
R = Lectura repetida

Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez
Jefe Laboratorio de Suelos
Fac. Cs. Agric. y For.

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
LABORATORIO DE SUELOS
Tarija - Bolivia

LABORATORIO DE SUELOS

Informe Análisis Concentración

Hora Informe	30/05/2025 05:30:41 p.m.
Método	C:\USERS\UAJMS-UV\DESKTOP\INVESTIGACION\MARIA\METODO_BETANINA.MCN
Nombre de Lote	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\MARIA\TESIS\R1 1H 2DA.BCN
Aplicación	Conc 5.0.0.999
Operador	MARIA

Condiciones del Instrumento

Instrumento	Cary 60
Nº Versión Intrumento.	2,00
Long.de onda (nm)	515,0
Modo Ordenadas	Abs
T Prom (seg)	0,1000
Replicados	5
Media Patrón/Muestra	Apag.
Correcciones de peso y volumen	Apag.
Tipo Ajuste	Lineal
Mín R^2	0,95000
Unidades Concentración	mg/L

Informe Cero

Leer	Abs (515,0 nm)
Cero	0,0738

Ecuación Calib.	Abs =0,01310*Conc +0,00035
Coef. Correlación	0,99918

Hora Calibración 11/02/2025 06:08:36 p.m.

Análisis

Tiempo Colección 30/05/2025 05:30:41 p.m.

Muestra	Conc mg/L	F	Media	DE	%DSR	Lecturas
BLANCO						0,0001
						-0,0001
						-0,0001
						0,0000
						-0,0001
	0,0		0,0000	0,00009	-223,60680	
R2/50%/pH4/1h						0,0321
						0,0321
						0,0320
						0,0320
						0,0320
	2,4		0,0320	0,00005	0,17094	

R2/50%/pH5/1h					0,0322
					0,0323
					0,0321
					0,0321
					0,0321
	2,4	0,0322	0,00009	0,27812	
R2/70%/pH4/1h					0,0480
					0,0479
					0,0479
					0,0479
					0,0479
	3,6	0,0479	0,00004	0,09333	
R2/70%/pH5/1h					0,0401
					0,0399
					0,0400
					0,0399
					0,0400
	3,0	0,0400	0,00008	0,20927	

Leyenda Marcas Resultados

U = Sin calibrar

N = No usado en calibración

O = Fuera de rango

R = Lectura repetida

Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez
Jefe Laboratorio de Suelos
Fac. Cs. Agric. y For.

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
LABORATORIO DE SUELOS
Tarija - Bolivia

Informe Análisis Concentración

Hora Informe	20/05/2025 04:57:33 p.m.
Método	C:\USERS\UAJMS-UV\DESKTOP\INVESTIGACION\MARIA\METODO_BETANINA.MCN
Nombre de Lote	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\MARIA\TESIS\REPLICA 1 .BCN
Aplicación	Conc 5.0.0.999
Operador	MARIA COLQUE

Condiciones del Instrumento

Instrumento	Cary 60
Nº Versión Intrumento.	2,00
Long.de onda (nm)	515,0
Modo Ordenadas	Abs
T Prom (seg)	0,1000
Replicados	5
Media Patrón/Muestra	Apag.
Correcciones de peso y volumen	Apag.
Tipo Ajuste	Lineal
Mín R^2	0,95000
Unidades Concentración	mg/L

Informe Cero

Leer	Abs (515,0 nm)	
Cero	0,0807	
Ecuación Calib.		Abs =0,01310*Conc +0,00035
Coef. Correlación		0,99918

Hora Calibración 11/02/2025 06:08:36 p.m.

Análisis

Tiempo Colección 20/05/2025 04:57:33 p.m.

Muestra	Conc mg/L	F	Media	DE	%DSR	Lecturas
0						-0,0001
						-0,0001
						-0,0001
						-0,0002
						-0,0001
	0,0		-0,0001	0,00004	-37,26780	
R2/50%/Ph4/2h						0,0485
						0,0487
						0,0488
						0,0486
						0,0485
	3,7		0,0486	0,00013	0,26817	

R2/50%/Ph5/2h					0,0426
					0,0426
					0,0425
					0,0425
					0,0425
	3,2	0,0425	0,00005	0,12875	
R2/70%/pH4/2h					0,0447
					0,0447
					0,0446
					0,0446
					0,0445
	3,4	0,0446	0,00008	0,18751	
R2/70%/pH5/2h					0,0505
					0,0504
					0,0503
					0,0504
					0,0504
	3,8	0,0504	0,00007	0,14030	

Leyenda Marcas Resultados

U = Sin calibrar

N = No usado en calibración

O = Fuera de rango

R = Lectura repetida

Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez
Jefe Laboratorio de Suelos
Fac. Cs. Agric. y For.

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
LABORATORIO DE SUELOS
Tarija - Bolivia

Informe Análisis Concentración

Hora Informe	30/05/2025 05:39:51 p.m.
Método	C:\USERS\UAJMS-UV\DESKTOP\INVESTIGACION\MARIA\METODO_BETANINA.MCN
Nombre de Lote	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\MARIA\TESIS\REPLICA 2 1H.BCN
Aplicación	Conc 5.0.0.999
Operador	MARIA

Condiciones del Instrumento

Instrumento	Cary 60
Nº Versión Intrumento.	2,00
Long.de onda (nm)	515,0
Modo Ordenadas	Abs
T Prom (seg)	0,1000
Replicados	5
Media Patrón/Muestra	Apag.
Correcciones de peso y volumen	Apag.
Tipo Ajuste	Lineal
Mín R^2	0,95000
Unidades Concentración	mg/L

Informe Cero

Leer	Abs (515,0 nm)
Cero	0,0736

Ecuación Calib.	Abs =0,01310*Conc +0,00035
Coef. Correlación	0,99918

Hora Calibración 11/02/2025 06:08:36 p.m.

Análisis

Tiempo Colección	30/05/2025 05:39:51 p.m.

Muestra	Conc mg/L	F	Media	DE	%DSR	Lecturas
BLANCO						-0,0001
						-0,0002
						0,0000
						-0,0002
						0,0000
	0,0		-0,0001	0,00010	-100,00001	
R3/50%/pH4/1h						0,0473
						0,0473
						0,0473
						0,0473
						0,0473
	3,6		0,0473	0,00000	0,00000	

R3/50%/pH5/1h					0,0370
					0,0371
					0,0369
					0,0370
					0,0370
	2,8	0,0370	0,00007	0,19111	
R3/70%/pH4/1h					0,0584
					0,0584
					0,0583
					0,0583
					0,0582
	4,4	0,0583	0,00008	0,14346	
R3/70%/pH5/1h					0,0477
					0,0478
					0,0477
					0,0477
					0,0478
	3,6	0,0477	0,00005	0,11473	

Leyenda Marcas Resultados

U = Sin calibrar

N = No usado en calibración

O = Fuera de rango

R = Lectura repetida

Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez
Jefe Laboratorio de Suelos
Fac. Cs. Agric. y For.

Ciencias Agrícolas y Forestales
LABORATORIO DE SUELOS
Tarija - Bolivia

Informe Análisis Concentración

Hora Informe	20/05/2025 05:09:03 p.m.
Método	C:\USERS\UAJMS-UV\DESKTOP\INVESTIGACION\MARIA\METODO_BETANINA.MCN
Nombre de Lote	C:\Users\UAJMS-UV\Desktop\INVESTIGACION\MARIA\TESIS\REPLICA 2.BCN
Aplicación	Conc 5.0.0.999
Operador	MARIA COLQUE

Condiciones del Instrumento

Instrumento	Cary 60
Nº Versión Intrumento.	2,00
Long.de onda (nm)	515,0
Modo Ordenadas	Abs
T Prom (seg)	0,1000
Replicados	5
Media Patrón/Muestra	Apag.
Correcciones de peso y volumen	Apag.
Tipo Ajuste	Lineal
Mín R^2	0,95000
Unidades Concentración	mg/L

Informe Cero

Leer	Abs (515,0 nm)
Cero	0,0892

Ecuación Calib.	Abs =0,01310*Conc +0,00035
Coef. Correlación	0,99918

Hora Calibración 11/02/2025 06:08:36 p.m.

Análisis

Tiempo Colección	20/05/2025 05:09:03 p.m.

Muestra	Conc mg/L	F	Media	DE	%DSR	Lecturas
blanco						0,0002
						0,0001
						0,0002
						0,0001
						0,0001
	0,0		0,0001	0,00005	39,12304	
R3/50%/pH4/2h						0,0325
						0,0324
						0,0325
						0,0324
						0,0323
	2,4		0,0324	0,00008	0,25806	

R3/50%/pH5/2h					0,0327
					0,0326
					0,0325
					0,0325
					0,0325
	2,5	0,0326	0,00009	0,27470	
R3/70%/pH4/2h					0,0716
					0,0716
					0,0715
					0,0715
					0,0715
	5,4	0,0715	0,00005	0,07655	
R3/70%/pH5/2h					0,0243
					0,0243
					0,0243
					0,0241
					0,0242
	1,8	0,0242	0,00009	0,36899	

Leyenda Marcas Resultados

U = Sin calibrar
N = No usado en calibración
O = Fuera de rango
R = Lectura repetida

Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez
Jefe Laboratorio de Suelos
Fac. Cs. Agric. y For.

Facultad de Ciencias Agricolas y Forestales
LABORATORIO DE SUELOS
Tarija - Bolivia

ANEXO G

DETERMINACION DE RENDIMIENTO DE PRUEBAS PRELIMINARES

ANEXO G.1

Determinación del rendimiento de pruebas preliminares de extracto concentrado de *betalaínas* de remolacha

Para la réplica 1, se realizó el cálculo del rendimiento del extracto concentrado de betalaínas a partir de los valores de concentración obtenidos mediante espectrofotometría. El procedimiento se basó en la conversión de la concentración (mg/L) en rendimiento porcentual (%), considerando la masa de materia prima utilizada, el volumen del extracto y los factores de dilución aplicados. Las ecuaciones empleadas fueron adaptadas de metodologías utilizadas en estudios previos sobre extracción de pigmentos naturales (Flores Mancha et al, 2019; Gutiérrez et al, 2013) y permiten expresar el contenido de *betalaínas* en función de la masa de muestra, normalizado por kilogramo de materia prima.

$$\frac{11{,}7\frac{mg}{L}}{0{,}01x0{,}3} = 3900\frac{mg}{\cancel{L}}x\frac{58\cancel{ml}}{100\cancel{g}}x\frac{1000\cancel{g}}{1Kg}x\frac{1\cancel{L}}{1000\cancel{ml}} = 2262\frac{mg}{Kg}$$

$$2262\frac{mg}{Kg}x0{,}0001 = 0{,}226\ \%$$

Tabla G.1

Rendimiento de pruebas preliminares de extracto betalaínas de remolacha

Solvente (%)	Tiempo de mac. (h)	pH	Materia prima (gr)	Vol. Solvente (ml)	Volumen de extracto (ml)	Diluciones		Conc.	Rend. (%)
						1°	2°		
50	1	4,0	100	100	70	0,01	0,5	8,6	0,120
50	1	5,0	100	100	71	0,01	0,3	10,5	0,249
50	1	6,0	100	100	57	0,01	0,3	8,4	0,160
50	2	4,0	100	100	69	0,01	0,3	14,5	0,334
50	2	5,0	100	100	70	0,01	0,3	7,2	0,168
50	2	6,0	100	100	72	0,01	0,3	3,4	0,082
70	1	4,0	100	100	60	0,01	0,3	13,5	0,270
50	1	5,0	100	100	71	0,01	0,3	10,5	0,249
70	1	6,0	100	100	60	0,01	0,3	1,4	0,028
70	2	4,0	100	100	60	0,01	0,3	9,8	0,196
70	**2**	**5,0**	**100**	**100**	**58**	**0,01**	**0,3**	**11,7**	**0,226**
70	2	6,0	100	100	62	0,01	0,3	3,4	0,070

Fuente: Elaboración propia

ANEXO H

DETERMINACIÓN DE LA TRANSMITANCIA PARA EXTRACTO CONCENTRADO DE BETALAÍNA

ANEXO H.1

Transmitancia del extracto comercial de betalaínas

El cálculo del porcentaje de transmitancia (%T) para la elaboración de la curva patrón se determinó mediante la siguiente expresión matemática, ampliamente utilizada en espectrofotometría para evaluar la interacción de la luz con soluciones de compuestos bioactivos como las betalaínas (Skoog & Crouch, 2017):

$$\%T = \frac{1}{10^{Abs}}\ x\ 100$$

Abs : Absorbancia

Reemplazando valores:

$$\%T = \frac{1}{10^{0.0001}}\ x\ 100$$

$$\%T = 99.98$$

En la Tabla H.1 se presentan los valores de transmitancia (%T) correspondientes a cada concentración evaluada, calculados a partir de los datos de absorbancia obtenidos mediante espectrofotometría UV-Vis.

Tabla H.1

Transmitancia del extracto comercial de betalaínas en función de la concentración

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Transmitancia (%)
0,00	0,0001	99,98
3,00	0,0425	90,68
6,00	0,0775	83,66
9,00	0,1149	76,75
12,00	0,1570	69,66
15,00	0,1979	63,40
18,00	0,2407	57,45
21,00	0,2724	53,41

Fuente: Elaboración propia

ANEXO H.2

Transmitancia de prueba 1 en función de la concentración

El cálculo del porcentaje de transmitancia (%T) para la elaboración de la curva de la prueba 1 se determinó mediante la expresión matemática, ampliamente utilizada en espectrofotometría para evaluar la interacción de la luz con soluciones de compuestos bioactivos como las betalaínas (Skoog & Crouch, 2017):

$$\%T = \frac{1}{10^{Abs}}\ x\ 100$$

Abs : Absorbancia

Reemplazando valores:

$$\%T = \frac{1}{10^{0.1534}}\ x\ 100$$

$$\%T = 70.24$$

En la Tabla H.2 se presentan los valores de transmitancia (%T) correspondientes a la prueba 1, calculados a partir de los datos de absorbancia mediante espectrofotometría UV-Vis.

Tabla H.2

Transmitancia en función de la concentración del análisis 1 y curva patrón

Patrón			Análisis 1		
Concentración (mg/L)	**Absorbancia**	**Transmitancia (%)**	**Concentración (mg/L)**	**Absorbancia**	**Transmitancia (%)**
0,00	0,0001	99,98	11,7	0,1534	70,24
3,00	0,0425	90,68	7,2	0,0945	80,45
6,00	0,0775	83,66	10,8	0,1412	72,24
9,00	0,1149	76,75	10,5	0,1384	72,71
12,00	0,1570	69,66	9,8	0,1291	74,28
15,00	0,1979	63,40	14,5	0,1901	64,55
18,00	0,2407	57,45	13,5	0,1769	66,54
21,00	0,2724	53,41	8,6	0,1133	77,04

Fuente: Elaboración propia

ANEXO H.3

Transmitancia de prueba 2 en función de la concentración

El cálculo del porcentaje de transmitancia (%T) para la elaboración de la curva de la prueba 2 se determinó mediante la expresión matemática, ampliamente utilizada en espectrofotometría para evaluar la interacción de la luz con soluciones de compuestos bioactivos como las betalaínas (Skoog & Crouch, 2017):

$$\%T = \frac{1}{10^{Abs}}\ x\ 100$$

Abs : Absorbancia

Reemplazando valores:

$$\%T = \frac{1}{10^{0,0322}}\ x\ 100$$

$$\%T = 92,85$$

En la Tabla H.3 se presentan los valores de transmitancia (%T) correspondientes a la prueba 2, calculados a partir de los datos de absorbancia mediante espectrofotometría UV-Vis.

Tabla H.3

Transmitancia en función de la concentración de prueba 2 y curva patrón

Patrón			Análisis 2		
Concentración (mg/L)	**Absorbancia**	**Transmitancia (%)**	**Concentración (mg/L)**	**Absorbancia**	**Transmitancia (%)**
0,00	0,0001	99,98	3,8	0,0504	89,04
3,00	0,0425	90,68	3,2	0,0425	90,68
6,00	0,0775	83,66	3,0	0,04	91,20
9,00	0,1149	76,75	2,4	0,0322	92,85
12,00	0,1570	69,66	3,4	0,0446	90,24
15,00	0,1979	63,40	3,7	0,0486	89,41
18,00	0,2407	57,45	3,6	0,0479	89,56
21,00	0,2724	53,41	2,4	0,032	92,90

Fuente: Elaboración propia

ANEXO H.4

Transmitancia de prueba 3 en función de la concentración

El cálculo del porcentaje de transmitancia (%T) para la elaboración de la curva de la prueba 3 se determinó mediante la expresión matemática, ampliamente utilizada en espectrofotometría para evaluar la interacción de la luz con soluciones de compuestos bioactivos como las betalaínas (Skoog & Crouch, 2017):

$$\%T = \frac{1}{10^{Abs}}\ x\ 100$$

Abs : Absorbancia

Reemplazando valores:

$$\%T = \frac{1}{10^{0,0715}}\ x\ 100$$

$$\%T = 84,82$$

En la Tabla H.4 se presentan los valores de transmitancia (%T) correspondientes al análisis 3, calculados a partir de los datos de absorbancia mediante espectrofotometría UV-Vis.

Tabla H.4

Transmitancia en función de la concentración de prueba 3 y curva patrón

Patrón			Análisis 3		
Concentración (mg/L)	**Absorbancia**	**Transmitancia (%)**	**Concentración (mg/L)**	**Absorbancia**	**Transmitancia (%)**
0,00	0,0001	99,98	1,8	0,0242	94,58
3,00	0,0425	90,68	2,5	0,0326	92,77
6,00	0,0775	83,66	3,6	0,0477	89,60
9,00	0,1149	76,75	2,8	0,037	91,83
12,00	0,1570	69,66	5,4	0,0715	84,82
15,00	0,1979	63,40	2,4	0,0324	92,81
18,00	0,2407	57,45	4,4	0,0583	87,44
21,00	0,2724	53,41	3,6	0,0473	89,68

Fuente: Elaboración propia

ANEXO I

RESOLUCIÓN DE DISEÑO FACTORIAL 2^3 EN STATGRAPHICS CENTURION XVI

ANEXO I.1

Tabla I.1

Nivel alto y bajo de los factores

Factor	Bajo	Alto	Unidad
Concentración del solvente	50,0	70,0	%
Tiempo de maceración	1,0	2,0	h
pH	4,0	5,0	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla I.2

Coeficiente de regresión para el rendimiento (%)

Coeficiente	Estimado
Constante	-1,916570
A: Concentración del solvente	0,0312367
B: Tiempo de maceración	1,1445300
C: pH	0,4308670
AB	-0,0144267
AC	-0,0062933
BC	-0,2331670
ABC	0,0029166

Fuente: Elaboración propia

Tabla I.3

Rendimiento de extracto concentrado de betalaínas de remolacha

Combinaciones	A concentración de solvente	B tiempo de maceración	C pH	Réplica I	Réplica II	Réplica III	Total Yi
(1)	70	2	5	0,226	0,247	0,130	0,2009
a	50	2	5	0,168	0,240	0,190	0,1993
b	70	1	5	0,216	0,195	0,223	0,2114
c	50	1	5	0,249	0,182	0,207	0,2127
ab	70	2	4	0,196	0,221	0,389	0,2686
ac	50	2	4	0,334	0,266	0,173	0,2576
bc	70	1	4	0,270	0,216	0,264	0,2500
abc	50	1	4	0,120	0,172	0,259	0,1841

Fuente: Elaboración propia

Tabla I.4

Análisis de Varianza para el rendimiento del extracto concentrado de betalaínas

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrado medio (CM)	Fcal	Ftab
Factor: a	0,0022310	1	0,00223108	0,53	0,4801
Factor: b	0,0017716	1	0,00177160	0,42	0,5284
Factor: c	0,0069292	1	0,00692920	1,63	0,2218
Interacción: ab	0,0010166	1	0,00101660	0,24	0,6319
Interacción: ac	0,002208	1	0,00220800	0,52	0,4823
Interacción: bc	0,0050750	1	0,00507504	1,20	0,2923
Interacción: abc	0,0012760	1	0,00127604	0,30	0,5919
Error total	0,0593367	14	0,00423834	-	-
Total	0,0804077	23	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra los valores estadísticos para el análisis de varianza de las variables en la etapa de extracción de *betalaínas* donde:

R-cuadrada = 26,2052 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 porciento

PRESS = 0,174377

R-cuadrado (predicho) = 0,0 porciento

Error estándar del est. = 0,0651025

Error absoluto medio = 0,0394667

Estadístico Durbin-Watson = 2,29649 (P=0,6133)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,232208

Tabla I.5

Resultados Estimados para rendimiento de extracto de betalaínas

Fila	Observados Valores	Ajustados Valores	Inferior 95,0% para Media	Superior 95,0% para Media
1	0,120	0,183200	0,0930684	0,273332
2	0,270	0,249267	0,159135	0,339398
3	0,334	0,257067	0,166935	0,347198
4	0,196	0,267933	0,177802	0,358065
5	0,249	0,212067	0,121935	0,302198
6	0,216	0,210600	0,120468	0,300732
7	0,168	0,198600	0,108468	0,288732
8	0,226	0,200267	0,110135	0,290398
9	0,173	0,178400	0,0882684	0,268532
10	0,216	0,244467	0,154335	0,334598
11	0,266	0,252267	0,162135	0,342398
12	0,221	0,263133	0,173002	0,353265
13	0,182	0,207267	0,117135	0,297398
14	0,195	0,205800	0,115668	0,295932
15	0,240	0,193800	0,103668	0,283932
16	0,247	0,195467	0,105335	0,285598
17	0,259	0,190200	0,100068	0,280332
18	0,264	0,256267	0,166135	0,346398
19	0,173	0,264067	0,173935	0,354198
20	0,389	0,274933	0,184802	0,365065
21	0,207	0,219067	0,128935	0,309198
22	0,223	0,217600	0,127468	0,307732
23	0,190	0,205600	0,115468	0,295732
24	0,130	0,207267	0,117135	0,297398

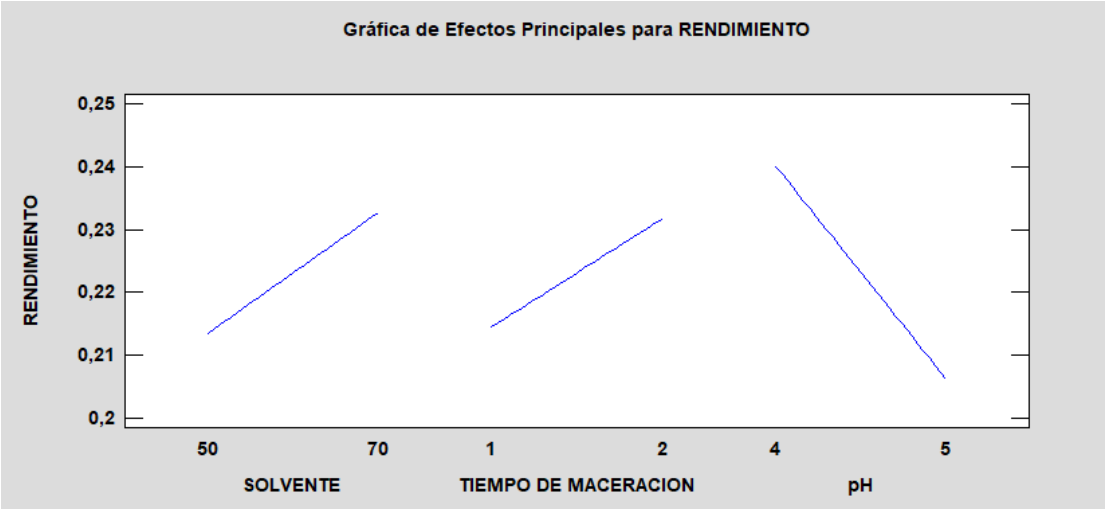
Fuente: Elaboración propia

Tabla I.6

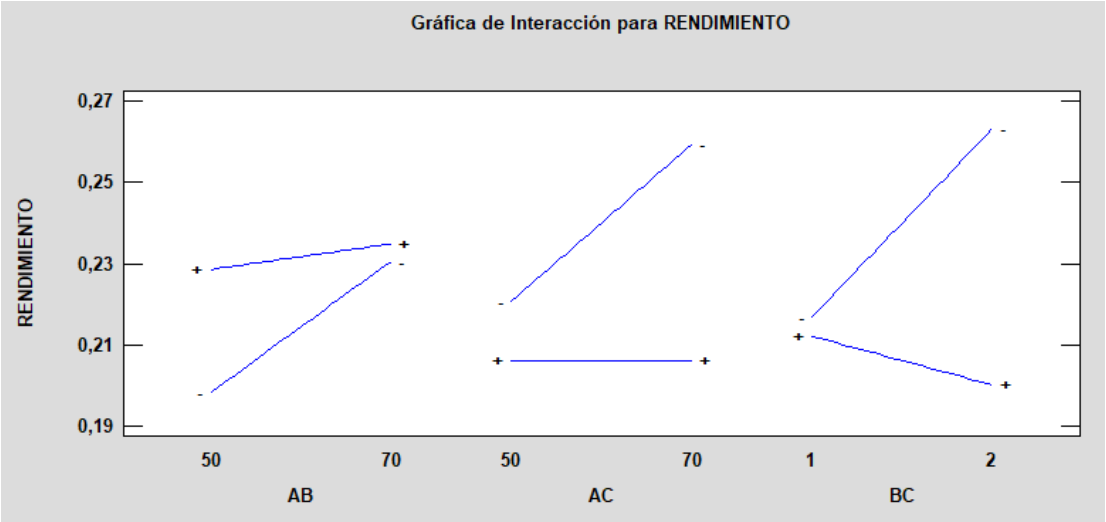
Optimizar Respuesta

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Concentración de solvente	50,0	70,0	70,0
Tiempo de maceración	1,0	2,0	2,0
pH	4,0	5,0	4,0

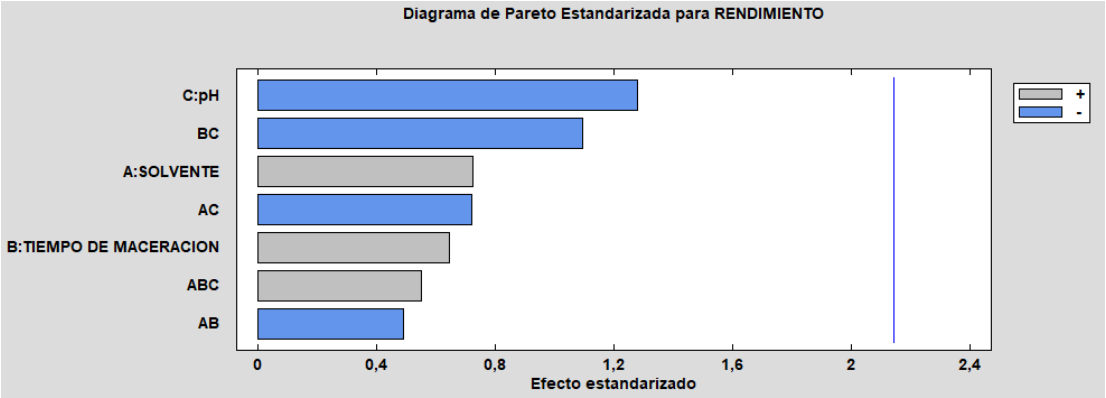
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia
Figura I.1: Efectos principales para el rendimiento

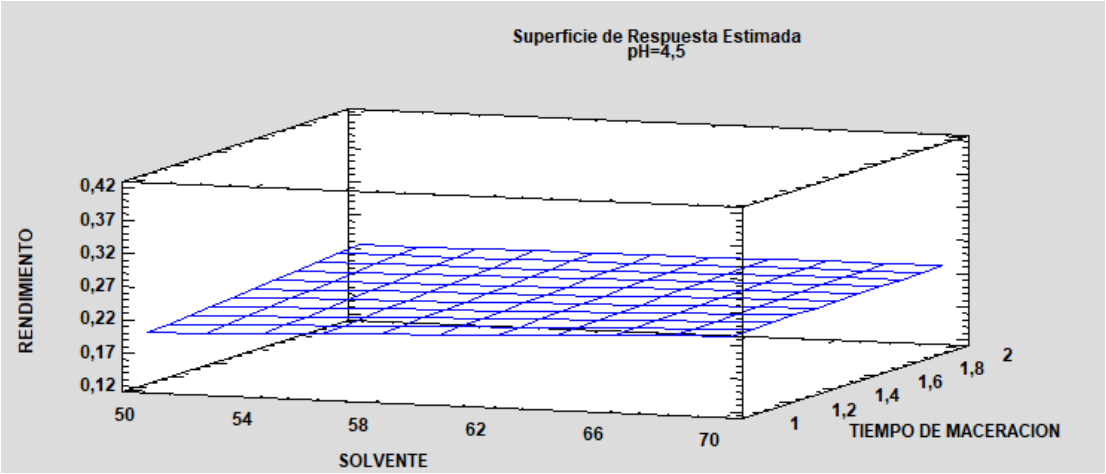


Fuente: Elaboración propia
Figura I.2: Interacción para el rendimiento



Fuente: Elaboración propia

Figura I.3: Diagrama de Pareto estandarizada para el rendimiento



Fuente: Elaboración propia

Figura I.4: Resultados estimados para el porcentaje del rendimiento