



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

UNT

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROINDUSTRIAL

“Efecto de la concentración de NaOH y tiempo de agitación sobre el índice de blancura del almidón extraído a partir de semilla de palta (*Persea Americana Mill*) variedad fuerte”

“Effect of NaOH concentration and stirring time on the whiteness index of starch extracted from avocado seed (*Persea Americana Mill*) strong variety”

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTOR: Br. Vásquez Saavedra Evelyn Jannet

ASESOR: MSc. Barraza Jáuregui Gabriela del Carmen

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este triunfo se lo dedico a Dios por haberme acompañado en el día a día y por haberme hecho fuerte ante las adversidades que tuve que pasar, esto me enseño que ante los momentos menos favorables siempre existe la manera de verlos desde otra perspectiva y sacarle provecho. Sé que siempre caminaré de su mano porque con él puedo todo.

Le dedico el presente trabajo a mis padres; María Saavedra y Víctor Vásquez por haberme apoyado moralmente y económicamente en la culminación de mis estudios, también por haberme formado como una persona noble, de buenas costumbres y valores. Sé que gracias a su amor me han enseñado a ser la persona que soy hoy con principios, valores, perseverancia y empeño.

También quiero dedicarles este trabajo a mis hermanos por haberme escuchado, distraído y cuidado en los momentos malos y en los menos malos que pase junto a ellos. Los quiero y son muy importantes en mi vida, juntos aprendimos a reflexionar ante los tropiezos de los cuales salimos triunfadores.

**“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NaOH Y TIEMPO DE AGITACIÓN
SOBRE EL ÍNDICE DE BLANCURA DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO A PARTIR DE
SEMILLA DE PALTA (*Persea americana* Mill) VARIEDAD FUERTE”**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

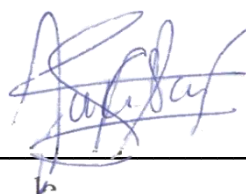
Presentado por:

Br. VÁSQUEZ SAAVEDRA EVELYN JANNET

Sustentada y aprobada, ante el siguiente Jurado:



**MSc. Leslie Cristina Lescano Bocanegra
PRESIDENTE**



**MSc. Jesús Alexander Sánchez Gonzáles
SECRETARIO**



**MSc. Julio César Rojas Naccha
MIEMBRO**



**MSc. Gabriela del Carmen Barraza Jáuregui
ASESOR**

AGRADECIMIENTO

A mi asesora MS. Barraza Jáuregui, Gabriela del Carmen por su paciencia durante las correcciones y por resolver mis dudas sobre todo en la parte experimental de mi investigación.

A mi familia por su apoyo constante y sus palabras de aliento para continuar esforzándome y alcanzar todas mis metas.

A mis docentes por compartir sus conocimientos prácticos y teóricos, también por haberme formado como profesional a lo largo de estos cinco años de estudios.

A mis amigas por acompañarme durante las traspasadas que pasamos estudiando para salir triunfadoras a fin de cada ciclo universitario, también les agradezco por las risas, bromas, situaciones de alegría y estrés que pasamos, todos los momentos vividos junto a ustedes jamás los olvidare.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	3
2.1.1. Diseño metodológico	3
2.1.2. Extracción de almidón a partir de semilla de palta	4
2.1.3. Métodos de análisis	5
2.1.3.1. Determinación de proteína	5
2.1.3.2. Determinación de humedad	5
2.1.3.3. Determinación de grasa	6
2.1.3.4. Determinación del contenido de almidón	6
2.1.3.5. Índice de blancura	6
2.1.4. Método estadístico	7
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
IV. CONCLUSIONES	16
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
VI. ANEXOS	23

RESUMEN

El almidón desempeña un papel importante en el suministro de energía para nuestras actividades diarias, ya que representa el carbohidrato principal en la mayoría de las plantas, también tiene una amplia aplicación en industrias alimentarias y no alimentarias, se ha utilizado como insumo en industrias como la de papelería, textil, adhesivos, cosmética, farmacéutica y de la construcción. El presente trabajo se basó en evaluar el efecto de la concentración de NaOH y tiempo de agitación en el índice de blancura del almidón aislado de semilla de palta variedad fuerte. Se utilizó la metodología DCCR, que incluyeron 4 puntos factoriales (2^2), 4 puntos axiales (-1.41 y +1.41) y 5 puntos centrales, haciendo un total de 13 tratamientos. Se encontró efecto significativo entre los tratamientos para el índice de blancura, con valores superiores a 90, en el rango entre 93.38 % (T6: 0.010 N y 75 min) a 95.01% (T2: 0.002 N y 107 min). El ANOVA del modelo cuadrático fue significativo ($p < 0.05$) para índice de blancura, con valores de R^2 y R^2 -ajustado de 89.6% y 82.2% respectivamente. Se evidenció que estadísticamente solo la concentración de NaOH genera mayor cambio en el índice de blancura al incrementar o disminuir su concentración en el proceso de purificación, efecto contrario se observó para el tiempo de agitación. Con las combinaciones óptimas estimadas de concentración de NaOH (0.0025 N) y tiempo de agitación (43 min) se logró predecir el índice de blancura del almidón de 94.95%. Se validaron los parámetros óptimos del modelo cuadrático con tres corridas experimentales y se obtuvo un índice de blancura de $94.93 \pm 0.10\%$, los cuales se encontraron dentro del intervalo de predicción al 95%, con valores de desviación menores al 1%. Se realizó un análisis químico del almidón extraído con los parámetros óptimos, obteniéndose; $0.59 \pm 0.02\%$ de proteína, $15.48 \pm 0.06\%$ de humedad, $0.23 \pm 0.01\%$ de grasa y $98.57 \pm 0.06\%$ de almidón, lo que indicó que el aislamiento de almidón de las semillas de palta fue exitoso, principalmente debido a su alta pureza y al bajo contenido de proteínas y grasas

Palabras clave: DCCR, Purificación, coeficiente de determinación (R^2 y R^2 -ajustado), Índice de blancura, semilla de palta, almidón.

ABSTRACT

Starch plays an important role in supplying energy for our daily activities, as it represents the main carbohydrate in most plants, it also has a wide application in food and non-food industries, it has been used as an input in industries such as stationery, textiles, adhesives, cosmetics, pharmaceuticals and construction. The present work was based on evaluating the effect of NaOH concentration and agitation time on the whiteness index of starch isolated from strong variety avocado seed. The DCCR methodology was used, which included 4 factorial points (2^2), 4 axial points (-1.41 and +1.41) and 5 central points, making a total of 13 treatments. A significant effect was found between the treatments for the whiteness index, with values greater than 90, in the range between 93.38% (T6: 0.010 N and 75 min) to 95.01% (T2: 0.002 N and 107 min). The ANOVA of the quadratic model was significant ($p < 0.05$) for the whiteness index, with values of R^2 and R^2 - adjusted of 89.6% and 82.2% respectively. It was evidenced that statistically only the concentration of NaOH generates a greater change in the whiteness index by increasing or decreasing its concentration in the purification process, the opposite effect was observed for the agitation time. With the estimated optimal combinations of NaOH concentration (0.0025 N) and stirring time (43 min), it was possible to predict the starch whiteness index of 94.95%. The optimal parameters of the quadratic model were validated with three experimental runs and a whiteness index of $94.93 \pm 0.10\%$ was obtained, which were found within the 95% prediction interval, with deviation values of less than 1%. A chemical analysis of the extracted starch was carried out with the optimal parameters, obtaining; $0.59 \pm 0.02\%$ protein, $15.48 \pm 0.06\%$ moisture, $0.23 \pm 0.01\%$ fat and $98.57 \pm 0.06\%$ starch, indicating that the starch isolation from avocado seeds was successful, mainly due to its high purity and low protein and fat content.

Keywords: DCCR, Purification, coefficient of determination (R^2 and R^2 -adjusted), Whiteness index, avocado seed, starch.

I. INTRODUCCIÓN

Se considera que la producción global de residuos agroindustriales alcanza los 1300 millones de toneladas por año, considerando que 1/3 de los alimentos generalmente dirigidos al consumo humano se desperdicia, bien sea como desperdicio después del procesamiento o como pérdida en la cadena productiva (Martins et al., 2022). La palta se consume principalmente como fruta fresca, pero algunas otras aplicaciones son ampliamente conocidas para la pulpa, como salsa, helado, aceite y mascarillas faciales. Por otro lado, la semilla de la palta es un subproducto que constituye alrededor del 15% del peso total del producto infrautilizado y representa costos de gestión de residuos (Esquivel et al., 2022)

Las semillas están constituidas principalmente por agua alrededor del 50 %, almidón hasta un 29 %, fibra de aproximadamente 3 %, proteína 2,5 %, azúcar 2,5 % y por último ceniza de 1,4 %, entre otros componentes. (De Dios Avila et al., 2022). El almidón también se puede extraer de residuos agroindustriales como las semillas de frutas, en su mayoría derivados como ingredientes para piensos y fertilizantes, considerados como una potencial fuente alternativa de almidón y actualmente se está desarrollando nuevas técnicas de aislamiento de almidón para hacerle frente al incremento de la demanda de almidón en el mercado, por ello se está enfocando obtenerlos a partir de desechos, ya que en su procesamiento se generan residuos que representan el 21-30% del peso seco de la fruta y de estos, las semillas representan el 16% (Hüttner et al., 2020).

El almidón es un hidrocoloide multifuncional, seguro, económico y posiblemente el más común en la industria alimentaria. Actúa como espesante, texturizador, estabilizador y relleno, además de ser una fuente de energía, por lo que se considera un ingrediente útil en la elaboración de alimentos. Las principales fuentes de almidón son los cereales, raíces, tubérculos, algunas semillas de frutas y verduras (Majzoobi y Farahnaky, 2021)

El almidón extraído de diferentes fuentes botánicas a nivel molecular consiste en dos polisacáridos principalmente conyituido por cadenas de amilosa y

amilopectina, los cuales pueden aislar por fraccionamiento algunos componentes menores como lípidos y proteínas. La amilosa, que es esencialmente un polímero lineal, constituye entre el 15% al 20% de almidón, y la amilopectina, es el componente principal del polisacárido y se encuentra en forma ramificada (Villaruel et al., 2018).

Los almidones se pueden obtener mediante distintos métodos de aislamiento, como la extracción en húmedo, el cual consiste en la reducción de tamaño de la materia prima por medio de molienda con solución de bisulfito de sodio y retirando componentes como la fibra y proteínas, posteriormente se elimina con agua mediante la decantación y se lava el material sedimentado las veces que sean necesarias, finalmente se somete al almidón a purificación mediante el empleo de soluciones alcalinas con hidróxido de sodio (Nizama, 2021).

El almidón sin un proceso de purificación contiene elevadas fracciones de impurezas como proteínas, lípidos y minerales, que podrían intervenir en las propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón, por ello se busca utilizar reactivos que puedan eliminar impurezas en bajos niveles y así no tengan efectos negativos en el almidón (Guevara y Coello, 2022) el más eficaz en la eliminación de impurezas en la superficie de los gránulos del almidón es NaOH. Los objetivos de la investigación fueron evaluar el efecto de la concentración de NaOH y tiempo de agitación en el índice de blancura del almidón de semilla de palta variedad fuerte, determinar los parámetros óptimos de NaOH y tiempo de agitación, por último, realizar un análisis químico al almidón obtenido con el tratamiento óptimo. Los resultados proporcionarán a futuras investigaciones nuevos parámetros que permiten determinar la purificación adecuada del almidón extraído a partir de semilla de palta variedad fuerte.

II. METODOLOGÍA

2.1.1. Diseño metodológico

Se construyó un DCCR (Diseño Central Compuesto Rotacional) de tipo $2^2+2*2+5pc$. Se generó 4 puntos factoriales (2^2), 4 puntos axiales (-1.41 y +1.41) y 5 puntos centrales, haciendo un total de 13 tratamientos.

Tabla 1

Niveles de concentración de NaOH y tiempo de agitación

VARIABLE	NIVEL				
	-1.41	-1	0	+1	+1.41
Concentración de NaOH (N)	0.001	0.002	0.006	0.009	0.010
Tiempo de Agitación (min)	30	43	75	107	120

Nota. En la Tabla se muestra que el valor $\alpha=\pm 1.41$ se utilizó en el cálculo de los puntos axiales para las dos variables en estudio. Los valores reales para 0 y ± 1 se interpolaron

Tabla 2

Planteamiento DCCR para la purificación del almidón

Tratamientos	C	t	NaOH (N)	tiempo de agitación (min)	Índice de blancura (W%)
T1	-1	-1	0.002	43	
T2	-1	+1	0.002	107	
T3	+1	-1	0.009	43	
T4	+1	+1	0.009	107	
T5	-1.41	0	0.001	75	
T6	+1.41	0	0.010	75	
T7	0	-1.41	0.006	30	
T8	0	+1.41	0.006	120	
T9	0	0	0.006	75	
T10	0	0	0.006	75	
T11	0	0	0.006	75	
T12	0	0	0.006	75	
T13	0	0	0.006	75	

Nota. En la tabla se observa la matriz experimental que se construyó con los rangos de cada variable

2.1.2. Extracción de almidón a partir de semilla de palta

Se recepcionó las semillas de palta variedad fuerte, las cuales procedieron del distrito de Chao de la provincia de Virú, Región La Libertad, seleccionándose las semillas de palta con no más de un día de haber sido separadas de la pulpa y en buen estado.

Se realizó el lavado de las semillas, con agua potable para facilitar la eliminación de impurezas adheridas a las semillas de paltas, luego de forma manual se procedió con el pelado, utilizando un cuchillo de acero inoxidable, con el propósito de retirar la cáscara de la semilla de palta. Las semillas se cortaron en pequeños cubos de 1x1 cm, luego se procedió a la primera molienda (licuadora industrial, marca Metal Mecánica Agroindustrial, Perú) por 3 minutos en una relación de bisulfito de sodio de 0.3% con la finalidad de inhibir el pardeamiento enzimático.

El primer filtrado se realizó con un tamiz N°140 (serie ASTM) de abertura de malla 106 μm , con la finalidad de eliminar la fibra, luego se realizó una segunda molienda por 3 minutos, de la fibra obtenida del filtrado 1, suspendiendo la fibra obtenida en agua con una relación de agua: fibra con almidón 2:1.

La primera decantación se realizó por 24 horas y al cumplir el tiempo se eliminó cuidadosamente el sobrenadante, luego para la segunda decantación se preparó una suspensión con el almidón sedimentado 2:1 (agua: almidón). Se mezcló y dejó sedimentar por 2 horas, luego se eliminó el sobrenadante y se refrigeró (congeladora, marca Coldex, modelo CH10P, Perú) para evitar la oxidación del almidón.

En la purificación del almidón se pesó (balanza analítica, marca AND, modelo GR-200, Perú) almidón refrigerado y se le adicionó las soluciones de NaOH en relación de 2:1 (solución de NaOH: Almidón crudo), manteniéndolos en agitación (Agitador Magnetic Stirrer MMS-3000, marca Boeco, Germany)

constante a una velocidad de agitación de 300 rpm, según los tratamientos planteados en la metodología experimental de la tabla 2, luego se adicionó 25 ml de alcohol de 96° a todas las muestras con la finalidad de facilitar la precipitación del almidón.

Se neutralizó con HCl (1M) hasta obtener un pH de 6.5 (pH-metro digital, modelo Handylab100, Perú) para todas las muestras, luego se preparó una suspensión con el almidón purificado 2:1 (agua destilada: almidón). Se vertió en tubos de Falcon para ser centrifugados (centrifuga, marca Orto Alresa, Perú) por un tiempo de 10 minutos a 5 rpm, luego se descartó el sobrenadante y se lavó hasta eliminar impurezas.

El almidón sedimentado se colocó en vasos de plástico resistentes, con un espesor de 0.5 cm, las cuales se sometieron a un proceso de secado (estufa modelo Labofuga, marca Heraeus Sepatech Perú) con circulación de aire forzado a $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Posteriormente se procedió a moler en un mortero con pilón y se tamizó en un tamiz N° 200 (serie ASTM) de abertura de malla 75 μm .

2.1.3. Métodos de análisis

2.1.3.1. Determinación de proteína

El contenido de proteínas se determinó utilizando el método oficial Kjeldahl empleando el factor de conversión 6.25 (AOAC Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis, 2000)

2.1.3.2. Determinación de humedad

Se logró determinar la humedad utilizando un analizador de humedad-halógeno, modelo MX-50 A y D Company, Japón.

2.1.3.3. Determinación de grasa

En una canastilla se pesó el almidón, luego se colocó en el cuerpo del Soxhlet y se agregó alcohol de 96° hasta que una parte del mismo fue sifoneado hacia el balón, el cual se conectó a una cocina a temperatura baja. El alcohol al calentarse se evaporó y ascendió hacia la parte superior del cuerpo donde se condensó por refrigeración con agua y cayó sobre la muestra, retornando posteriormente al balón por el sifón, arrastrando consigo la grasa. El proceso duró aproximadamente 4 horas, se retiró la canastilla y se colocó en la estufa a 38 °C durante 24 horas, el alcohol resultante en el balón se evaporó en caliente, Se pesó y determinó la grasa total en base seca (Barraza, 2016).

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{peso grasa (100-humedad)}}{M} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

2.1.3.4. Determinación del contenido de almidón

Se pesó 0.50 gramos de almidón y transfirió a un matraz volumétrico de 100 ml, luego se agregó 25 ml de agua destilada y 10 ml de NaOH (2N), a la solución en el matraz se sometió cocción durante 20 minutos, revolviendo suavemente y periódicamente, luego se agregó 10 ml de HCL (2N) y se agitó el matraz, se dejó enfriar por debajo de 50°C. La determinación de almidón total se realizó en un analizador de bioquímica de la serie YSI 2900, England calibrándolo previamente con 2.50 g/L solución estándar de glucosa y se procedió con la medición de la muestra, al valor obtenido se multiplicó por el factor de conversión de 0.9 para el almidón (YSI Life Sciences , 2020).

2.1.3.5. Índice de blancura

El color del almidón de semilla de palta variedad fuerte se midió utilizando el espectrofotómetro-colorímetro (CM- 5Konica Minolta, marca Sensing inc., Japón). Se empleó la Escala CIEL, en donde L* va desde 0 (negro) hasta 100 (blanco), a* desde -a (verde) hasta +a (rojo), y b* desde -b (azul)

hasta +b (amarillo). La medición se realizó por triplicado. A partir de los datos, el índice de blancura (WI) se calculó de acuerdo a la ecuación 4 (Hsu et ál., 2003).

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2} \dots \dots \dots (4)$$

2.1.4. Método estadístico

Los resultados fueron analizados empleando el diseño estadístico central compuesto rotacional (DCCR) empleando el software estadístico JMP-SAS 11. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar los factores del modelo que resultaron ser significativos ($p < 0.05$), teniendo como indicadores al coeficiente de determinación (R^2) y coeficiente de determinación ajustado (R^2 -ajustado) debiendo ser estos mayores o iguales al 0.85 y 0.70, respectivamente; además, la falta de ajuste fue evaluada. Al cumplirse con estos supuestos se elaboró las superficies de respuesta y de contornos, con la finalidad de visualizar de una manera global el efecto de los factores y determinar de esta manera la región óptima para la variable respuesta en estudio; posteriormente para la optimización se utilizó el criterio de deseabilidad (debiendo ser cercano a 1).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3

Parámetros de color e índice de blancura del almidón de la semilla de palta

Tratamientos	NaOH (N)	Tiempo (min)	L*	a*	b*	Índice de blancura (W%)
T1	0.002	43.00	95.43	0.64	2.34	94.83
T2	0.002	107.00	94.82	1.06	3.41	95.01
T3	0.009	43.00	95.69	0.59	2.45	93.71
T4	0.009	107.00	95.21	0.72	3.47	94.04
T5	0.001	75.00	95.50	0.80	2.68	94.70
T6	0.010	75.00	94.82	0.89	4.02	93.38
T7	0.006	30.00	95.47	0.70	2.10	94.96
T8	0.006	120.00	95.31	0.79	2.86	94.45
T9	0.006	75.00	95.38	0.77	2.72	94.58
T10	0.006	75.00	95.36	0.85	2.85	94.49
T11	0.006	75.00	95.55	0.64	2.57	94.82
T12	0.006	75.00	95.40	0.70	2.71	94.62
T13	0.006	75.00	95.53	0.43	2.44	94.89

Nota. En la tabla se muestran los valores de los parámetros de índice de blancura y color del almidón de semilla de palta variedad fuerte con los 13 tratamientos plantados en el diseño metodológico.

La luminosidad L* varía de cero (negro) a 100 (blanco), pasando por los grises (Larrauri y Saura, 2001) en los datos obtenidos de la tabla 3 se observa que las luminosidades del almidón de semilla de palta estuvieron entre 94.82 a 95.69, muy cercanos al 100, es decir que se acercó al blanco, además para Lee y Young (2016) el almidón de camote de pulpa blanca presentó un L* de 95.87 ± 0.09 , muy similar a lo reportado por Palomino (2018) que osciló entre 95.06 a 96.06 para almidones de papa, del mismo modo Leguía (2017) reporta valores entre 94.45 a 95.60 para los almidones de papas nativas, sin embargo para Jiménez et al. (2022) la luminosidad del almidón de semilla de palta L* fue de 73.02 ± 0.48 , lo cual se pudo deber a las condiciones de extracción del almidón.

El croma a* permite conocer la variación del color en una escala de verde (-60) a rojo (+60), por otra parte, el croma b*, describe la escala de azul (-60) a amarillo (+60)

(Larrauri y Saura, 2001) se aprecia en la tabla 3 que el croma a^* oscila entre 0.43 a 1.06, tendiendo al espacio positivo, es decir ligeramente rojo, análogamente al analizar el componente b^* , se aprecia que este oscila entre 2.10 a 4.43, inclinándose al amarillo. Jiménez et al. (2022) reportó valores de croma de a^* de 12.47 ± 0.13 , mientras que b^* fue de 31.58 ± 0.27 para el almidón de semilla de palta, asimismo Barraza et al. (2020) reportaron valores de a^* entre -0.20 a -0.59 y b^* de 2.02 a 3.52, para el almidón de diferentes variedades de papa, otras investigaciones reportan que los valores del croma a^* cuando se acercan a cero (0.04 a 0.50) indicando una tendencia a un color neutro en el almidón de yuca (Joaqui y Villada, 2013) y valores bajos de b^* (1.55 a 3.54) indicaron una ligera tendencia al color amarillo (b^* positivo) en el almidón de camote, probablemente por la presencia de pigmentos amarillos en la pulpa del tubérculo (Cruz et al., 2019) y contenido residual de lípidos y proteínas (Boudries et al., 2009).

Los valores de índice de blancura para los 13 tratamientos estuvieron en rangos de 93.38 % (T6: 0.010 N y 75 min) a 95.01% (T2: 0.002 N y 107 min), los cuales son superiores a lo obtenido para la muestra de almidón sin purificar, de 92.91% y al reportado por Barraza y Siche (2021) con valores superiores a 90, indicando un alto índice de blancura entre 90.86 (T1: 0.009 N; 104 min) a 95.33 (T2: 0.026 N; 104 min) para los almidones de semilla de palta variedad hass, otras investigaciones de Cornelia y Christianti (2018) indican un índice de blancura de 86.81 ± 0.90 % y Tesfaye et al. (2018) reportan un índice de blancura de 78 % para el almidón de semilla de palta.

El valor del color desempeña un papel importante en la calidad y la pureza, así como en muchas aplicaciones en la industria alimentaria. El color del almidón fue determinado a través del índice de blancura W y la luminosidad L^* , los cuales se encontraron por encima de 90% (95.01 y 95.69%) respectivamente es decir tuvo una tendencia alta hacia los blancos, mientras que los parámetros de a^* (0.43 a 1.06) y b^* (2.10 a 4.4) presentaron valores superiores a cero, indicando tendencia ligera al rojo y amarillo respectivamente, Así mismo Sánchez (2004) menciona que los almidones tienen color blanco cuando los parámetros a^* y b^* tienden a cero, incluso los valores altos de L^* reflejan pureza de los almidones, característica que podría mejorar el uso del almidón en aplicaciones alimenticias donde se recomienda la calidad del color (Guo et al., 2019).

Tabla 4*Análisis del modelo estadístico*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Modelo	5	2.678	0.536	12.080	0.003
Residual	7	0.310	0.044		
Falta de ajuste	3	0.197	0.066	2.316	0.217
Error puro	4	0.113	0.028		
Total	12	2.989			
R2			0.896=	89.6%	
R2-ajustado			0.822=	82.2%	

Nota. En la tabla se muestra el valor “p” para modelo estadístico y falta de ajuste, coeficientes de determinación R2 y R2-ajustado

Según Tesfaye et al. (2018) el modelo se puede evaluar a través del valor R2, para que el modelo se ajuste mejor a los datos experimentales, el valor R2 debe estar cerca de 100%, de manera similar Azabache (2015) menciona que modelos idóneos son aquellos que tienen R2-ajustado mayor a 70% y los valores de R2 =90.4% y R2-ajustado = 80.9% son convenientes para la optimización. Los resultados de la tabla 4 revelaron que hubo un alto grado de correlación entre las respuestas predichas y observadas y el modelo en general fue significativo ($p < 0.05$), además el coeficiente de determinación R2 fue de 89.6% y R2-ajustado de 82.2%, por lo que el modelo puede ser empleado para describir el comportamiento del fenómeno en evaluación lo que da como resultado la generación de modelos confiables (Montgomery, 2011).

Tabla 5*Análisis de varianza del modelo*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
NaOH: A	1.957	1	1.957	44.137	0.000
Tiempo: T	0.006	1	0.006	0.126	0.733
A*T	0.006	1	0.006	0.127	0.732
A ²	0.685	1	0.685	15.444	0.006
T ²	0.002	1	0.002	0.055	0.821
Residual	0.310	7	0.044		

Nota. En la tabla se muestra el análisis de varianza (ANOVA) de las variables de estudio (NaOH y Tiempo) en la parte lineal y cuadrática

Utilizando el principio de significancia ($p < 0.05$) se halló que la parte lineal del modelo con significancia fue el factor concentración de NaOH ($p = 0.000$) y la porción cuadrática de concentración de NaOH (A^2) ($p = 0.006$), sin embargo, el tiempo no tuvo un efecto significativo en el modelo, pero se evidenció que empleando una concentración de NaOH de 0.002 N y al aumentar el tiempo de agitación de 43 a 107 min, aumenta el índice de blancura del almidón de 94.83% a 95.01%.

Tabla 6*Análisis de los efectos estimados*

Término	Estimación	Error estándar	t	p
Constante	94.680	0.094	1005.400	0.000
NaOH: A	-0.495	0.074	-6.640	0.000
Tiempo: T	-0.026	0.074	-0.350	0.733
A*T	0.038	0.105	0.360	0.732
A ²	-0.314	0.080	-3.930	0.006
T ²	0.019	0.080	0.230	0.821

Nota. En la tabla se muestra los efectos estimados, de la constante y coeficientes de concentración de NaOH y tiempo de agitación para la construcción del modelo.

La constante del modelo, el coeficiente estimado de concentración de NaOH lineal y el coeficiente estimado de concentración de NaOH (A^2) cuadrático fueron significativos ($p < 0.05$). Además, el coeficiente de NaOH lineal presentó mayor valor t de 6.640 (en valor absoluto) lo que indica que es el factor que genera mayor cambio en el índice de blancura al incrementar o disminuir su concentración. Según Enríquez (2013) el hidróxido de sodio se usa generalmente en el proceso de purificación del almidón, ya que facilita la separación de impurezas. Estudios realizados por Rengsutthi y Charoenrein (2011) sugieren preparar lechadas de deshechos de semillas empleando una concentración de 0.05 N de solución de hidróxido de sodio para la extracción de almidón.

El modelo cuadrático para estimar el óptimo valor de índice de blancura en el almidón de semilla de palta se evidencia en la siguiente ecuación:

$$\text{índice de blancura} = 94.680 - 0.495 * X - 0.026 * Y + 0.038 * X * Y - 0.314 * X^2 + 0.019 * Y^2$$

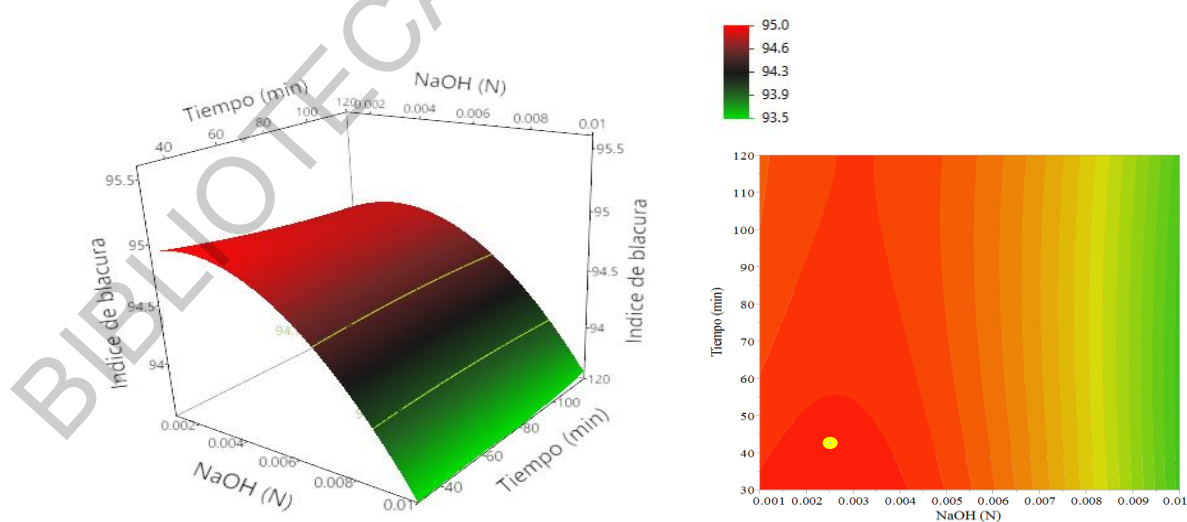
Donde:

X: concentración de NaOH

Y: Tiempo de agitación

Figura 1

Gráfico de superficie respuesta y contornos

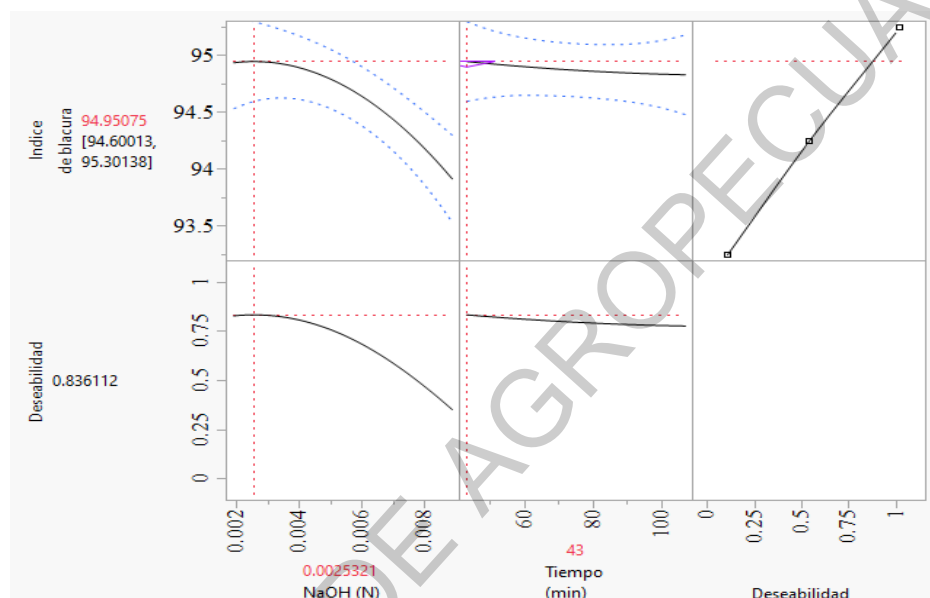


Nota. La figura muestra el gráfico de superficie respuesta y contornos del índice de blancura utilizando el modelo cuadrático

La superficie de respuesta y de contornos indica que en el rango de concentración de NaOH de 0.0015 y 0.0035 N y tiempo de 40 a 50 min el índice de blancura fue mayor de aproximadamente 94.6 a 95.0. Además, al incrementar la concentración de NaOH el índice de blancura presentó tendencia a disminuir, hasta aproximadamente 93.5; con referencia a tiempo el comportamiento es lineal y no se observan cambios considerables al variar de 30 a 120 min.

Figura 2

Gráfico de deseabilidad



Nota. La figura muestra el análisis del gráfico de deseabilidad

La mayor deseabilidad (0.836) indica que el índice de blancura óptimo fue de 94.951% (maximización), con la concentración de NaOH de 0.00253 N y tiempo de 43 min (valores críticos).

Tabla 7

Valores óptimos estimados

Variable	Óptimo
NaOH (N)	0.0025
Tiempo (min)	43.000
Índice de Blancura	94.951

Nota. En la tabla se muestran los parámetros óptimos predichos para la extracción del almidón

Después de validar el modelo se obtuvo un valor de índice de blancura experimental de $94.93 \pm 0.10\%$, a partir de los factores previstos de concentración de 0.0025 N de NaOH y tiempo de agitación de 43 min, cuyo valor se encontró dentro del intervalo de predicción al 95% (94.60 a 95.30%) de la figura 2, encontrándose el valor experimental de validación dentro de esta región, por lo que el modelo tiene buena capacidad de predicción.

Tabla 8

Validación del índice de blancura

Caracterización	T Optimizado
Índice de Blancura (%)	94.93 ± 0.10

Nota. En la tabla se muestra la validación del índice de blancura del almidón obtenido con el tratamiento óptimo

La coloración en almidón de las semillas está influenciada por la alta presencia de compuestos fenólicos en estas que provocan una reacción enzimática de pardeamiento por oxidación (Lubis et al., 2018). Los almidones de semilla de palta con extracción húmeda simple tienden a producir geles opacos debido a su coloración característica, atributo que podría tener potencial en la elaboración de productos que no requieren transparencia, como sopas, salsas y cremas, entre otros (De Dios Avila et al., 2022). En la tabla 8 se muestran los datos de índice de blancura $94.93 \pm 0.10\%$ para el almidón extraído con parámetros óptimos (0.0025 N NaOH y 43 min), valores que coinciden con Barraza y Siche (2021) que encontraron $95.05 \pm 0.86\%$ (0.0059 N NaOH y 73 min) dentro de un intervalo de confianza al 95%, con valores de desviación bastante menores al 1%, otras análisis refuerzan lo mencionado, indican que los almidones de arroz comercial muestran valores entre 86.1 a 93.8% (Marquez et al., 2015), valores entre 95.9 a 96.1% para el almidón de yuca (García et al., 2013) y valores de índice de blancura mayores a 90% que oscilan entre 90.10 a 91.18 % para los almidones de papas nativas (Hanco, 2021), con lo expuesto se demuestra que el almidón de semilla de palta obtenido bajo los parámetros óptimos presenta una alta blancura.

Los factores que influyen en la pureza y color de los almidones son; la filtración de la lechada, el lavado del almidón, los procedimientos de extracción y centrifugación del almidón (Vithu et al., 2020), el color del almidón es un excelente atributo de calidad, además la blancura es un parámetro esencial cuando se requiere determinar sus aplicaciones en las industrias alimentarias (Bustillos et al., 2019).

Tabla 9

Caracterización fisicoquímica del almidón extraído con el tratamiento óptimo

Caracterización	T Optimizado
Proteína (%)	0.59±0.02
Humedad (%)	15.48±0.06
Materia Seca (%)	84.52±0.06
Grasa (%)	0.23±0.01
Almidón en base húmeda (%)	83.31±0.06
Almidón en base seca (%)	98.57±0.06

Nota. En la tabla se muestra la caracterización fisicoquímica del almidón obtenido con el tratamiento óptimo (0.0025 N NaOH y 43 min)

El contenido de almidón fue de 83.31±0.060% en base húmeda y 98.57±0.06% en base seca para el almidón extraído con los parámetros óptimos, valores similares que señalan 91.48% de almidón de semilla de palta en base seca (Cornelia y Christianti, 2018) y 80.7% de almidón de semilla en base húmeda (Denghao y Anil, 2020). El contenido de grasa del almidón fue de 0.23±0.01%, similar a lo reportado por Tamrat et al. (2022) de 0.5% de grasa para el almidón de semilla de palta. Los contenidos de proteína del almidón mostraron valores de 0.59±0.02% muy cercanos a lo reportado por Sánchez (2019) que indica valores de 0.65±0.07% de proteínas para el almidón de semilla de palta variedad Fuerte, también Barraza y Siche (2021) indican valores de 0.20% de proteína para el almidón de semilla de palta variedad hass. El contenido de humedad puede variar de acuerdo al proceso empleado para secar el almidón, el cual varía entre 6 a 16% para diferentes tipos de tubérculos (Moorthy, 2002). En nuestro estudio se muestran valores de humedad de 15.48 ±0.06% para el almidón, congruentes al reportado por Ginting et al. (2018) que indican una humedad de 16.6% para el almidón de semilla de palta, también Rengsutthi y Charoenrein (2011) encontraron un valor de humedad promedio de 10.59%

al analizar el almidón de semillas, asimismo los valores obtenidos son semejantes a lo indicado en la norma técnica peruana para almidones; 12.5% humedad, 0.45% proteína, 0.10% grasa, 99% almidón puro (NTP 209.034, 2013).

IV. CONCLUSIONES

Se determinó el efecto significativo de la concentración de NaOH en el proceso de purificación, por lo que al aumentar este factor el índice de blancura disminuye, obteniéndose almidones de color oscuro, efecto contrario al disminuir la concentración de NaOH se obtiene almidones claros con alto índice de blancura. No se observó efecto significativo para el tiempo de agitación. La significancia se determinó con valores de coeficiente de determinación R^2 de 89.6% y R^2 -ajustado de 82.2%. El análisis de regresión reportó un modelo que puede ser empleado para describir el comportamiento del índice de blancura durante el proceso de extracción del almidón:

$$\begin{aligned} \text{índice de blancura} = & 94.680 - 0.495 * X - 0.026 * Y + \\ & 0.038 * X * Y - 0.314 * X^2 + 0.019 * Y^2 \end{aligned}$$

Se validó el modelo y se obtuvo un valor de índice de blancura experimental de $94.93 \pm 0.10\%$, a partir de los factores previstos de concentración de 0.0025 N de NaOH y tiempo de agitación de 43 min (valores críticos) con la mayor deseabilidad de 0.836, cuyo valor se encontró dentro del intervalo de predicción al 95% (94.60 a 95.30%), por lo que el modelo tiene buena capacidad de predicción.

Se realizó un análisis químico del almidón extraído con parámetros óptimos y se obtuvo; $94.93 \pm 0.10\%$ índice de blancura, $0.59 \pm 0.02\%$ de proteína (base húmeda), $15.48 \pm 0.06\%$ de humedad, $0.23 \pm 0.01\%$ de grasa (base húmeda) y $98.57 \pm 0.06\%$ de almidón (base seca) con valores cercanos a lo reportados para almidón de maíz comercial, por lo que la semilla de palta podría convertirse en una fuente potencial de almidón de alta pureza.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis. (2000). Kjeldahl method. Washington D.C, EE. UU: Official Methods of Analysis.
- Azabache Paredes, R. E. (2015). Optimización del proceso de elaboración de bizcocho utilizando harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*). (*Tesis de grado*). Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7493>
- Barraza Jauregui, G. (2016). *Manual de Laboratorio de Analisis de Productos Agroindustriales*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Barraza Jáuregui, G., & Siche Jara, R. (2021). *Almidón de semilla de palta: Optimización del índice de blancura durante el proceso de extracción*, 11(1). Agroindustrial Science. Obtenido de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience>
- Barraza Jáuregui, G., Soriano Colchado, J., Obregón, J., Martínez, P., Peña, F., Velezmoro, C., . . . Miano, A. C. (2020). Physicochemical, functional and structural properties of starches obtained from five varieties of native potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *18 th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*:. doi:10.18687/LACCEI2020.1.1.623
- Boudries, N., Belhaneche, N., Nadjemi, B., Deroanne, C., Mathlouthi, M., Roger, B., & Sindic, M. (2009). Physicochemical and functional poperties of starches from. *Carbohydrate Polymers*, 78, 475–480. doi:10.1016/j.carbpol.2009.05.010
- Bustillos Rodríguez, J. C., Tirado Gallegos, J. M., Ordóñez García, M., Zamudio Flores, P. B., Ornelas Paz, J., Acosta Muñiz, C. H., . . . Rios Velasco, C. (2019). Physicochemical , thermal and rheological properties. *Food Sci. Technol*, 39(1). doi:10.1590/fst.28117
- Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias . (2013_24 de agosto). *Nóрма técnica peruana NTP 209.064*. INDECOPI. Obtenido de <https://www.gob.pe/indecopi>
- Cornelia, A., & Christiani, A. (2018). Utilization of modified starch from avocado (*Persea americana*Mill.) seed in cream soup production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 102, 9. doi:10.1088/1755-1315/102/1/012074

- Cruz Tirado, J. P., Vejarano, R., Tapia Blácido, D. R., Barraza Jáuregui, G., & Siche, R. (2019). Biodegradable foam tray based on starches isolated from different Peruvian species. *International Journal of Biological Macromolecules*, 125, 800-807. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.12.111
- De Dios Avila, N., Tirado Gallegos, J. M., Rios Velasco, C., Luna Esquivel, G., Isiordia Aquino, N., Zamudio Flores, P. B., . . . Cambero Campos, O. J. (2022). Características Moleculares y Propiedades Funcionales en Agroalimentación. *Physicochemical, Structural, Thermal and Rheological Properties of Flour and Starch Isolated from Avocado Seeds of Landrace and Hass Cultivars*, 27(3). doi:10.3390/molecules27030910
- Denghao, F., & Anil N., N. (2020). Green composites based on avocado seed starch and nano- and micro-scale cellulose. *Polymer Composites*. doi:10.1002/pc.25739
- Enríquez Pozo, F. M. (2013). Comportamiento del Hidróxido de Sodio y Potasio en Función de La Humedad y Temperatura Ambiental[Tesis, Universidad Central del Ecuador]. *Tesis de grado*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/71899061.pdf>
- Esquivel Fajardo, E., Martinez Ascencio, E., Oseguera Toledo, M., Londoño Restrepo, S., & Rodriguez García, M. (2022). Influence of physicochemical changes of the avocado starch throughout its pasting profile: Combined extraction, Combined extraction. *Carbohydrate Polymers*, 281(119048). doi:10.1016/j.carbpol.2021.119048.
- García, O., Pinzón, M., & Sánchez, L. (2013). Extracción y propiedades funcionales del almidón de yuca, manihot esculenta, variedad ica, como materia prima para la elaboración de películas comestibles. *Alimentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 11(1). doi:10.24054/16927125.v1.n1.2013.382
- Ginting, M., Hasibuan, R., Lubis, M., Alanjani, F., Winoto, F. A., & Siregar, R. C. (2018). Supply of avocado starch (Persea americana mill) as bioplastic material. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 309, 6. doi:10.1088/1757-899X/309/1/012098

- Guevara Freire, D., & Coello Fiallos, D. (2022). Análisis morfométrico de harina, almidón y proteína de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pavón. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(3). doi:10.29312/remexca.v12i3.2599
- Guo, J., Kong, L., Du, B., & Xu, B. (2019). Morphological and physicochemical characterization of starches isolated from chestnuts cultivated in different regions of China. *International Journal of Biological Macromolecules.*, 130. doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.02.126
- Hanco Cayllahua, Y. (2021). Evaluación de las propiedades térmicas en almidones de seis variedades de papas nativas del departamento de puno”. *Tesis de grado*. Universidad Nacional de Julca. Obtenido de <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/163>
- Hsu, C. L., Chen, W., Weng, Y. M., & Tseng, C. Y. (2003). Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chemistry*, 83, 85-89. doi:10.1016/S0308-8146(03)00053-0
- Hüttner Kringel , D., Guerra Dias, Á. R., da Rosa Zavareze, E., & Ávila Gandra, E. (2020). Fruit Wastes as Promising Sources of Starch: Extraction, Properties, and Applications. *Starch*, 72(3-4). doi:10.1002/star.201900200
- Jiménez, R., Sandoval Flores, G., Alvaro Reyna, S., Alemán Castillo, S. E., Santiago Adame, R., & Velázquez, G. (2022). *Extraction of starch from Hass avocado seeds for the preparation of biofilms*, 42(56820). doi:10.1590/fst.56820
- Joaqui, D., & Villada, H. (2013). . Propiedades ópticas y permeabilidad de vapor de agua en películas producidas a partir de almidón. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.*, 11(2), 59-68. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa07.pdf>
- Larrauri García, J. A., & Saura Calixto, F. (2001). Evaluation of CIE-lab colour parameters during the clarification of a sugar syrup from Mesquite pods (*Prosopis Pallida* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 35(4), 385-389. doi:10.1046/j.1365-2621.2000.00394.x

- Lee , B. H., & Young, T. L. (2017). Physicochemical and structural properties of different colored sweet potato starches. *Starch - Stärke*, 69(3-4). doi:10.1002/STAR.201600001
- Leguía Hurtado, R. (2017). Evaluación de las propiedades funcionales, rendimiento de extracción y el color del almidón de cuatro variedades de papa nativa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigenum*). *Tesis de grado*. Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas. Obtenido de <http://repositorio.unajma.edu.pe/handle/123456789/309>
- Lubis, M., Bangun Harahap, M., Hendra. S, M. G., Sartika, M., & Azmi, H. (2018). Production of bioplastic from avocado seed starch reinforced with microcrystalline cellulose from sugar palm fibers with Schweizer's Reagent as Solvent. *Asian Journal of Chemistry*, 30(5). doi:10.14233/ajchem.2018.21155
- Majzoobi, M., & Farahnaky, A. (2021). Granular cold-water swelling starch; properties, preparation and applications, a review. *Food Hydrocolloids*, 111. doi:10.1016/j.foodhyd.2020.106393.
- Marquez, M., Galicia, T., Marquez, R., Quinteros, A., Ruiz, M, M., Gutierrez, N., & Salmerón, O. (2015). Caracterización físicoquímica y térmica de almidón de arroz en el desarrollo de un material de pared para su uso en microencapsulación. (*Tesis de grado*). México. Obtenido de <http://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1004/1351>
- Martins, S. F., Pontes, K. V., Fialho, R. L., & Fakhouri, F. M. (2022). Extraction and characterization of the starch present in the avocado seed (*Persea americana* mill) for future applications. *Journal of Agriculture and Food Research*, 8(100303). doi:10.1016/j.jafr.2022.100303.
- Montgomery, D. (2011). Experimentos con Mezclas. In *Diseño y Análisis de Experimentos Phoenix*, 2. Arizona: LimusaWiley.
- Moorthy, S. N. (2002). Physicochemical and functional properties of tropical Tuber starches: A review. 54(12), 559-592. *Starch-Starke*. doi:10.1002/1521-379X(200212)54:12<559::AID-STAR2222559>3.0.CO;2-F

- Nizama Nole, W. (2021). Técnicas de extracción de almidón de frutas y residuos vegetales. (*Tesis de bachiller*). Universidad Nacional de Frontera, Sullana. Obtenido de <http://repositorio.unf.edu.pe/handle/UNF/125>
- Palomino Mallma, R. E. (2018). Extracción, caracterización funcional y color del almidón de papa nativa de las variedades: Waka waqra, Alq'a wayruru, Phusi k'achun waqachi y Puka viruntus (*Solanum tuberosum* ssp. *andigenum*). *Tesis de grado*. Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas. Obtenido de https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/427/Rommel_Edison_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rengsutthi, K., & Charoenrein, S. (2011). Physico-chemical properties of jackfruit seed starch (*Artocarpus heterophyllus*) and its application as a thickener and stabilizer in chilli sauce. *LWT. Food Science and Technology*, 44(5), 1309–1313. doi:10.1016/j.lwt.2010.12.019
- Sánchez Banda, L. R. (2019). Propiedades químicas, morfológicas y funcionales de almidón de semilla de palta (*Persea americana* Mill.) CV fuerte . (*Tesis de grado*). Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14162>
- Sánchez Rivera, M. M. (2004). Modificación por oxidación del almidón de plátano (*Musa paradisiaca* L.) Y su caracterización parcial. *Tesis de grado*. Instituto Politécnico Nacional, Yautepec, Mexico. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/7300>
- Tamrat Tesfaye, Million Ayele, Magdi Gibril, Eyasu Ferede, Derseh Yilie, L., & Fangong Kong. (2022). Beneficiation of avocado processing industry by-product: A review on future prospect. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 5. doi:10.1016/j.crgsc.2021.100253
- Tesfaye, T., Gibril, M., Sithole, B., Ramjugernath, D., Chavan, R., Chunilall, V., & Gounden, N. (2018). Valorisation of avocado seeds: extraction and characterisation of starch for textile applications. (S. B. Heidelberg, Ed.) *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20(9), 2135-2154. doi:10.1007/s10098-018-1597-0

Villarroel, P., Gómez, C., Vera, C., & Torres, J. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(3), 271–278. doi:10.4067/s0717-75182018000400271

Vithu, P., Sanjaya, K., Dash, K., Rayaguru, K., Kalpana, M. K., & Nedunchezhiyan, M. (2020). Optimization of starch isolation process for sweet potato and characterization of the prepared starch. *Journal of Food Measurement and Characterization*. doi:10.1007/s11694-020-00401-8

YSI Life Sciences. (2020). Food & Beverage Series. *Determination of % Cook in Extruded Cereal Products using chemical solubilization*. Xylem. Obtenido de <https://www.yxi.com/File%20Library/Documents/Application%20Notes/Determination-of-Cook-in-Cereal.pdf>

VI. ANEXOS

Tabla 10

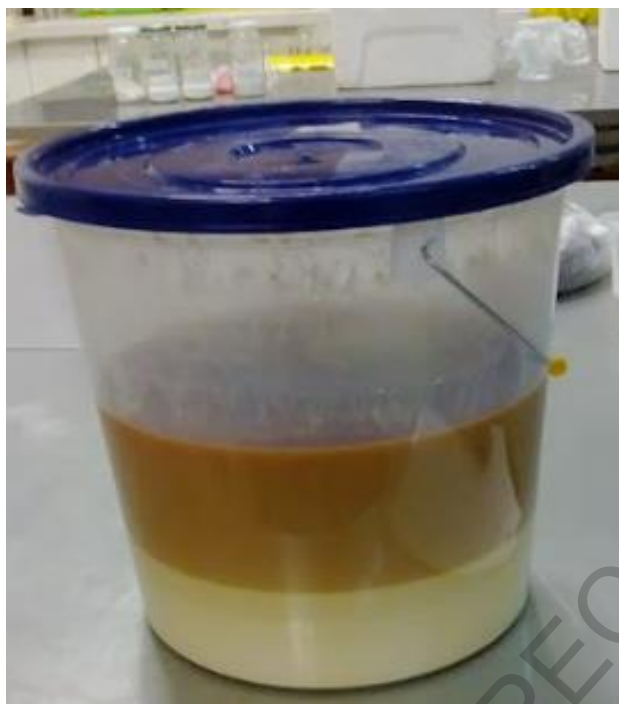
Análisis químico del almidón extraído con parámetros óptimos

Caracterización	TR1 Optimizado	TR2 Optimizado	TR3 Optimizado
Índice de Blancura (%)	94.93	95.03	94.83
Proteína (%)	0.59	0.61	0.57
Humedad (%)	15.41	15.51	15.52
Materia Seca (%)	84.59	84.49	84.48
Grasa (%)	0.23	0.24	0.22
Almidón en base húmeda (%)	83.36	83.25	83.33
Almidón base seca (%)	98.55	98.53	98.64

Nota. En la tabla se muestra el análisis químico del almidón de semilla de palta extraído con los parámetros óptimos alcanzados



Anexo 1. Acondicionamiento de las semillas de palta variedad fuerte



Anexo 2. Decantación del almidón de semillas de palta variedad fuerte



Anexo 3. Lavado del almidón de semillas de palta variedad fuerte



Anexo 4. Tratamientos de purificación del almidón



Anexo 5. Almidón centrifugado



Anexo 6. Molienda del almidón purificado



Anexo 6. Tamizado del almidón purificado



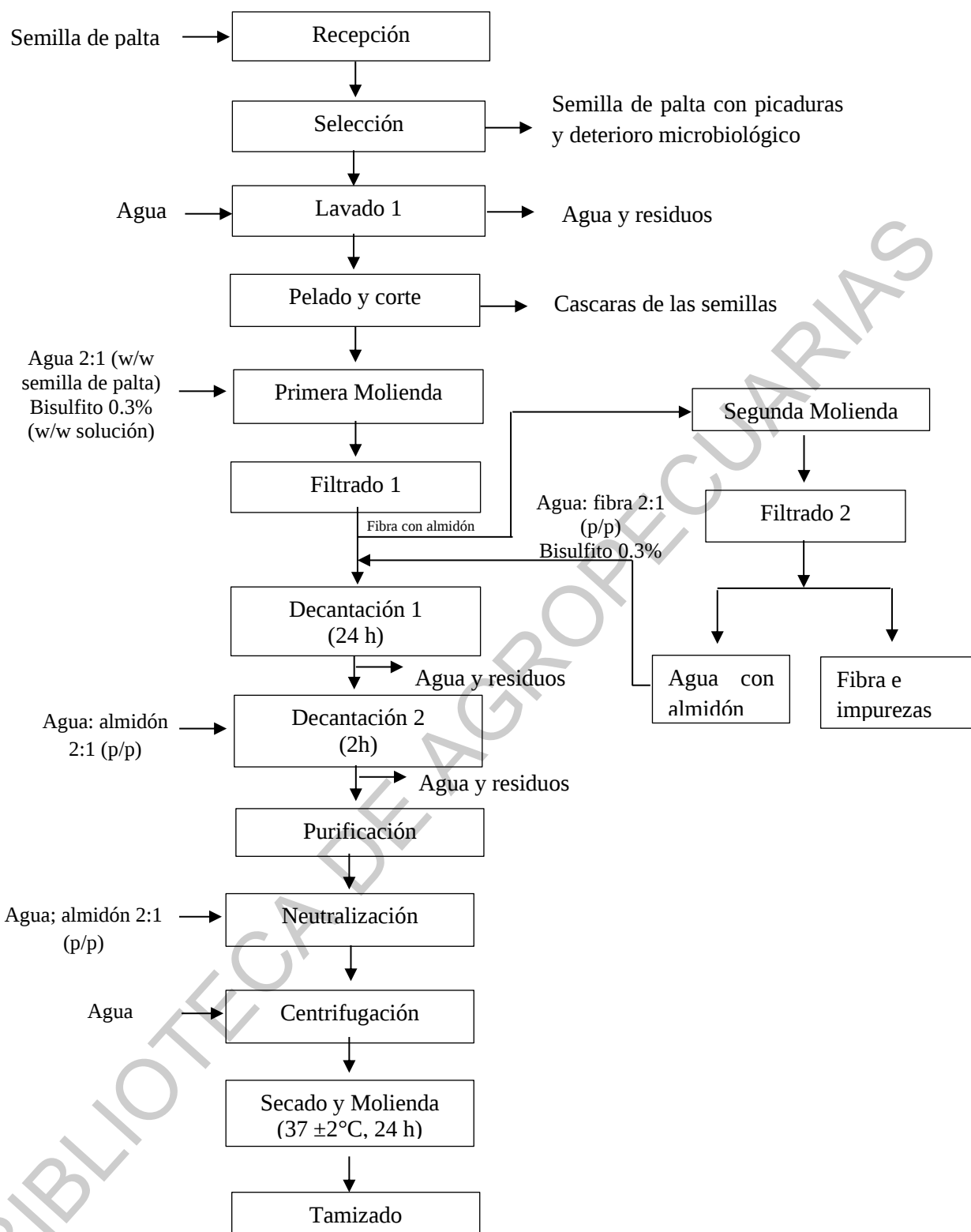
Anexo 7. Muestras de almidón con tratamientos completos



Anexo 8. Sistema de extracción soxhlet



Anexo 9. Analizador de bioquímica de la serie YSI 2900



Anexo 10. Diagrama de flujo de la extracción de almidón a partir de semilla de palta variedad fuerte



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD – CON DEPÓSITO

N° 0069-2023-FAC.CC.AGROP-UNT

1. Investigador: **VÁSQUEZ SAAVEDRA EVELYN JANNET**

DNI: **75366173**

Código: **N°1022400515**

2. Asesor: **Barraza Jáuregui Gabriela del Carmen**

3. Tipo de Investigación: **EXPERIMENTAL**

4. Título de Trabajo de Investigación:

**“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NaOH Y TIEMPO DE AGITACIÓN SOBRE EL
ÍNDICE DE BLANCURA DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLA DE PALTA
(Persea americana Mill) VARIEDAD FUERTE”**

5. Fecha de evaluación: **28 de Octubre de 2023**

6. Software antiplagio: **TURNITIN**

7. Porcentaje de similitud permitido en el informe de originalidad: **hasta el 20 %**

Porcentaje de similitud obtenido	Resultado de evaluación
12%	APROBADO

Trujillo, 28 de Octubre de 2023



M. Sc. CESAR EDUARDO HONORIO JAVES

Presidente de Comité de Ética en Investigación

Facultad de Ciencias Agropecuarias

C.c. Archivo
CCHJ/UMACH


UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
UNT

ESCUELA PROFESIONAL – INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Acta de Sustentación de Tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

En la ciudad de Trujillo, siendo las 10:00 horas, del día lunes 23 de octubre de 2023 se reunió el Jurado conformado por:

Presidente(a):	MSc. Leslie Cristina Lescano Bocanegra
Secretario (a):	MSc. Jesús Alexander Sánchez González
Miembro Vocal:	MSc. Julio César Rojas Naccha
Miembro Asesor:	MSc. Gabriela del Carmen Barraza Jauregui

Para el acto de: (Marcar el que corresponde)

1. (☒) Sustentación la Tesis intitulo:

"EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NaOH Y TIEMPO DE AGITACIÓN SOBRE EL ÍNDICE DE BLANCURA DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLA DE PALTA (*Persea americana* Mill) VARIEDAD FUERTE"

Con el fin de optar al Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial por el graduado:

Br. VASQUEZ SAAVEDRA EVELYN JANNET

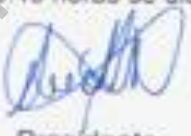
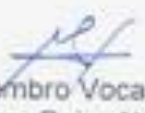
Después de concluido el acto de sustentación y luego de que el (s) mencionado(s) ha dado respuesta a las preguntas respectivas, el Jurado Evaluador, declara:

1. (☒) Aprobado, con mención honrosa. La cual amerita su publicación
2. () Aprobado, por unanimidad
3. () Aprobado, por mayoría
4. () Desaprobado

Según el Art. 17° del Reglamento General para el otorgamiento de Grados y Títulos Profesionales de la Universidad Nacional de Trujillo, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N°076-2021/UNT.

Por lo tanto el Graduado se encuentra expedido (), impedidos () para realizar los trámites correspondientes para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Siendo las 20:45 horas se dio por terminado el acto de sustentación.

 Presidente MSc. Leslie Cristina Lescano Bocanegra	 Secretario Sc. Jesús Alexander Sánchez González
 Miembro Vocal MSc. Julio César Rojas Naccha	 Miembro Asesor MSc. Gabriela del Carmen Barraza Jauregui

F-M01.03.04-ORT/PG-03 – (Rev. 1)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
UNT

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

DECLARACIÓN JURADA

Los AUTORES suscritos en el presente documento DECLARAMOS BAJO JURAMENTO que somos los responsables legales de la calidad y originalidad del contenido del Proyecto de Investigación Científica, así como, del Informe de la Investigación Científica realizado.

TITULO:

"EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NaOH Y TIEMPO DE AGITACIÓN SOBRE EL ÍNDICE DE BLANCURA DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLA DE PALTA (*Persea americana* Mill) VARIEDAD FUERTE"

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CIENTIFICA

PROY DE TRABAJO DE INVESTIGACION
(PREGRADO)

PROYECTO DE TESIS PREGRADO

PROYECTO DE TESIS MAESTRIA

PROYECTO DE TESIS DOCTORADO

()

()

()

()

INFORME FINAL DE INVESTIGACION

CIENTIFICA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

TESIS PREGRADO

TESIS MAESTRÍA

TESIS DOCTORADO

()

(X)

()

()

Equipo Investigador Integrado por:

N°	Apellidos y Nombres	Facultad	Departamento Académico	Categoría Docente Asesor	Código Docente Asesor Número Matrícula del Estudiante	Autor Coautor asesor
01	Br. Evelyn Jannet Vásquez Saavedra	CC.AGROP.	-	Bachiller	1022400515	Autor
02	MSc. Barraza Jáuregui Gabriela del Carmen	CC.AGROP.	Ciencias Agroindustriales	Asociado	5577	Asesor

Trujillo, 14 de septiembre de 2023

FIRMA

75366173
DNI

FIRMA

08715119
DNI

Este formato debe ser llenado, firmado, adjuntado al final del documento del PIC, del Informe de Tesis, Trabajo de Investigación respectivamente.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

UNT

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Este formato debe ser llenado, firmado, adjuntado al final del documento del PIC, del Informe de Tesis, Trabajo de Investigación respectivamente.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACION EN REPOSITORIO DIGITAL RENATI-SUNEDU

Trujillo, 14.... de ...septiembre.... de 2023

Los autores suscritos del INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Titulado:

"EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NaOH Y TIEMPO DE AGITACIÓN SOBRE EL ÍNDICE DE BLANCURA DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLA DE PALTA (*Persea americana* Mill) VARIEDAD FUERTE "

AUTORIZAMOS SU PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL, REPOSITORIO RENATI-SUNEDU, ALICIA-CONCYTEC, CON EL SIGUIENTE TIPO DE ACCESO:

- A. Acceso Abierto:
B. Acceso Restringido
C. No autorizo su Publicación

☒
☐
☐

(datos del autor y resumen del trabajo)

Si eligió la opción restringido o NO autoriza su publicación sírvase justificar _____

ESTUDIANTES DE PREGRADO:
ESTUDIANTES DE POSTGRADO:
DOCENTES:

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ☐
TESIS MAESTRIA ☐
INFORME DE INVESTIGACION ☐

TESIS ☒
TESIS DOCTORADO ☐
OTROS ☐

El equipo investigador Integrado por:

Nº	Apellidos y Nombres	Facultad	CONDICIÓN (NOMBRADO, CONTRATADO, EMÉRITO, estudiante, OTROS)	Código Docente Número Matrícula del Estudiante	Autor Coautor asesor
01	Br. Evelyn Jannet Vásquez saavedra	Ciencias Agropecuarias	----	1022400515	Autor
02	MSc. Barraza Jáuregui Gabriela del Carmen	Ciencias Agropecuarias	Nombrado	5577	Asesora

Br. Evelyn Jannet Vásquez saavedra

DNI: 75366173

MSc. Barraza Jáuregui Gabriela del Carmen

DNI:

'Este formato debe ser llenado, firmado y adjuntado en el Informe de Tesis y/o Trabajo de Investigación respectivamente 'Este formato en el caso de Informe de investigación científica docente debe ser llenado, firmado, scaneado y adjuntado en el sistema de www.picfedu.unitr.edu.pe