



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis

Efecto del deshidratado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del Arroz Pilado en el Distrito de San Hilarión

Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Jack Kleider Santa Cruz Curinambe
<https://orcid.org/0009-0000-6764-3586>

Asesor:

Ing. Mtro Merlin Del Aguila Hidalgo
<https://orcid.org/0000-0002-5727-3873>

Tarapoto, Perú

2025



FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Tesis

Efecto del deshidratado sobre las características físicoquímicas y organolépticas del arroz Pilado en el Distrito de San Hilarión

Para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Presentado por

Jack Kleider Santa Cruz Curinambe

Sustentado y aprobado el 17 de enero del 2025, ante el honorable jurado:

Presidente de Jurado
Ing. Dr. Mario Pezo Gonzales

Secretario de Jurado
Ing. M. Sc. Victor Chappa
Santa María

Vocal
Ing. M. Sc. Ángel Chávez Salazar

Asesor
Ing. Mtro. Merlin del Águila
Hidalgo

Tarapoto, Perú

2025



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CONDUCTENTE A GRADOS
Y TÍTULOS N° 001-2025**

Jurado reconocido con Resolución N° 048-2024-UNSM/FIAI-D.

A las 10:30... horas del día diecisiete de enero del 2025, en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial – Ciudad Universitaria, inició el acto público de sustentación del trabajo de tesis **“EFECTO DEL DESHIDRATADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS EN EL ARROZ PILADO EN EL DISTRITO DE SAN HILARIÓN”**, para optar el título profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, presentado por el Bach. JACK KLEIDER SANTA CRUZ CURINAMBE.

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. Dr. Mario PEZO GONZALES (presidente del jurado), Ing. M. Sc. Victor CHAPPA SANTA MARÍA (secretario), Ing. M. Sc. Angel CHAVEZ SALAZAR (vocal), acompañado por el Ing. Mtro. Merlin DEL AGUILA HIDALGO (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución N° 048-2024-UNSM/FIAI-D.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado evaluador realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, y aclaraciones del asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas, el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue Dieciséis..... (16).

De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es APROBADO y correspondiente a la calificación de Buena..... Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 001-2025 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Firman los integrantes del jurado calificador y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 11:30... horas, el mismo día 17 de enero del 2025.


Ing. Dr. Mario Pezo Gonzales
Presidente


Ing. M. Sc. Victor Chappa Santa María
Secretario


Ing. M. Sc. Angel Chávez Salazar
Vocal


Ing. Mtro. Merlin del Aguila Hidalgo
Asesor


Bach. Jack Kleider Santa Cruz Curinambe
Autor

Declaratoria de autenticidad



Jack Kleider Santa Cruz Curinambe, con DNI N° 74083440, Bachiller de la Escuela Profesional de Agroindustrias - UNSM, autor de la pesquisa: **“Efecto del deshidratado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz Pilado en el Distrito de San Hilarión”**

Me comprometo y me responsabilizo que:

1. El presente trabajo de investigación es autoría propia.
2. Redacción basada en citas y referencias bibliográficas.
3. La pesquisa del documento no es copia de otra investigación.
4. Los resultados encontrados en la pesquisa son originales, considerándose como una contribución para otros trabajos de investigación similares a la variable investigada.

Por todo lo mencionado líneas arriba, doy fe de mi accionar y me someto a cumplir con las normas establecidas de nuestra nación y la normativa vigente de la UNSM.

Tarapoto, 17 de enero del 2025


Jack Kleider Santa Cruz Curinambe
DNI N° 74083440

Ficha de identificación

Título del proyecto Efecto del deshidratado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz Pilado en el Distrito de San Hilarión	Área de investigación: Ciencias agrarias Línea de investigación: Sublínea de investigación: Grupo de investigación: (indicar Resolución) Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/> , Aplicada <input checked="" type="checkbox"/> , Desarrollo experimental <input checked="" type="checkbox"/>
Autor: Jack Kleider Santa cruz Curinambe	Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial https://orcid.org/0009-0000-6764-3586
Asesor: Ing. Mtro. Merlin del Aguila Hidalgo	Dependencia local de soporte: Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Unidad o Laboratorio Ingeniería Agroindustrial https://orcid.org/0000-0002-5727-3873

Dedicatoria

Para el Jack niño, que soñaba con grandes cosas y que no entendía la vida, no entendía que a veces habían días de tanta felicidad y a veces días de mucha tristeza como si el mundo se pusiera negro, tan solo recordar da nostalgia, dedico este proyecto a ese niño, ese niño que a pesar de pasar por muchas cosas a tan temprana edad nunca dejo de sonreír, nunca dejo de soñar, nunca dejó de ser el mismo. En la actualidad estamos sorprendiendo a muchos, y aun así seguimos siendo el mismo.

Agradecimientos

A mis padres, que me brindaron todo el apoyo posible para que este momento se realizara, ellos que a pesar de los momentos difíciles nunca dieron su brazo a torcer y me brindaron todo su apoyo incondicional, agradezco cada momento.

A mis hermanos, todo este esfuerzo es para ellos, que en mi refleje sus ganas de perseverancia y superación, decirles que nunca se rindan y luchen sus metas.

Por último, quiero dar las gracias a cada persona que formaron parte de mi camino durante mi formación. Cada momento compartido fue una oportunidad de aprendizaje, y supe distinguir lo bueno y lo malo y viceversa. Hoy es posible todo esto en agradecimiento a ustedes

Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimientos	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
1.1. Marco general del problema	15
1.2. Objetivos	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de la investigación.....	18
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	34
3.1.1. Ubicación política	34
3.1.2. Ubicación geográfica	34
3.1.3. Periodo de ejecución	34
3.1.4. Autorizaciones y permisos.....	34
3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	34
3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales	34
3.2. Sistema de variables.....	35
3.3. Procedimientos de la investigación	36
3.3.1. Actividades del objetivo específico 1	36
3.3.2. Actividades del objetivo específico 2	37
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. Objetivo específico 1.....	39
4.2. Objetivo específico 2.....	41

	10
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	51
ANEXOS	54

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de variables del objetivo específico 1.....	35
Tabla 2 Descripción de variables del objetivo específico 2.....	36
Tabla 3 Análisis de Varianza para el parámetro de Humedad de grano (%)	41
Tabla 4 Análisis de Varianza para el parámetro de Longitud de grano (%).....	42
Tabla 5 Análisis de Varianza para el parámetro de granos rojos (%).....	43
Tabla 6 Análisis de Varianza para el parámetro de granos tizosos (%).....	44
Tabla 7 Análisis de Varianza para el parámetro de granos dañados (%).....	44
Tabla 8 Análisis de Varianza para el parámetro de mezcla varietal (%).....	45
Tabla 9 Análisis de Varianza para el parámetro de grano quebrado (%)	46
Tabla 10 Análisis de Varianza para el parámetro de material extraño (%).....	47
Tabla 11 Análisis de Varianza para el parámetro de metales pesados (mg/kg)	47

Índice de figuras

Figura 1 Características fisicoquímicas del arroz deshidratado y sin deshidratar.....	39
Figura 2 Características organolépticas del arroz deshidratado y sin deshidratar después del proceso de cocción.....	40
Figura 3 Porcentaje de Humedad de grano. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.	41
Figura 4 Porcentaje de Longitud de grano. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.	42
Figura 5 Porcentaje de granos rojos. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.	43
Figura 6 Porcentaje de grano tizoso. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.	44
Figura 7 Porcentaje de grano dañado. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.	45
Figura 8 Porcentaje de mezcla varietal. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.	45
Figura 9 Grano quebrado. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.....	46
Figura 10 Porcentaje de material extraño. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.	47
Figura 11 Porcentaje de metales pesados. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.	48

RESUMEN

El arroz es un cultivo fundamental y un alimento básico a nivel global, cuya calidad está estrechamente vinculada a los procesos industriales empleados en su procesamiento. En este sentido, el presente estudio tiene como propósito principal analizar el impacto del proceso de deshidratación (añejamiento industrial) en las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz pilado en Agroindustrias San Hilarión. De manera específica, se busca determinar cómo las variables de tiempo y temperatura aplicadas durante el proceso de deshidratado influyen en la calidad final del producto, contribuyendo así a mejorar su aceptación comercial y competitividad en el mercado. Se emplearon tres temperaturas (76°C, 80°C y 82°C) y tres tiempos de exposición (20, 24 y 26 horas), combinando estas variables en un diseño experimental para evaluar su impacto en el arroz pilado. Los análisis realizados muestran que las características fisicoquímicas, como la humedad, el contenido de almidón y la dureza, se mantienen estables dentro de los parámetros establecidos. Sin embargo, las características organolépticas, como el color, el olor y el aspecto, presentan variaciones significativas según la combinación de tiempo y temperatura aplicada. Los resultados obtenidos permiten identificar condiciones óptimas para el proceso de deshidratado, contribuyendo a mejorar la calidad del arroz pilado producido en el distrito de San Hilarión y proporcionando información técnica valiosa para la industria molinera local.

Palabras Clave: Arroz Pilado, deshidratado, tiempo y temperatura, características fisicoquímicas y organolépticas.

ABSTRACT

Rice is one of the main crops and staple foods worldwide, and its quality depends to a great extent on the industrial processes applied during its processing. In this context, the main objective of this study is to analyze the impact of the dehydration process (industrial aging) on the physicochemical and organoleptic characteristics of piled rice at Agroindustrias San Hilarión. More specifically, the aim is to determine how the time and temperature variables applied during the dehydration process influence the final quality of the product, thus contributing to improve its commercial acceptance and competitiveness in the market. Three temperatures (76°C, 80°C and 82°C) and three exposure times (20, 24 and 26 hours) were used, combining these variables in an experimental design to evaluate their impact on the piled rice. The analyses performed show that the physicochemical characteristics, such as moisture, starch content and hardness, remain stable within the established parameters. However, organoleptic characteristics, such as color, odor and appearance, show significant variations according to the combination of time and temperature applied. The results obtained allow the identification of optimal conditions for the dehydration process, contributing to improve the quality of the piled rice produced in the district of San Hilarión and providing valuable technical information for the local milling industry.

Keywords: Milled Rice, Dehydration, Time and Temperature, Physicochemical and Organoleptic Characteristics.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1. Marco general del problema

En la actualidad, es común que los residuos de cosecha, junto con otros productos naturales y orgánicos, no sean aprovechados, a pesar de su potencial utilidad en diversas industrias, en el ámbito de la salud y en la mejora de la calidad de vida y la nutrición. A nivel mundial, el arroz se posiciona como el tercer cereal más consumido, siendo superado únicamente por el maíz y el trigo. Además, el cultivo de arroz en Perú involucra aproximadamente a 70,474 trabajadores, quienes laboran en un área de 167,000 hectáreas, lo que representa el 8.8 % de la superficie agrícola destinada a cultivos transitorios. Se calcula que en 2020 se cultivaron aproximadamente 420.000 hectáreas de arroz, alcanzando una producción cercana a los 3,5 millones de toneladas de arroz en cáscara, con la intervención de alrededor de 150.000 trabajadores agrícolas. Este sector está dominado principalmente por pequeñas unidades agropecuarias, lo que refleja la prevalencia de la agricultura familiar (Álvarez, 2020). De este modo, se destaca el consumo continuo de este cereal, que se cultiva y consume en diversas regiones, ya sea en pequeña o gran escala.

El arroz, además de ser un cereal ampliamente consumido, destaca por diversas cualidades que lo hacen altamente valorado, entre ellas su naturaleza, su alto rendimiento y su accesibilidad económica para el público en general. Estas características lo convierten en una opción preferida, especialmente por las amas de casa, quienes siempre buscan lo mejor para sus familias, tanto en términos de calidad como de costo. Debido al aumento de la demanda, las empresas han implementado sistemas automatizados con el propósito de maximizar la eficiencia en el uso de los recursos y mejorar la optimización de los procesos productivos. Esto les permite cumplir con las normas y exigencias del mercado. En este escenario, el arroz añejo o envejecido ha surgido como una alternativa cada vez más aceptada.

El arroz añejado es aquel que ha sido conservado durante un período extendido, lo que provoca alteraciones en sus propiedades físicas y químicas. Estas transformaciones optimizan su desempeño en la cocción, mejorando su textura y calidad al ser consumido. El proceso de envejecimiento ocurre de manera natural y espontánea, lo que permite que el arroz adquiera una textura más suelta, firme y esponjosa. Estas características son altamente deseadas por una amplia proporción de consumidores a nivel global, dado que contribuyen a una mejor experiencia culinaria (Castro, et al., 2018). En Perú,

se ha observado un notable aumento en el consumo de arroz añejo, lo que refleja el reconocimiento de sus ventajas tanto en términos de calidad como de sabor. Este fenómeno subraya una tendencia global en la que los consumidores buscan alternativas más sofisticadas y saludables dentro de los productos tradicionales.

Con el fin de disminuir el largo tiempo de almacenamiento requerido para el añejamiento natural del arroz, se ha implementado una técnica alternativa denominada envejecimiento artificial o deshidratación del arroz. Este proceso tiene como objetivo replicar las características del arroz añejo, pero en un tiempo significativamente menor, logrando resultados en tan solo unas horas. El proceso de deshidratación, realizado en equipos especializados, depende principalmente de dos factores fundamentales: el tiempo y la temperatura de añejamiento, los cuales son determinantes para lograr las propiedades deseadas (Keawpeng y Venkatachalam, 2015). Este estudio reviste gran importancia, ya que posibilita la obtención de un arroz añejado con una calidad comparable o incluso superior a la del arroz tradicional. Dos elementos clave en este proceso son la calidad del producto inicial y las condiciones en las que se almacena, las cuales, en los métodos tradicionales, suelen prolongarse en el tiempo y pueden ocasionar problemas de infestación. A diferencia del añejamiento natural, el envejecimiento artificial mediante la deshidratación del arroz elimina estos inconvenientes, ya que requiere un tiempo significativamente menor. Esto no solo optimiza la calidad del producto, sino que también genera un ahorro significativo para la empresa.

Del mismo modo, el arroz sometido al proceso de añejamiento tiene un valor de venta significativamente superior al del arroz sin tratar, lo que brinda a las empresas la posibilidad de incrementar sus ingresos. Para el consumidor, esto se traduce en un arroz de excelente calidad, tanto en su proceso de cocción como en el momento de su consumo, garantizando una experiencia culinaria superior. Así, el arroz añejado no solo representa una mejora en la calidad del producto, sino también un beneficio económico tanto para los productores como para los consumidores.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el impacto del proceso de deshidratación en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del arroz en Agroindustrias San Hilarión, San Martín, durante el año 2023.

1.2.2. Objetivos específicos

OE1. Determinar el efecto del deshidratado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz deshidratado y sin deshidratar en el Distrito de San Hilarión.

OE2. Evaluar el efecto del tiempo y la temperatura en el proceso del deshidratado del arroz en el Distrito de San Hilarión.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Internacionales

Santhi y Palanimuthu (2019), en su artículo “Efecto de la vaporización en el envejecimiento acelerado del arroz (*Oryza sativa* L.)”, evaluaron el subcontinente indio, donde se prefiere el arroz envejecido de forma natural. Utilizaron la metodología con un tratamiento hidrotérmico y muestras de arroz, con cáscara seca (14% de humedad) a tres presiones (0,0, 0,5 y 1,0 kg/cm²) durante 5, 10 y 15 minutos. Estudiaron los parámetros de características fisicoquímicas, de cocción y de textura del arroz. Entre todos de todos los tratamientos estudiados, la cocción al vapor del arroz con cáscara a 1,0 kg/cm², durante 5 minutos, resultó ser el mejor para el envejecimiento acelerado del arroz.

Nayak y Mohapatra (2019), en su estudio titulado “Efecto del calentamiento por microondas en las cualidades de envejecimiento acelerado del arroz”, se propusieron evaluar diversos parámetros, incluyendo el rendimiento total, el rendimiento del arroz descabezado (HRY), el tiempo de cocción, la relación de elongación del grano (KER), El índice de expansión volumétrica (VER), la capacidad de absorción de agua, la reducción de sólidos, la firmeza del gel, además de la dureza y adhesividad del grano. La metodología consistió en comparar muestras de arroz recién cosechado y las muestras de arroz paddy envejecido naturalmente durante 6 meses de almacenamiento. Los resultados, muestran que a un mayor tiempo de exposición (90 s) y una mayor potencia de microondas (720, 900 W), producen un menor rendimiento de arroz arropollado (41,50±0,42 y 43,74±0,14 %). El tratamiento del arroz mediante microondas a 900 W de potencia y un tiempo de exposición de 60 segundos ha logrado mejorar sus características de envejecimiento, optimizando el tiempo de cocción, la absorción de agua y reduciendo la pérdida de sólidos, además de mejorar la consistencia del gel y la pegajosidad del grano.

Indiarto y Lutfiani (2021), en su artículo titulado “Técnica de envejecimiento del arroz y sus características”, tuvieron como objetivo, determinar los beneficios del envejecimiento para el arroz añejo, y determinar la calidad y las propiedades funcionales, evaluaron en promedio de 3 a 4 meses, durante el proceso de postcosecha, realizando almacenamientos más cortos. Como parámetros evaluaron, las características químicas, físicas y sensoriales del arroz. El arroz que ha pasado por el

proceso de envejecimiento, mejoró en cuanto al color, con propiedades sensoriales diferentes a las del arroz fresco. También afecta al sabor, la viscosidad, la dureza, la cohesividad, la adhesividad y el microcontenido tras la cocción. Estos cambios se deben a reacciones enzimáticas y no enzimáticas, a la presencia de microorganismos y a las interacciones entre las moléculas y el entorno.

Wangspa et al. (2018), en el artículo “Efectos del calentamiento por radiofrecuencia y el tiempo de almacenamiento en las propiedades del arroz cv. Khao Dawk Mali 105”. Este estudio evaluó los efectos de esta combinación óptima de radiofrecuencia sobre diversas propiedades del arroz en comparación con el arroz sin tratar en el arroz rugoso cv. Khao Dawk Mali 105. Se trataron muestras de arroz rugoso con RF 65°C durante 120 segundos, se envasaron en sacos de yute y se almacenaron durante seis meses a 25-32°C, junto con el control. Cada mes, se extrajo una porción del arroz sin tratar y del tratado con RF, se molió y se analizaron las propiedades físicas (contenido de humedad, color y pastosidad) y químicas (contenido de amilosa, proteínas y 2-acetilpirrolina) importantes para la calidad del arroz. El tratamiento térmico por radiofrecuencia (RF) a 65 °C durante 120 segundos es la combinación adecuada para eliminar por completo todas las bacterias y hongos a 65 °C durante 120 segundos es la combinación adecuada para matar completamente todos los estadios del gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae* L.).

Halim et al. (2021), en su artículo titulado “Efectos del Envejecimiento, Medias Generacionales y Análisis de Coeficientes de Trayectoria sobre la Alta Elongación del Grano en las Poblaciones de Arroz Mahsuri Mutan y Basmati 370”, tuvieron como objetivo analizar los efectos de los tratamientos de envejecimiento, las acciones génicas y el patrón de herencia del alargamiento del grano en la calidad culinaria de dos poblaciones de arroz. Utilizaron dos poblaciones de arroz derivadas de cruces entre MR219 x Mahsuri Mutan y MR219 x Basmati 370. Se realizaron pruebas de escalado y análisis de medias generacionales para determinar los efectos del envejecimiento y estimar la dominancia aditiva. y estimar la acción génica aditivo-dominante y la epistasis. Los resultados antes y después del envejecimiento mostraron diferencias significativas en todos los rasgos, mientras que la interacción génica cambió después del envejecimiento. Se concluyó que el tratamiento de envejecimiento es un factor externo que podría mejorar la expresión de la HKE y además los resultados de este estudio serían útiles para los criadores en la selección y desarrollo de nuevas variedades de arroz especiales (HKE).

Nacionales

Mejía y Mondragón (2019), en su tesis para optar por el título de Ingeniera Química, denominada "Influencia de la Temperatura y el Tiempo en el Proceso de Deshidratación del Arroz y su Impacto en las Propiedades Fisicoquímicas", analizaron cómo la temperatura y el tiempo influyen en la deshidratación del arroz, enfocándose en sus propiedades fisicoquímicas. La investigación se llevó a cabo en la empresa MOLINERA DEL CENTRO SRL y consideró tres tipos de muestras: arroz fresco, arroz añejado de forma natural y arroz envejecido artificialmente. A partir de variables como la absorción de agua, el alargamiento del grano y la disolución de sólidos, las muestras fueron sometidas a distintos tiempos de deshidratación (10, 16 y 22 horas) y temperaturas (65°C, 75°C y 85°C). Los resultados evidenciaron la necesidad de un control riguroso del proceso para regular la temperatura y evitar desviaciones que puedan afectar la calidad del producto en las distintas fases del añejamiento.

Espinoza y Mori (2019), en su tesis titulada "Aplicación del Estudio del Trabajo para Aumentar la Productividad en el Molino El Comanche SRL, San José, 2019", realizaron una investigación orientada a optimizar la productividad del molino a través del estudio del trabajo. La investigación, con un diseño preexperimental, analizó el proceso de pilado de arroz durante tres meses previos a la intervención (preprueba) y tres meses posteriores (postprueba). Para ello, se emplearon diversas metodologías, como la revisión documental y la observación directa, apoyadas en herramientas como el DOP, DAP y diagramas de recorrido y actividades. Los hallazgos evidenciaron un incremento del 48.919% en la productividad de la mano de obra, pasando de 335.617 kg/hH a 499.800 kg/hH. Asimismo, la productividad de la materia prima creció un 29.555% y la capacidad de producción se elevó en un 30.301%, lo que confirma que la aplicación del estudio del trabajo fue clave para mejorar la eficiencia operativa del molino.

Pisfil y Símpalo (2021), en su tesis titulada "Evaluación del Efecto de la Temperatura y Tiempo de Deshidratado en la Calidad Culinaria del Arroz (*Oryza sativa*)", investigaron el impacto de la temperatura y la duración del proceso de deshidratación en la calidad del arroz (*Oryza sativa*). El estudio tuvo como propósito determinar cómo distintas combinaciones de tiempo (19, 21 y 23 horas) y temperatura (72°C, 75°C y 78°C) impactan las propiedades físicas y organolépticas del arroz extra (Nir). A través de un diseño factorial con tres niveles, los resultados evidenciaron que la deshidratación a 78°C durante 23 horas permitió obtener un arroz con características físicas y organolépticas comparables a las de un arroz envejecido naturalmente, logrando además un rendimiento de cocción del 199%.

Bances (2018) llevó a cabo un estudio de mercado titulado "Estudio de mercado para el lanzamiento de una nueva marca de arroz añejo en la ciudad de Chiclayo para la empresa Agricultor SAC". El propósito de esta investigación fue analizar la factibilidad de introducir una nueva marca de arroz añejo en el mercado local, centrándose en las preferencias y expectativas de los consumidores. Para ello, se empleó un enfoque mixto, combinando la recopilación de datos cuantitativos mediante encuestas con el análisis cualitativo a través de Focus Groups. Los hallazgos revelaron una oportunidad significativa para la comercialización del producto, lo que respaldó la viabilidad de su lanzamiento.

Castillo (2021), en su tesis titulada "Redistribución del área de la añejadora para mejorar la productividad en la empresa Grupo Molinero Parcker's SAC, San José, 2019", analizó el impacto de la reorganización del espacio en la eficiencia productiva de la empresa. La investigación examinó la distribución inicial del área y los tiempos de producción antes de la intervención. A través del uso de diagramas de flujo y actividades, junto con la aplicación de la metodología SLP y el método Guerchet, se evaluó si la disposición del espacio era óptima para las necesidades operativas. Los resultados, presentados en tablas y gráficos lineales, demostraron que la redistribución mejoró la productividad de las máquinas en un 63.93%.

Locales

Delgado (2021), en su tesis titulada "Estudio de prefactibilidad para la implementación de un molino de arroz en la provincia de Picota, departamento de San Martín", analizó la factibilidad comercial, técnica, legal y económica de instalar un molino de arroz en la zona. Este proyecto tenía como objetivo procesar, distribuir y comercializar arroz añejo proveniente de las áreas agrícolas locales. En la primera fase del estudio, se realizó un análisis de mercado para la marca "Arroz Sol de Selva", mientras que en la segunda fase se identificó la ubicación óptima del molino en la provincia de Picota, considerando una estrategia de expansión. Además, se evaluaron aspectos ambientales relevantes y se propusieron medidas de control, como la capacitación del personal y la reutilización de residuos sólidos. Los resultados, respaldados por indicadores de rentabilidad, confirmaron que el proyecto era viable y tenía el potencial de impulsar el desarrollo económico de la región.

Villegas (2023), en su investigación titulada "Proyecto de inversión privada para la instalación de una planta de añejamiento de arroz en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín, para la comercialización a nivel

departamental, 2022", evaluó la factibilidad de implementar una planta de añejamiento de arroz en la zona, con el propósito de abastecer el mercado departamental. La investigación adoptó un enfoque proyectivo y reveló que la demanda de arroz añejo sigue en aumento, debido a un cambio en los hábitos de consumo, donde los consumidores prefieren un arroz con mejor textura, mayor suavidad y mejor rendimiento. Este cambio en las preferencias representa una oportunidad atractiva de inversión, considerando que el arroz es uno de los cultivos más importantes en Perú y tiene un alto valor nutricional. No obstante, el estudio resalta la necesidad de analizar la rentabilidad del producto tanto en el ámbito regional como a largo plazo a nivel nacional. Finalmente, los resultados indican que la inversión en una planta de añejamiento de arroz es viable, lo que podría contribuir al desarrollo económico local y fomentar nuevas inversiones en la región.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1 Características generales del Arroz

El arroz es una planta de tallos con una alta capacidad de ramificación, alcanzando una altura de entre 0,6 y 1,8 metros. En su extremo, desarrolla una panícula, una inflorescencia que puede medir entre 20 y 30 cm de largo. Cada una de estas panículas contiene entre 50 y 300 espiguillas o flores, de las cuales se generan los granos de arroz. El fruto resultante es una cariopsis. El grano de arroz, producto de la planta *Oryza sativa* L., pertenece a la familia de las gramíneas y es una especie herbácea de ciclo anual. Su cultivo se extiende a nivel mundial, adaptándose a diversas condiciones climáticas, aunque es más común en zonas pantanosas con climas cálidos, húmedos y templados. En cuanto a su morfología, el grano tiene una forma ovoide y aplanada, con una coloración que varía entre el amarillo y el café translúcido. Desde una perspectiva taxonómica, el arroz se clasifica dentro del reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Liliopsida, orden Poales, familia Poaceae, género *Oryza* y especie *O. sativa*, con el nombre científico *Oryza sativa* L. (Cobos et al., 2020).

2.2.2 Principales Países productores

Según la FAO (2015), citado por Cobos et al. (2020), los principales países productores de arroz a nivel mundial incluyen China, India, Indonesia y Pakistán. En el contexto de América Latina, destacan Argentina, Uruguay, Perú y Brasil como los mayores productores, con rendimientos promedio de 7,73, 8,00, 6,46 y 5,02 toneladas por hectárea, respectivamente. En contraste, Ecuador registra un rendimiento promedio de

3,74 t ha⁻¹, cifra que se encuentra por debajo de la de Colombia, cuyo promedio alcanza las 4,87 t ha⁻¹ (USDA, 2013, citado por Cobos et al., 2020).

En el Perú, la superficie cosechada de arroz cáscara en 2016 alcanzó las 419,563 hectáreas, lo que representó un incremento del 5% en comparación con el año anterior, cuando se registraron 399,501 hectáreas (MINAGRI, 2017). Gracias a este aumento, la producción nacional alcanzó los 3,17 millones de toneladas de arroz cáscara. Durante ese año, la región con mayor producción fue San Martín, con una participación del 22%, seguida de Piura (19%), Lambayeque (13%), La Libertad (11%) y Amazonas (10%). Dentro de San Martín, las provincias de Bellavista, Rioja y Moyobamba fueron las principales productoras, con aportes del 25.1%, 24.8% y 21.5% del área cosechada en la región, respectivamente (Cruz, 2021).

2.2.3 Composición química

Dentro de las distintas partes que conforman el grano de arroz, el salvado es la fracción con mayor contenido de nutrientes, tanto energéticos como proteicos, mientras que la cáscara presenta la menor concentración. En un arroz con cáscara con 14% de humedad, se observa que las vitaminas del grupo B se encuentran principalmente en las capas de salvado, al igual que el α -tocoferol (vitamina E) y el fósforo. En cuanto a los minerales, el fósforo es el más abundante, mientras que el calcio se encuentra en mayor proporción en la cáscara, siendo el arroz procesado la fracción con menor concentración de este elemento. Además, todas las fracciones del arroz presentan un alto contenido de aminoácidos esenciales, destacando la leucina, la combinación de fenilalanina y tirosina, así como la valina (Pereyra y Cambra, 2018).

2.2.4 Variedades de arroz

En el país se cultivan diversas variedades de arroz, cada una adaptada a distintas regiones y caracterizadas por atributos específicos, como el tamaño del grano, el nivel de humedad, la presencia de manchas e impurezas. En función de estas características, el arroz se clasifica en tres categorías de calidad: el arroz extra, considerado el de mayor calidad, con un máximo de 5% de granos quebrados y defectos; el arroz superior, que presenta un 15% de granos quebrados y un 8% de defectos; y el arroz corriente, que contiene un 25% de granos quebrados y un 15% de defectos (Cruz, 2021).

2.2.5 Tipos de arroz

Según Mejía y Mondragón (2019), las variedades de arroz disponibles en el país se comercializan en función de las preferencias y requerimientos de los consumidores.

Dentro de estas opciones, se distinguen diversos tipos de arroz que se ajustan a diferentes demandas del mercado.

2.2.5.1 Arroz fresco o Arroz Elaborado.

Este tipo de arroz proviene de cualquier variedad y es pilado pocos días después de ser cosechado. Es el arroz más vendido en el mercado y el más consumido en la mayoría de los hogares peruanos. Se caracteriza por su color blanco.

2.2.5.2 Arroz añejo o envejecido

El arroz añejo es aquel que permanece almacenado en su cáscara durante más de siete meses antes de ser procesado y comercializado. Este período de almacenamiento prolongado eleva su precio en comparación con el arroz fresco, debido a que los costos de conservación incrementan el gasto en su producción.

2.2.6 Descripción del proceso de pilado

En la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C, ubicada en San Hilarión, San Martín-Perú, a la altura del kilómetro 778 de la carretera Fernando Belaúnde Terry, el procedimiento se desarrolla de la siguiente manera:

2.2.6.1 Limpieza y selección

Esta etapa se realiza en la máquina limpiadora de zaranda, la cual se encarga de eliminar las impurezas tales como pajillas, hebras, u otros elementos extraños, que pudieron haber quedado de la pre-limpieza, de esa manera poder pasar a operaciones posteriores. La materia prima es transportada en sacos con un peso aproximado de 70 a 80 kg. Cada vez que un nuevo lote llega a la planta, se lleva a cabo un muestreo correspondiente para evaluar el nivel de humedad con el que ingresa.

2.2.6.2 Descascarado

El descascarado es una operación fundamental en la industria del arroz, en la cual se lleva a cabo primero una limpieza y luego el descascarillado, proceso mediante el cual se elimina la cascarilla dura que rodea al grano mientras está en la espiga, obteniendo así el arroz integral. Durante esta operación, se aplican dos efectos principales: la presión y la velocidad diferencial. Es crucial mantener un equilibrio adecuado de estos dos factores para asegurar que el porcentaje de descarado sea óptimo y que el grano se fracture lo menos posible.

2.2.6.3 Mesa paddy

Tiene la función de seleccionar el grano integral, separando las partículas más pequeñas de arroz. Además, en este proceso se elimina una capa adicional de cascarilla, contribuyendo a la mejora de la calidad del producto.

2.2.6.4 Pulido 1

Este procedimiento implica la eliminación de la capa de aleurona (harina de arroz) y se ajusta en función del nivel de blancura requerido en el grano, así como de la cantidad de salvado presente en el producto. Este proceso incide directamente en la apariencia y calidad del arroz, de acuerdo con las exigencias de los consumidores.

2.2.6.5 Pulido 2

Se lleva a cabo la separación de los polvos de salvado mediante el frotamiento de los granos entre sí. En este proceso, se emplea un chorro de aire generado por un ventilador, el cual no solo enfría los granos de arroz, sino que también expulsa el salvado. Esta operación tiene como objetivo principal otorgar brillo al arroz y prevenir su enranciamiento durante el almacenamiento, contribuyendo a una mejor conservación a largo plazo.

2.2.6.6 Despedradora

De la marca Zaccarias tiene la función de separar cualquier partícula con peso específico diferente a la del grano, para ello se utiliza como principio de funcionamiento la diferencia de densidad, asociado al movimiento vibratorio y un flujo de aire ascendente.

2.2.6.7 Pulido 3

Proceso donde se inyecta chorros a presión de agua tratada para mejorar la apariencia externa del grano de arroz, aumentando su vida útil durante el almacenaje y empaquetado del arroz blanco.

2.2.6.8 Clasificador Zaranda

En esta etapa se realiza la clasificación de grano ya sea por su tamaño o por su color, esto es un factor dependiente para la marca a producirse.

2.2.6.9 Selectora

En esta etapa se clasifica y selecciona el grado del arroz sea blanco, moreno, rojo, negro, etc. Los granos son seleccionados con alta precisión gracias a la cámara full

color y cámara NIR, los cuales aseguran la correcta selección de granos de color defectuoso.

2.2.6.10 Dosificador

Luego de que el arroz es separado de acuerdo con el tamaño en la maquina selectora de alta velocidad, pasa por la faja transportadora para pasar por un baño de aceite vegetal con la finalidad de dar brillo al arroz, para ello se utiliza aceite vegetal de consumo humano.

2.2.6.11 Codificado

Los sacos de polipropileno son codificados en la cantidad necesaria por lote de producción, en donde se consigna los datos de Fecha de Fabricación, Fecha de Vencimiento y lote, de manera manual.

2.2.6.12 Empaquetado

El arroz pulido es pesado y envasado en bolsas de polietileno o sacos de polipropileno, dependiendo del formato de presentación. En el caso del producto ensacado, el proceso se lleva a cabo de manera manual. El personal encargado acomoda los sacos sobre pallets o plataformas, que luego son transportados al almacén para su almacenamiento y distribución. Para el envasado de presentaciones de 1 kg, se emplea una máquina envasadora semiautomática. La cual envasa, pesa y corta las unidades de acuerdo a la programación de la máquina; una vez obtenidas las unidades de producto, se colocan de forma manual 49 unidades (bolsas de 1Kg) en sacos de polipropileno para luego ser almacenados.

2.2.6.13 Producto Final

El término "producto final" se refiere a las unidades que han pasado por todas las etapas de procesamiento detalladas anteriormente, cumpliendo con los estándares de buenas prácticas de fabricación y con el etiquetado adecuado. Esto asegura que el producto esté listo para su distribución y venta.

2.2.6.14 Producto Final

Las actividades de almacenamiento se ejecutan bajo estrictas condiciones con el fin de prevenir la proliferación de microorganismos indeseados y evitar daños en el empaque. Este proceso se desarrolla conforme a las Buenas Prácticas de Fabricación y siguiendo procedimientos establecidos, asegurando así una óptima conservación del producto durante su almacenamiento.

2.2.6.15 Despacho

Se realiza utilizando vehículos de transporte que cumplen con las normativas vigentes, asegurando que el producto esté correctamente protegido durante su traslado. Estos vehículos están acondicionados específicamente para mantener la integridad del arroz en todo momento, hasta su llegada al punto de distribución.

2.2.7 Añejamiento

Según Becerra (2022), el arroz elaborado contiene alrededor del 80% de almidón, el cual se presenta en dos formas: amilosa, que es una cadena lineal helicoidal, y amilopectina, que se caracteriza por una estructura ramificada. La cantidad de amilosa varía entre el 10% y el 34%, mientras que la amilopectina representa entre el 66% y el 90%. Estos almidones no son digeribles en su estado natural, por lo que deben ser transformados en formas de glucosa que el cuerpo pueda procesar. A medida que el arroz se almacena durante períodos prolongados en condiciones controladas, su masa experimenta un proceso de homogeneización, mejorando tanto la calidad como la uniformidad del producto. Las enzimas alfa y beta amilasa descomponen parcialmente el almidón, convirtiéndolo en:

- **Dextrinas:** Son carbohidratos formados por la reducción incompleta del almidón y la celulosa, utilizados principalmente en la fabricación de productos espesantes y adhesivos.
- **Maltosa:** Compuesta por moléculas de glucosa unidas en forma de anillos, se forma a partir de la reducción del almidón y es considerada la parte más nutritiva del arroz.

Becerra (2022) señala que el proceso de añejamiento disminuye la solubilidad en agua del almidón y las proteínas, lo que prolonga el tiempo de cocción. Asimismo, este proceso favorece un incremento en el volumen del arroz, su capacidad de absorción de agua y su resistencia a la disgregación. También genera modificaciones hidrolíticas y oxidativas en los lípidos, así como cambios en las proteínas y el almidón. Además, las capas externas del pericarpio adquieren un ligero oscurecimiento, mientras que la eficiencia del procesamiento mejora al reducirse el porcentaje de granos quebrados. A su vez, la actividad enzimática disminuye, lo que contribuye a obtener un arroz de alto rendimiento, óptima cocción y gran aceptación por parte de los consumidores. Cabe destacar que este arroz envejecido tiene un valor superior al del arroz tradicional o al arroz envejecido de forma natural.

En la guía, aprobada el 2022, para Agroindustrias San Hilarión, el proceso del añejamiento se realiza de la siguiente manera:

2.2.7.1 Recepción y almacenado

Esta etapa se realiza la recepción del arroz pilado que son almacenados en sacos big bag de polipropileno de capacidad de 1TM.

2.2.7.2 Descarga

Los sacos que contienen el arroz pilado se descargan en la tolva de la máquina añejadora.

2.2.7.3 Añejadora

La máquina que tiene una capacidad de 7TM, se encarga de añejar los granos de arroz por un tiempo de 25 a 28 horas a temperaturas de entre 75 -82 °C, transcurrido el tiempo la misma máquina que está programada, se encarga de enfriar los granos.

2.2.7.4 Envasado y pesado

Una vez se tiene el arroz añejado, pasa por la tova de envasado, en la parte inferior de la tolva se colocan los sacos de polipropileno sobre la balanza de plataforma para ser pesado y luego ser cosidos.

2.2.7.5 Codificado

Los sacos de polipropileno y/o bolsas de polipropileno son codificados en la cantidad necesaria por lote de producción, en donde se consigna los datos de Fecha de Fabricación, Fecha de Vencimiento y lote, de manera manual.

2.2.7.6 Producto Final

Se considera producto final o terminado a aquellas unidades que han sido sometidas a todas las etapas antes descritas, cumpliendo las buenas prácticas de manufactura y rotulación correspondiente.

2.2.7.7 Almacenamiento

Las actividades de almacenamiento de nuestros productos se hacen bajo condiciones que eviten la proliferación de microorganismos indeseables en el producto y el deterioro o daño físico del empaque. Para ello se hace uso de las Buenas prácticas de manufactura de acuerdo con el Procedimiento.

2.2.7.8 Despacho

El producto es despachado en unidades de transporte que estén acondicionados de tal manera que protejan el producto según las normativas vigentes.

Mecanismo del añejamiento del arroz

Los lípidos, al generar ácidos grasos libres, pueden formar complejos con la amilosa y otros compuestos como carbonilos e hidroxiperóxidos. Estos complejos pueden acelerar los procesos de oxidación y condensación de las proteínas, lo que da lugar a la acumulación de compuestos volátiles de carbonilo. Además, la oxidación proteica, junto con el incremento en la concentración de micelas de almidón, dificulta la expansión de los gránulos de almidón, impactando negativamente en sus propiedades.

Mora (2022) planteó que la oxidación de los ésteres de hemicelulosa fermentados podría favorecer la reticulación y el fortalecimiento de las paredes celulares del arroz durante su almacenamiento. Este proceso es altamente complejo, ya que implica modificaciones físicas, químicas y biológicas. Se sugiere que la liberación de ácidos fenólicos libres afecta la integridad de la pared celular, mientras que estos mismos compuestos presentan un efecto antioxidante que influye en la formación de ácidos grasos libres, los cuales pueden interactuar con la amilosa a lo largo del almacenamiento.

Cambios en las Propiedades Físicas y de Cocción del Arroz Añejo

Mejía y Mondragón (2020) analizan el impacto del envejecimiento en las características físicas y en el proceso de cocción del arroz añejo, destacando que:

A) Propiedades Físicas:

Blancura del arroz

Durante el proceso de envejecimiento acelerado, la blancura del arroz paddy se reduce. A medida que aumenta el contenido de humedad inicial y el tiempo de templado, el arroz adquiere un tono más oscuro. Este cambio de color se atribuye principalmente a las reacciones de pardeamiento. En comparación con el envejecimiento natural de hasta seis meses, el arroz sometido a un envejecimiento acelerado presenta una tonalidad más oscura.

Rendimiento en el pilado

El arroz que envejece de forma natural en su cáscara durante aproximadamente un año presenta un mayor rendimiento en el pilado, ya que contiene un menor porcentaje de

granos quebrados. Este efecto se debe a la gelatinización parcial del almidón que ocurre durante el proceso de envejecimiento, lo que contribuye a la integridad del grano. Además, el rendimiento en el pilado está condicionado por factores como el contenido de humedad inicial y la duración del envejecimiento.

B) Propiedades de Cocción:

Absorción de agua

El envejecimiento del arroz permite una mayor absorción de agua, lo que a su vez provoca un aumento en el volumen del arroz cocido. Este incremento se debe a que las paredes celulares del arroz envejecido, al haber sido reforzadas por la gelatinización del almidón, conservan de manera más eficiente su estructura hexagonal, lo que favorece la absorción de agua. Para medir la absorción de agua, se realiza el siguiente procedimiento: Se seleccionan al azar 20 granos de arroz de tres tipos: sin envejecimiento, envejecidos de forma natural y envejecidos artificialmente. Posteriormente, las muestras se cocinan en un vaso de precipitados con 20 ml de agua, utilizando un baño de agua. Una vez cocidos, los granos se extraen y se colocan sobre papel filtro para eliminar el exceso de agua en la superficie. La absorción de agua (%) se calcula aplicando la fórmula correspondiente.

$$\text{Agua absorbida (\%)} = \frac{W_c - W_{uc}}{W_{uc}} \times 100$$

Donde, WC y WUC es el peso de 20 granos cocinados y sin cocinar, respectivamente.

2). Elongación del arroz.

Los granos de arroz cocidos presentan una mayor longitud en comparación con su estado previo a la cocción. Para evaluar el alargamiento, se seleccionan 10 granos de arroz, los cuales se colocan en un tubo de ensayo de 20 ml y se sumergen en 5 ml de agua del grifo durante 20 minutos. Posteriormente, los tubos de ensayo se introducen en agua hirviendo durante aproximadamente 30 minutos. Una vez finalizada la cocción, se retiran los tubos de ensayo y se elimina el agua residual. Luego, los granos cocidos se dejan reposar sobre una lámina de vidrio para permitir la evaporación de la humedad excedente. Finalmente, se mide la longitud y el ancho de los granos utilizando un calibrador digital de portaobjetos (Mejía y Mondragón, 2020).

Elongación del grano: $L_f - L_0$

Donde:

L_f : longitud promedio de 10 granos cocinados

L_0 : longitud promedio de 10 granos sin cocinar

Proporción de la elongación del grano de arroz

Durante el proceso de envejecimiento, se producen modificaciones en los gránulos de almidón que incrementan la resistencia del grano a la desintegración durante la cocción. Esta mayor resistencia reduce la pérdida de sólidos y favorece una mayor expansión del volumen del grano. Además, se ha evidenciado que la relación de elongación del arroz cocido se incrementa a medida que aumenta el tiempo de templado. Para medir la elongación del arroz, siga el siguiente procedimiento: Se seleccionan aleatoriamente diez granos de arroz de materiales no envejecidos, envejecidos naturalmente y envejecidos artificialmente. Se mide la longitud y el ancho inicial de los granos utilizando un calibrador digital. Luego, los granos se sumergen en un tubo de ensayo de 20 ml con 5 ml de agua del grifo durante 20 minutos. Después del remojo, los tubos de ensayo se colocan en agua hirviendo durante unos 30 minutos. Posteriormente, se vacía el agua de los tubos de ensayo, y los granos se colocan en una lámina de vidrio durante 50 minutos para permitir la evaporación de la humedad adicional. Finalmente, se mide la longitud y el ancho finales utilizando el mismo calibrador digital. El cambio proporcional (PC) se calcula siguiendo el método propuesto por Sood y Siddiq:

$$PC = \frac{LF/BF - L_0/B_0}{L_0/B_0}$$

Donde LF y BF representan la longitud y el ancho del grano después del cocimiento, respectivamente. L_0 y B_0 indica la longitud y la anchura del grano antes de cocinar. La elongación real se midió restando la longitud promedio de diez granos antes de ser cocinados de la de diez granos cocinados (Mejía y Mondragón, 2020).

3). Pérdida de sólidos

La pérdida de sólidos después de la cocción es menor y disminuye a medida que se prolonga el tiempo de añejamiento, se incrementa la temperatura y varía el contenido inicial de humedad. Esta reducción en la pérdida de sólidos podría estar asociada al fortalecimiento de la pared celular del grano de arroz, lo que le permite resistir la hinchazón durante la cocción. Además, la interacción entre los ácidos grasos libres y la amilasa genera un almidón con menor solubilidad en agua. Para determinar la pérdida

de sólidos, se puede secar una alícuota del agua de cocción en una placa de Petri a 70°C en un horno hasta alcanzar la sequedad total.

$$\text{Pérdida de sólidos en agua de cocción} = \frac{\text{aumento de peso de placa Petri}}{\text{peso de muestra de arroz}} \times 100$$

2.2.8 Envejecimiento natural del arroz

El proceso consiste en almacenar el arroz, ya sea en su cáscara o pilado, en bodegas o silos por un período mínimo de seis a siete meses, aunque lo ideal es hasta un año. Durante este tiempo, el grano adquiere características específicas. Generalmente, este método se aplica al arroz pilado fresco con el propósito de reducir su contenido de humedad por debajo del 10%. Un aspecto fundamental en los procesos de secado y envejecimiento es el almacenamiento, ya que durante esta etapa pueden producirse diversos cambios que afectan la calidad del grano. Uno de los principales factores de riesgo es el exceso de humedad, el cual propicia el desarrollo de hongos y bacterias, favoreciendo la presencia de parásitos. Si la humedad supera el 15%, el grano puede perder almidón y azúcares. La humedad en el almacenamiento es un factor crítico, ya que puede incrementarse debido a diversas causas, como la infiltración de agua a través de las estructuras, cambios bruscos de temperatura que generan condensación y la actividad metabólica de insectos y hongos.

El envejecimiento natural del arroz presenta algunas desventajas, tales como:

- **Dependencia de las estaciones secas:** Este proceso debe llevarse a cabo en temporadas secas, evitando los periodos de lluvia, ya que la ausencia de sol y el incremento de la humedad ambiental pueden dificultar el adecuado envejecimiento del arroz.
- **Costos asociados:** Este método conlleva costos adicionales, incluyendo el arrendamiento de bodegas o espacios de almacenamiento, así como los gastos de mantenimiento requeridos para proteger el arroz de plagas y garantizar su calidad durante el periodo de conservación.

2.2.9 Deshidratado del arroz

El arroz deshidratado, o envejecido artificialmente, comparte características con el arroz envejecido de forma natural, dado que ambos métodos tienen como objetivo disminuir la humedad de los granos de arroz fresco. La diferencia radica en que el envejecimiento artificial se lleva a cabo mediante máquinas especializadas, conocidas como añejadoras, que crean un ambiente controlado para activar las enzimas alfa y beta amilasa,

acelerando la división de las cadenas de almidón. Este proceso permite obtener características similares al envejecimiento natural (4-7 meses) en un periodo de entre 12 y 24 horas.

Durante el envejecimiento artificial, se genera un clima adecuado para las enzimas, donde se utiliza vapor en lugar de oxígeno, lo cual es esencial para completar la formación de dextrinas y maltosa. El vapor necesario es proporcionado por el propio arroz, que, debido a su humedad inicial (11-12%), libera vapor durante el calentamiento. La duración y la temperatura del proceso son determinantes, ya que varían según la variedad del arroz y la calidad final que se busca obtener.

La máquina añejadora está compuesta por una serie de tubos por los que circula aire caliente, permitiendo que el arroz entre en contacto con las superficies externas de estos tubos y reciba calor. A medida que el arroz alcanza una temperatura específica, las capas más cercanas a las paredes absorben el calor, lo que reduce el contenido de almidón, mientras que el calor se transmite progresivamente hacia las capas internas del grano. El proceso se considera finalizado cuando el arroz más alejado de las paredes alcanza la temperatura adecuada. En este sistema, el arroz próximo a los tubos puede alcanzar temperaturas similares a las de las paredes, mientras que los granos más distantes permanecen a temperaturas más bajas.

Durante el proceso, los granos de arroz primero se ablandan y luego se endurecen gradualmente durante su enfriamiento en silos o sacos. Como resultado del envejecimiento, la humedad del arroz disminuye entre un 1% y 2% respecto a su nivel inicial, aunque esta puede recuperarse dependiendo de las condiciones climáticas. Este proceso consta de dos fases: una de calentamiento gradual y otra de añejamiento, en la que la temperatura se mantiene constante. Posteriormente, el arroz se deja enfriar lentamente durante un período de hasta cinco horas antes de ser descargado (Mejía y Mondragón, 2019).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Ubicación política

El estudio fue ubicado en el departamento de San Martín, provincia de Picota específicamente en el distrito de San Hilarión.

3.1.2. Ubicación geográfica

La investigación fue realizada en la empresa Agroindustrial Agroindustrias San Hilarión S.A.C., con RUC: 20489107938, con dirección fiscal CAR. Fernando Belaunde Terry Km. 71, provincia de Picota, en el departamento de San Martín. Donde se trabajó con arroz pilado de la var. El Valor, utilizando un equipo para realizar el añejamiento del arroz en menos tiempo que al realizar añejamiento natural.

3.1.3. Periodo de ejecución

El estudio fue realizado en el año 2024, durante los meses de enero hasta agosto, la recolección de datos fue de manera periódica debido a que se tuvo que realizar los muestreos en cada etapa planificada.

3.1.4. Autorizaciones y permisos

Se solicitó a la gerencia de Agroindustrias San Hilarión los permisos necesarios, para uso de las máquinas añejadoras y uso de los establecimientos.

3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Se usó los equipos de protección requeridos y establecidos por la empresa agroindustrial.

3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

Para este trabajo experimental, se tomó en cuenta los aspectos éticos para resguardar los procedimientos necesarios para captar la información. Se cuidó la integridad de todos los colaboradores que hicieron parte del estudio, de modo que, su información fue completamente confidencial, sin perjudicar su trabajo, se respetó a todos por igual bajo ninguna distinción, toda la data fue utilizada de forma cuidadosa asegurando que tenga, solo fines académicos y poder obtener los presentes resultados.

3.2. Sistema de variables

De acuerdo al estudio, Efecto del deshidratado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz en Agroindustrias San Hilarión, 2023, se divide en las categorías representadas en las siguientes tablas

3.2.1. Variables principales

Variable independiente: Deshidratado del arroz.

Variable dependiente: Características fisicoquímicas y organolépticas del arroz deshidratado.

Tabla 1

Descripción de variables del objetivo específico 1

Objetivo específico N° 1: **Determinar el efecto del deshidratado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz deshidratado y sin deshidratar en el Distrito de San Hilarión.**

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Las propiedades fisicoquímicas del arroz deshidratado, corresponde al conjunto de sus propiedades físicas y químicas intrínsecas, relacionadas, con una muestra de la sustancia. La evaluación sensorial se ha definido como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar esas respuestas a los productos percibidos a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído.	Se colectó muestras de aproximadamente 1 Kg de arroz de diferentes puntos, de forma superficial, con el fin de asegurar la homogeneidad de las muestras, del arroz deshidratado y sin deshidratar. La evaluación sensorial se realizó con cinco panelistas especializados en análisis sensoriales, definiendo los	Ficha de registro de los resultados fisicoquímicos del producto final (arroz deshidratado y sin deshidratar), mediante la Resolución - Dirección Ejecutiva N° D000347-2022- MIDIS/PNAEQW - DE.	Parámetros fisicoquímicos: -Se evaluó, contenido de humedad (%), clase de grano, longitud de grano, granos rojos (%), granos tizosos (%), granos tizosos parciales (%), granos dañados (%), mezcla varietal (%), materia extraña (%), granos quebrados (%), granos inmaduros (%), metales pesados, residuos de plaguicidas. Se evaluó como parámetros organolépticos: color, olor y aspecto

atributos en
evaluación.

Tabla 2*Descripción de variables del objetivo específico 2*

Objetivo específico Nº 2: **Evaluar el efecto del tiempo y la temperatura en el proceso del deshidratado del arroz en el Distrito de San Hilarión**

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
El arroz deshidratado tiene similares características que el arroz envejecido naturalmente, ya que en su proceso de producción consiste en disminuir su humedad deshidratar los granos de arroz fresco, como ocurre durante el proceso de envejecimiento natural. El procedimiento se lleva a cabo en equipos especializados denominados añejadoras o envejecedoras artificiales.	- Se recolectó muestras de arroz de aproximadamente 1 Kg a diferentes temperaturas (76°, 80° y 82°) y tiempos (20h, 24h y 26h) las cuales fueron distribuidas en un DCA (diseño completamente al azar), con 9 tratamientos, 3 repeticiones cada uno, además de un tratamiento control (arroz sin deshidratar).	Ficha de resultados observados	Resultados ANOVA en programa estadístico

3.3. Procedimientos de la investigación

De acuerdo a la normativa de la Universidad, se realizaron los procedimientos para la recolección de información:

3.3.1. Actividades del objetivo específico 1

Determinar el efecto del deshidratado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz deshidratado y sin deshidratar en el Distrito de San Hilarión

El procedimiento del añejamiento, se describe siguiendo la Resolución Dirección Ejecutiva N° D000347-2022-MIDIS/PNAEQW-DE, para el proceso del añejamiento, se utilizó 7 toneladas de arroz variedad Valor, de la cual se extrajo muestras de 1 kg de arroz, deshidratado y otra muestra de 1 Kg de arroz sin deshidratar, para evaluar,

las propiedades fisicoquímicas del arroz, estas evaluaciones corresponden al conjunto de sus propiedades físicas y químicas intrínsecas. Se utilizó una ficha de registro, para registrar los resultados fisicoquímicos del producto final (arroz deshidratado y sin deshidratar), evaluando los parámetros fisicoquímicos siguientes: Contenido de humedad (%), clase de grano, longitud de grano, granos rojos (%), granos tizosos (%), granos tizosos parciales (%), granos dañados (%), mezcla varietal (%), materia extraña (%), granos quebrados (%), granos inmaduros (%), metales pesados y residuos de plaguicidas.

La evaluación sensorial de los productos se define como la disciplina científica que permite evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas percibidas a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído. Para llevar a cabo las actividades del primer objetivo, se capacitó a un panel sensorial compuesto por cinco panelistas, quienes determinaron los atributos distintivos del arroz deshidratado y el arroz sin deshidratar. Cada panelista se encargó de tomar muestras de 1 kg de manera aleatoria.

3.3.2. Actividades del objetivo específico 2

Evaluar el efecto del tiempo y la temperatura en el proceso del deshidratado del arroz en el Distrito de San Hilarión.

El arroz deshidratado (envejecido artificialmente) presenta características similares al arroz envejecido de manera natural, ya que su proceso de producción busca optimizar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del arroz pilado (sin deshidratar), obteniendo un producto con mejores atributos para el consumidor, de forma similar al envejecimiento natural. Para su procesamiento, se emplearon máquinas especializadas denominadas añejadoras o envejecedoras artificiales. Se recolectaron muestras de aproximadamente 1 kg de arroz sometidas a diferentes temperaturas (76°, 80° y 82°) y tiempos de tratamiento (20 h, 24 h y 26 h). Estas muestras fueron evaluadas mediante un diseño completamente al azar (DCA), con nueve tratamientos y tres repeticiones cada uno, además de un tratamiento control con arroz sin añejar. Para registrar los resultados se usó fichas de registro y se procesó estadísticamente en el programa Infostad, versión 1.1, con un nivel de significancia al 0.05%, mediante un análisis de varianza.

Procedimiento para el añejado

Para llevar a cabo el proceso del deshidratado y natural se siguió la metodología de Flores y Flores, 2023, quienes mencionan que, la “**Entrada: Añejado:** Es un proceso

de secado industrial y almacenamiento en silos, en el cual el arroz en cáscara se conserva bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y sanidad. A través de este método, se busca reducir la humedad del grano de manera natural. No es considerado como arroz añejo cuando se realiza la deshidratación industrial del grano pilado”.

Envejecimiento natural del arroz

Ocurre durante el proceso de postcosecha del arroz paddy (en cáscara), cuando se almacena el arroz en cáscara después de la cosecha. Este es un proceso que requiere mucho tiempo (varios meses a más de un año). Ocupa más espacio de almacén e incurre en mayores costos operativos y de mantenimiento. El almacenamiento de arroz por períodos largos da como resultado varias interacciones complejas entre factores bióticos y abióticos relacionados con las estructuras de almacenamiento.

Envejecimiento acelerado del arroz

Muchos antecedentes, refieren que las personas prefieren el arroz añejo al arroz recién cosechado. Sin embargo, un gran inconveniente del envejecimiento natural es el tiempo de espera y el proceso generalmente toma un mínimo de 6 a 8 meses. El enfoque alternativo fue el "envejecimiento artificial", también conocido como 'envejecimiento acelerado del arroz', induce los cambios fisicoquímicos deseados en el arroz en un período de tiempo más corto, lo que hace que las propiedades de cocción sean similares a las del arroz envejecido naturalmente

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Objetivo específico 1

Conocer el efecto del deshidratado del arroz sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz deshidratado y sin deshidratar en el Distrito de San Hilarión



Figura 1

Características fisicoquímicas del arroz deshidratado y sin deshidratar.

En la figura 1, se muestra los resultados del efecto del deshidratado del arroz, sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz deshidratado, en esta figura se muestra también que los parámetros como granos rojos, granos dañados, y material extraño, no sufrieron cambios en los valores finales obtenidos.

Discusión: En la figura 1, se muestra los resultados del arroz deshidratado y sin deshidratar, sobre las características fisicoquímicas del arroz pilado, asimismo nos muestra que el arroz deshidratado obtuvo los mejores valores en cuanto a los parámetros fisicoquímicos evaluados, dichos resultados son congruentes con lo mencionado por (Araya-Morice, et al., 2022) quien muestra los resultados obtenidos del arroz deshidratado realizado en silo, mencionando que la humedad, la longitud de grano, granos tizosos, grano dañado y material extraño, obtuvieron los mejores resultados. Los resultados muestran que ambas variedades obtuvieron resultados similares pero los principales o más determinantes fueron más resaltantes en cuanto al arroz deshidratado. Esto no implica una disminución en la calidad global del arroz, ya que el ligero aumento de granos tizosos y porcentaje de grano quebrado se debe a las condiciones de temperatura y tiempo aplicadas, por ende, estos parámetros no afectan de manera significativa la percepción del consumidor ni el rendimiento en el uso final del

producto, ya que su menor contenido de humedad y la reducción en defectos críticos (como granos dañados, mezcla varietal y material extraño) fortalecen su estabilidad y aceptación comercial.

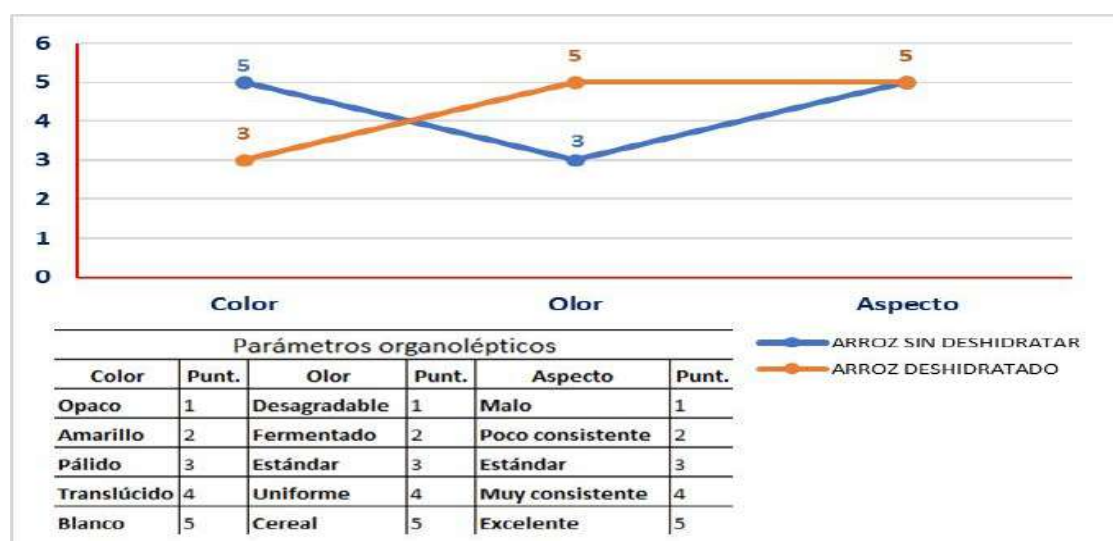


Figura 2

Características organolépticas del arroz deshidratado y sin deshidratar después del proceso de cocción.

En la figura 2, se muestra las características organolépticas, siendo el arroz deshidratado, el que muestra los mejores numéricos. La presente figura, indica puntuaciones reportadas jueces evaluadores, quienes reportaron que el arroz deshidratado obtuvo una puntuación de; color: 3 (pálido), olor: 5 (cereal), aspecto: 5 (excelente).

Discusión: Las características organolépticas se muestran en la figura 2, siendo el arroz deshidratado el que muestra los mejores resultados organolépticos, siendo congruente con lo que menciona (Mora, 2022), quien reporta valores sensoriales y los atributos como sabor integral y pegajosidad no mostraron diferencias significativas pero en cuanto a los valores evaluados en este trabajo si obtuvo diferencias muy significativas ($p < 0,0001$), sobre todo en el color y olor, además registra un aroma a cereal, otros autores como (Inidarto y Lutfiani, et al., 2021), mencionan que el envejecimiento, consiste en almacenar el producto, en búsqueda de mejora de la calidad y las propiedades físico-químicas del arroz, indican también al igual que nuestros resultados, el proceso de envejecimiento, especialmente en color, sabor, viscosidad, dureza, cohesión, adhesividad, dureza y micro contenido después de la cohesión. Los resultados obtenidos de acuerdo a nuestros panelistas, el arroz deshidratado indica una mejora significativa en la calidad organoléptica en comparación con el arroz sin deshidratar, estas mejoras hacen que el arroz deshidratado sea más competitivo en el

mercado, ya que los consumidores valoran productos de mejor color, olor agradable y un aspecto impecable, a nivel industrial se puede decir que existirá una ventaja económica, ya que la superioridad organoléptica del arroz deshidratado puede justificar un precio de venta más alto a diferencia de los demás.

4.2. Objetivo específico 2

Evaluar el efecto del tiempo y la temperatura en el proceso del deshidratado del arroz en el Distrito de San Hilarión

Tabla 3

Análisis de Varianza para el parámetro de Humedad de grano (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Humedad de grano (%)	30	0.74	0.18	5.02	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.07	9	0.56	1.73	0.1472
Tratamientos	5.07	9	0.56	1.73	0.1472
Error	6.51	20	0.33		
Total	11.57	29			



Figura 3

Porcentaje de Humedad de grano. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.

En la figura 3, se muestra una alta significancia entre tratamientos, con un R² de 74 % y un CV de 5.02 %, lo cual se encuentra dentro de los parámetros permisibles, como se muestra en el cuadro 01. Este análisis evidencia la variación entre los tratamientos, destacando que el grupo control presentó el porcentaje más alto de humedad en el grano (12,5 %), con una diferencia significativa respecto a los demás tratamientos. Además, la figura muestra que el tratamiento A7 registró el menor valor numérico (11,60 %) en comparación con los otros tratamientos.

Discusión: En la Figura 3 se observa una diferencia significativa entre los tratamientos, con un R^2 de 74 % y un coeficiente de variación (CV) de 5,02 %, valores que se encuentran dentro de los parámetros aceptables. Se destaca que el tratamiento A7 presentó el menor porcentaje de humedad en el grano (11,6 %), diferenciándose significativamente de los demás tratamientos. Además, estos tratamientos demostraron ser superiores al grupo control, que registró un 12,5 % de humedad. Sin embargo, estos resultados difieren de los reportados por García et al. (2021), quienes señalaron que la absorción de agua en las muestras de arroz tendía a aumentar con el incremento del nivel de energía, mientras que la consistencia del gel disminuía.

Tabla 4

Análisis de Varianza para el parámetro de Longitud de grano (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Longitud de grano (m)	30	0.96	0.95	7.83	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46.35	9	5.15	57.86	<0.0001
Tratamientos	46.35	9	5.15	57.86	<0.0001
Error	1.78	20	0.09		
Total	48.13	29			

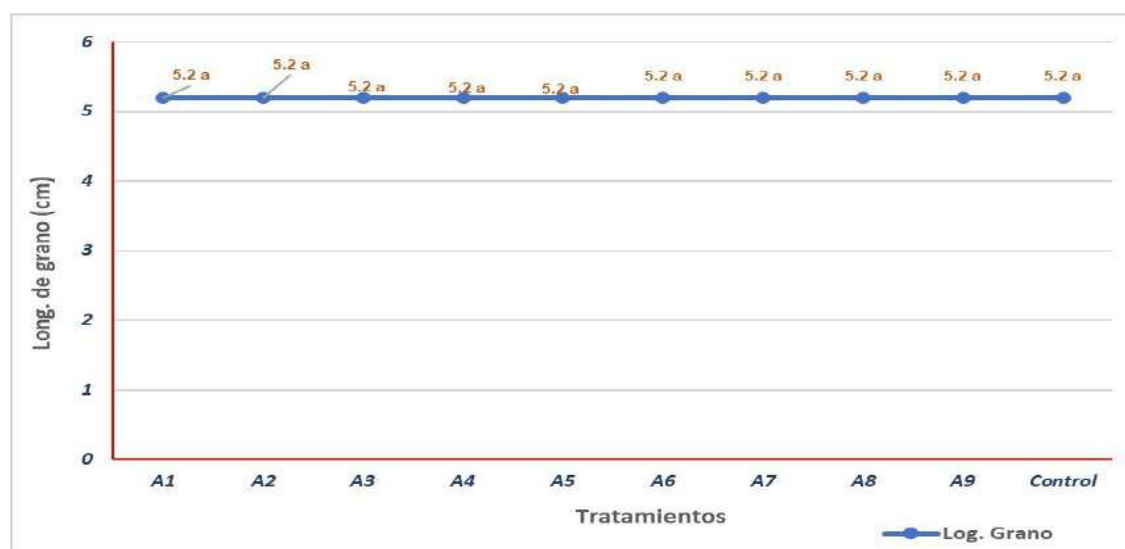


Figura 4

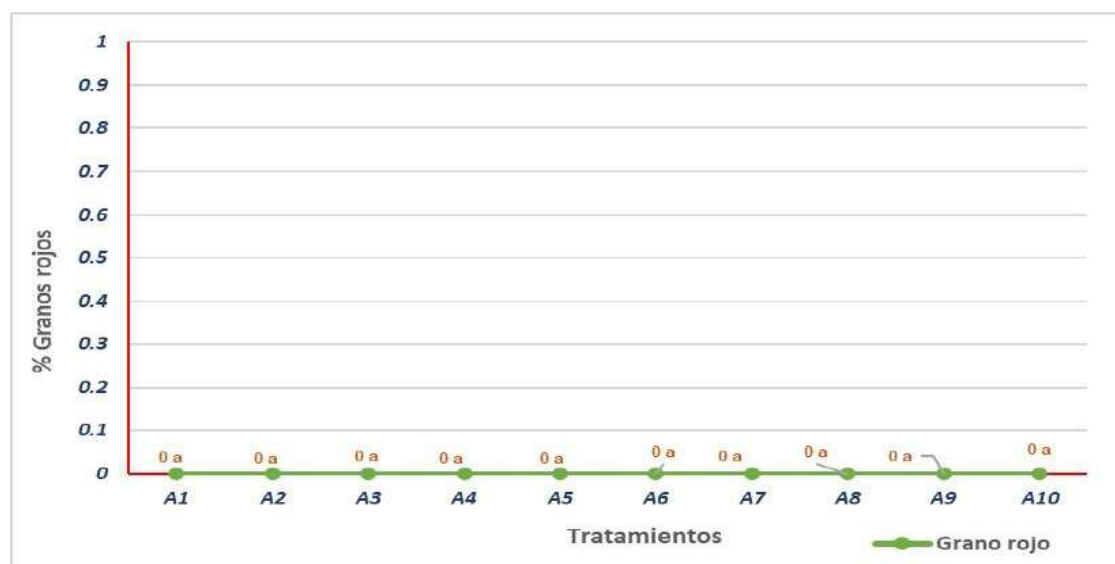
Porcentaje de Longitud de grano. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.

En la Figura 4 no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, con un R^2 de 96 % y un coeficiente de variación (CV) de 7,83 %, valores que se encuentran dentro de los parámetros aceptables, como se muestra en el Cuadro 02. La longitud del grano se mantuvo en el tamaño estándar de 5,2 cm, incluyendo el tratamiento control, el cual presentó el mismo valor numérico en comparación con los demás tratamientos, que fueron sometidos a diferentes temperaturas y tiempos.

Tabla 5

Análisis de Varianza para el parámetro de granos rojos (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Granos rojos (%)	30	0.76	0.5	16.42	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6	9	0.67	4.25	0.0034
Tratamientos	6	9	0.67	4.25	0.0034
Error	3.13	20	0.16		
Total	9.13	29			

**Figura 5**

Porcentaje de granos rojos. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.

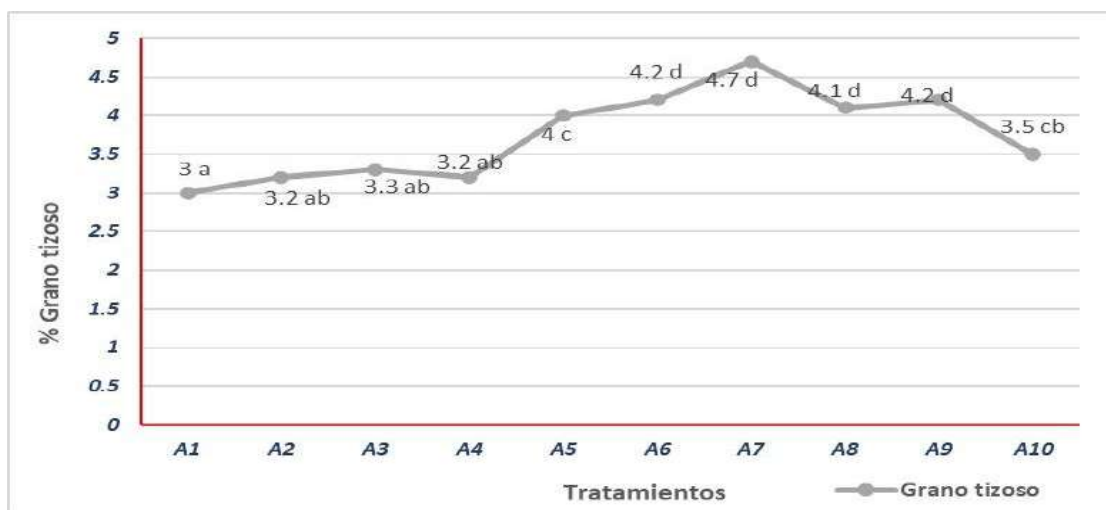
En la figura 5, se muestra la no significancia entre tratamientos, con un R² de 76 % y un CV de 16,42 %, lo cual se encuentra dentro de los parámetros permisibles, como se muestra en el cuadro 03. Nos muestra la tendencia de obtener valores numéricos similares a pesar de la influencia de la temperatura y el tiempo. En la figura se muestra también que el control también obtuvo valor numérico de 0%.

Discusión: En la figura 5, se muestra la no significancia entre tratamientos, con un R² de 76 % y un CV de 16,42 %, lo cual se encuentra dentro de los parámetros permisibles. La tendencia de obtener mayores valores numéricos conforme se incrementa la temperatura y el tiempo está muy reflejado en las figuras 3, 6 y 9, mostrando altas significancias entre tratamientos, para los parámetros de humedad de grano, grano tizoso y grano quebrado, asimismo se indica que el control obtuvo los mayores valores en los parámetros evaluados.

Tabla 6

Análisis de Varianza para el parámetro de granos tizosos (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Granos tizosos (%)	30	0.94	0.91	10.04	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38.88	9	4.32	35.03	<0.0001
Tratamientos	38.88	9	4.32	35.03	<0.0001
Error	2.47	20	0.12		
Total	41.35	29			

**Figura 6**

Porcentaje de grano tizoso. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.

En la figura 6, se muestra la no significancia entre tratamientos, con un R² de 94% y un CV de 10,04%, lo cual se encuentra dentro de los parámetros permisibles, como lo indica el cuadro 04. Esta figura muestra que el A7, obtuvo el mejor promedio, con 4,7% en comparación con los demás tratamientos y nos muestra también que el A1, obtuvo el menor valor numérico, con 3%.

Tabla 7

Análisis de Varianza para el parámetro de granos dañados (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Granos dañados (%)	30	0.95	0.93	15.02	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14.97	9	1.66	43.78	<0.0001
Tratamientos	14.97	9	1.66	43.78	<0.0001
Error	0.76	20	0.04		
Total	15.73	29			

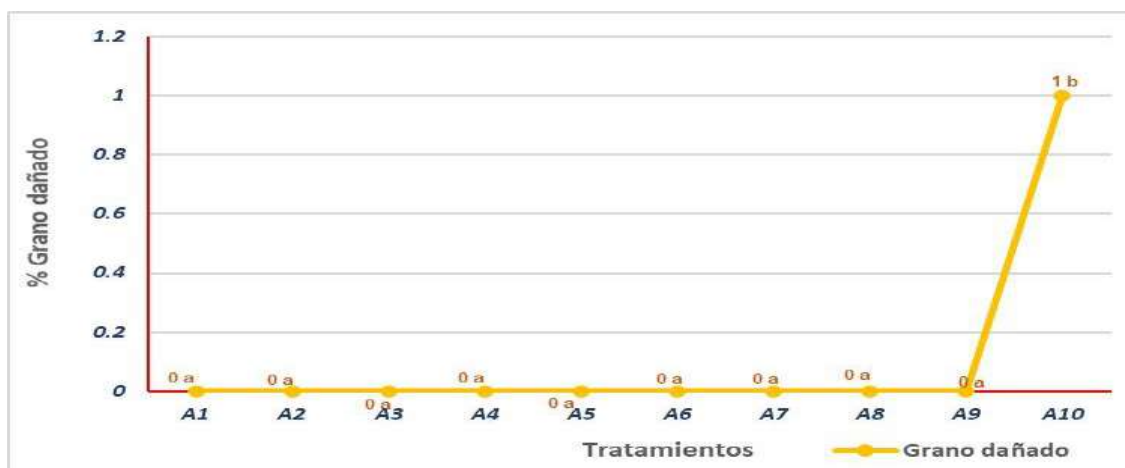


Figura 7

Porcentaje de grano dañado. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.

En la figura 7, se muestra la significancia entre tratamientos, en esta figura se muestra que el control (A10), el cual obtuvo 1%, muestra diferencia significativa frente a los demás tratamientos, este parámetro tiene un R^2 de 95% y un CV de 15,02%, lo cual se encuentra dentro de los parámetros permisibles. Esta figura también muestra que los tratamientos no fueron influenciados por la temperatura y los tiempos evaluados.

Tabla 8

Análisis de Varianza para el parámetro de mezcla varietal (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Mezcla varietal (%)	30	sd	sd	sd	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0	9	0	sd	sd
Tratamientos	0	9	0	sd	sd
Error	0	20	0		
Total	0	29			

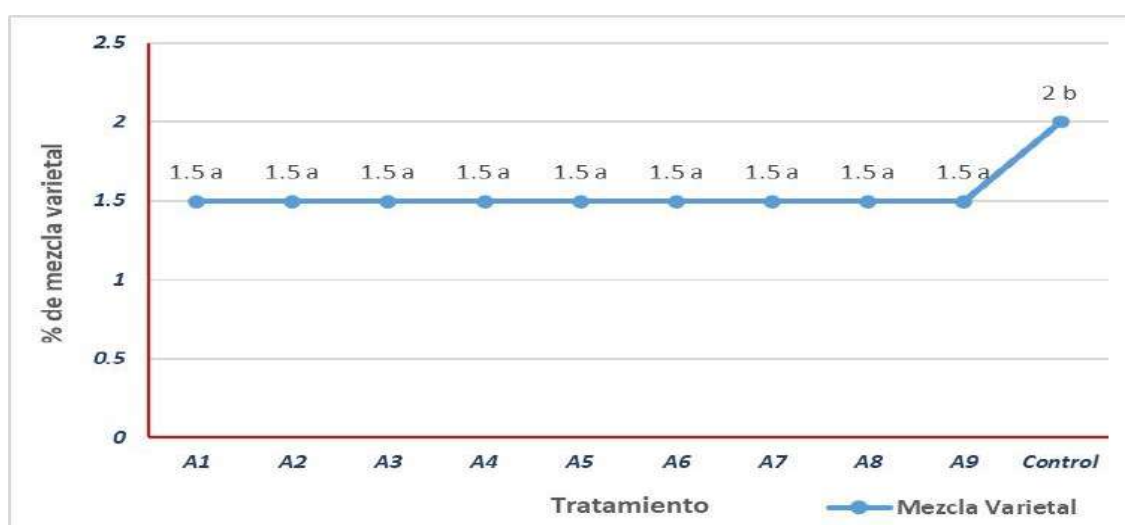


Figura 8

Porcentaje de mezcla varietal. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.

En la figura 8, se muestra la significancia entre tratamientos, denotándose el tratamiento Control, quien obtuvo, 2% de mezcla varietal y muestra significancia con los demás tratamientos. Esta figura también muestra que los tratamientos no fueron influenciados por la temperatura y los tiempos establecidos. En el cuadro 06, se muestra la no significancia de los tratamientos.

Tabla 9

Análisis de Varianza para el parámetro de grano quebrado (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Grano quebrado (%)	30	0.99	0.99	6.48	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	192.34	9	21.37	272.82	<0.0001
Tratamientos	192.34	9	21.37	272.82	<0.0001
Error	1.57	20	0.08		
Total	193.9	29			

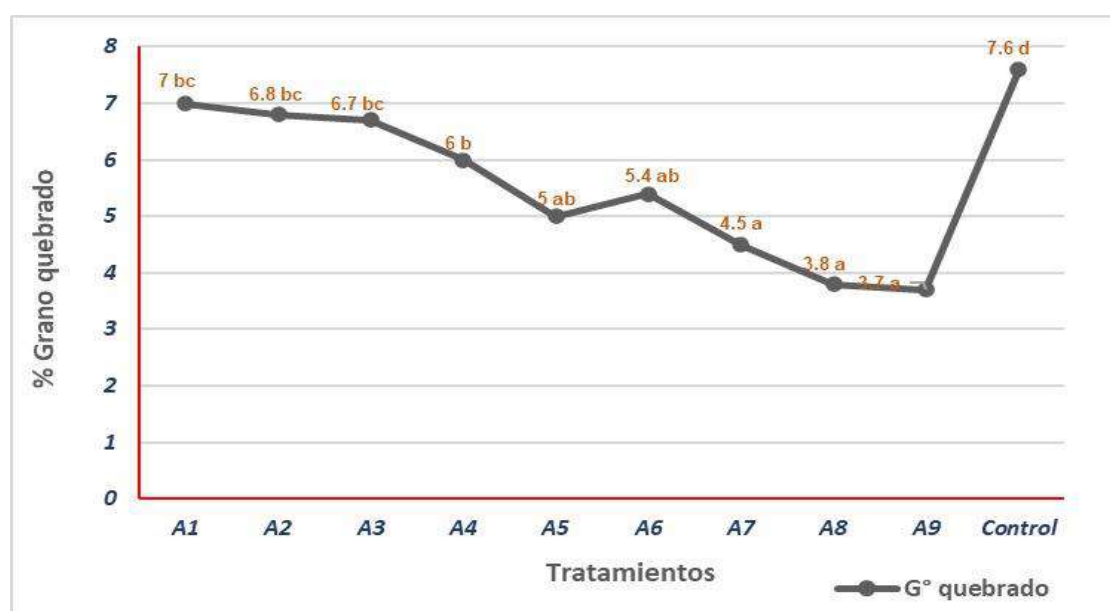


Figura 9

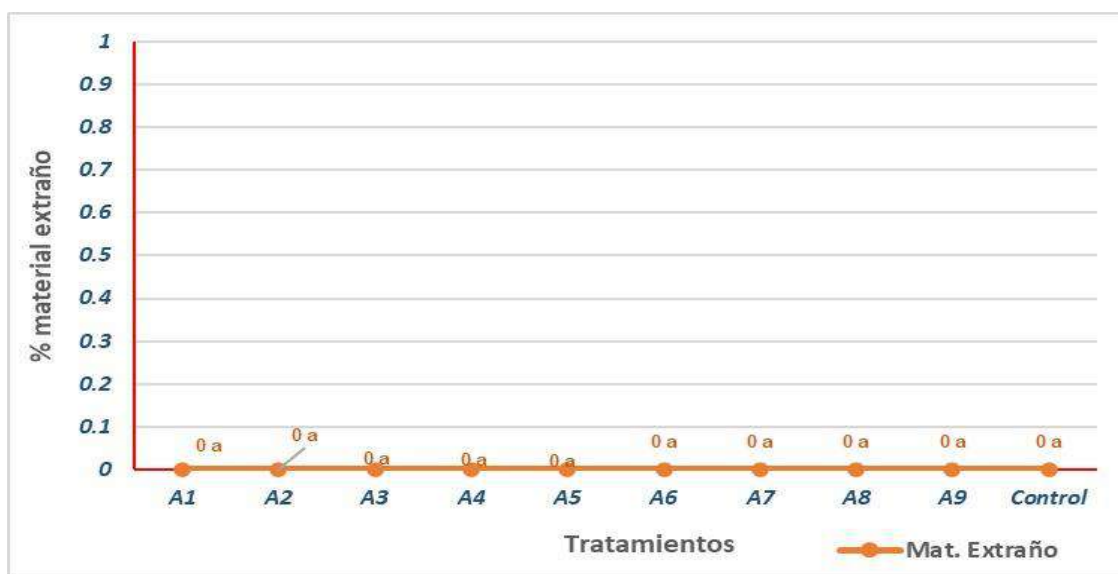
Grano quebrado. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz

En la figura 9, se muestra la significancia entre tratamientos, en esta figura se muestra que el control (A10), fue el tratamiento que obtuvo el mayor valor, con 7,6% y muestra diferencia significativa frente a los demás tratamientos, este parámetro tiene un R² de 99% y un CV de 6,48%, lo cual se encuentra dentro de los parámetros permisibles. Esta figura también muestra que el tratamiento A9 obtuvo el menor valor numérico con 3,7%, mostrando diferencia significativa frente a los demás tratamientos.

Tabla 10

Análisis de Varianza para el parámetro de material extraño (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Material extraño (%)	30	sd	sd	sd	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0	9	0	sd	sd
Tratamientos	0	9	0	sd	sd
Error	0	20	0		
Total	0	29			

**Figura 10**

Porcentaje de material extraño. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.

En la figura 10, se muestra la no significancia entre tratamientos, donde se denota que los tratamientos no mostraron cambios al ser sometidos a temperaturas y tiempos distintos. Nos muestra que el parámetro de material extraño no fue influenciado por las variables interpuestas, ésta no significancia se muestra en el cuadro 08.

Tabla 11

Análisis de Varianza para el parámetro de metales pesados (mg/kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Metales pesados (mg/kg)	30	sd	sd	sd	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0	9	0	sd	sd
Tratamientos	0	9	0	sd	sd
Error	0	20	0		
Total	0	29			

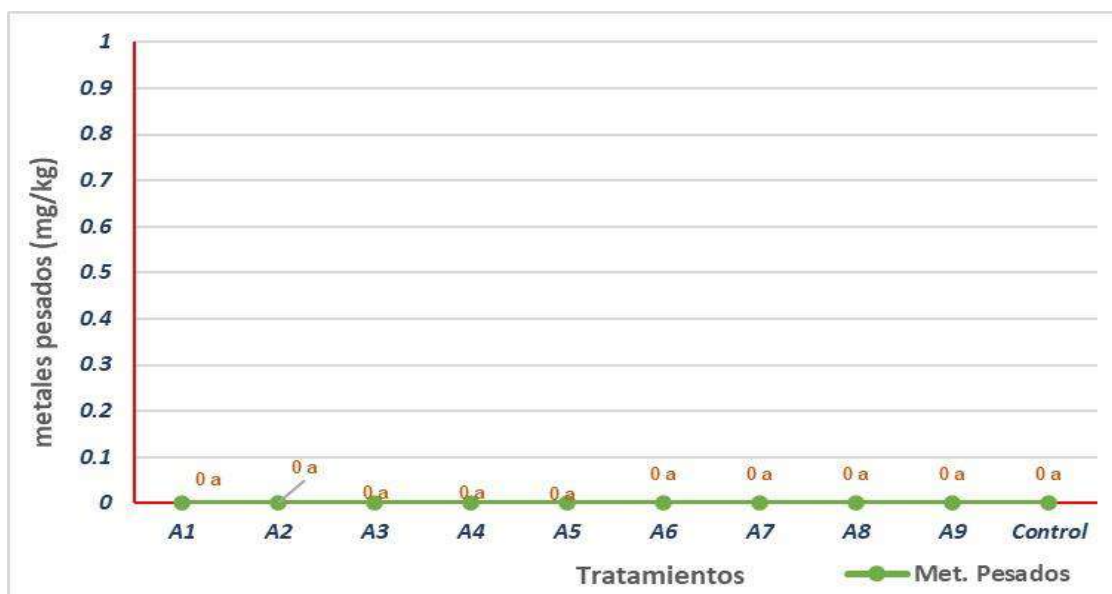


Figura 11

Porcentaje de metales pesados. Tratamientos evaluados bajo el efecto de la temperatura y el tiempo en el proceso del deshidratado del arroz.

En la figura 11, al igual que en algunos parámetros evaluados, se denota la no significancia entre tratamientos, donde se denota que los tratamientos no mostraron cambios al ser sometidos a temperaturas y tiempos distintos. Nos muestra que el parámetro de metales pesados, no fue influenciado por las variables interpuestas, ésta no significancia se muestra en el cuadro 09.

Discusión: Los resultados obtenidos nos muestran que la figura 4, 7, 8, 10 y 11 nos muestra la no significancia entre los tratamientos, mostrando que la deshidratación del arroz no perjudica los resultados finales del arroz, sin embargo este proceso de deshidratado podría servir también para controlar plagas en el producto final del arroz pilado (Wangspa et al., 2018) por lo tanto, según lo mencionado por el autor el tratamiento a 65 °C durante 120 segundos, puede contribuir a este objetivo sin afectar negativamente las propiedades físicas y químicas importantes del arroz durante el almacenamiento en comparación con el arroz sin añejar o deshidratar. Estos resultados también difieren con lo indicado por (Faruk et al., 2014), (Nayak y Mohapatra, 2019), quienes obtuvieron mejores resultados en este parámetro a temperaturas de 110°C, tratado a 3 horas, superando las temperaturas y tiempos utilizados en este estudio; se podría realizar experimentos utilizando recipientes sellados con menores cantidades como lo indica (Rosniyana et al., 2004), para lograr mayor elongación de los granos.

CONCLUSIONES

1. El proceso de deshidratado del arroz ha demostrado tener un impacto positivo en las características fisicoquímicas del arroz variedad Valor, teniendo variaciones en algunos parámetros, mientras que otros se mantuvieron dentro de los estándares establecidos en el Distrito de San Hilarión. Entre los cambios que hubo, se destaca la reducción a 11,7 % de la humedad del grano, un 3,5 % de granos tizosos y un 3,7 % de granos quebrados. Por otro lado, algunas características se mantuvieron estables, como la longitud del grano (5,2 mm) y la mezcla varietal (1,5 %). Además, el proceso de deshidratado logró mantener en 0 % los granos dañados y los materiales extraños, asegurando también niveles mínimos de metales pesados (0,2 mg/kg). Siendo estos resultados muy favorables en la que reflejan la efectividad del deshidratado en la preservación de la calidad del grano, cumpliendo así con los estándares exigidos para su comercialización.
2. Los análisis organolépticos muestran que, aunque el arroz deshidratado obtuvo una calificación de 3 (pálido) en color, esta característica es positiva, ya que el cambio hacia un tono amarillento es típico del arroz añejo y no indica deterioro. En cuanto al olor, el arroz deshidratado destacó con un 5 (cereal), frente al 3 (estándar) del arroz sin deshidratar, lo que refleja un aroma más agradable. Ambos tipos de arroz alcanzaron una puntuación de 5 (excelente) en aspecto, lo que demuestra que el proceso de deshidratado no afectó su apariencia, por lo que el proceso de deshidratado no solo mantuvo la calidad visual y estructural del arroz, sino que también mejoró sus características sensoriales, favoreciendo su aceptación en el mercado.
3. Los resultados obtenidos de los tratamientos muestran que, al incrementar la temperatura y el tiempo de deshidratado, se generan variaciones en algunas de las características fisicoquímicas del arroz pilado. Estas variaciones son clave para comprender cómo las condiciones del proceso de deshidratado influyen en la calidad del arroz, lo que contribuye a optimizar su aceptabilidad y competitividad en el mercado.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar investigaciones adicionales utilizando otras variedades de arroz, así como evaluar diferentes combinaciones de mezcla varietal. Estos estudios podrían aplicarse en el proceso de deshidratado para determinar cómo cada variedad y mezcla influye en las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz. Esto permitiría optimizar el proceso y mejorar la calidad del producto final, brindando más opciones para la comercialización y mejorando la competitividad en el mercado.
2. Se recomienda llevar a cabo futuros estudios experimentales probando otras temperaturas durante el proceso de deshidratado, complementados con pruebas de cocción. Estos ensayos deben basarse en los resultados obtenidos en el presente trabajo para evaluar cómo las diferentes condiciones térmicas afectan la calidad organoléptica del arroz, específicamente en términos de textura, sabor y otros atributos sensoriales importantes para su aceptación en el mercado.
3. Evaluar el impacto del deshidratado en las propiedades nutricionales del arroz, considerando parámetros como el contenido de proteínas, almidón y minerales, para determinar posibles mejoras o pérdidas durante el proceso.
4. Implementar estudios a nivel industrial para validar los resultados obtenidos en condiciones controladas, considerando factores como costos de operación, eficiencia energética y capacidad de producción.
5. Realizar pruebas sensoriales más amplias con paneles de degustación diversificados para validar y complementar los resultados obtenidos en el análisis de las características organolépticas del arroz, como el color, olor, textura y sabor. Estos estudios deberían incluir evaluaciones bajo diferentes condiciones de preparación y consumo, considerando factores como las preferencias del consumidor final, la aceptabilidad general y su potencial posicionamiento en el mercado. Los resultados permitirían ajustar y mejorar el proceso de deshidratado para maximizar la calidad y competitividad del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araya-Morice, A., Moro-Norori, A. L., Cubero-Castillo, E., Azofeita, A. y Araya-Quesada, Y. 2022. Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de arroz (*Oryza sativa*) durante el proceso de añejado en silo. Revista de Agronomía Mesoamericana. Volumen 33(Especial): Artículo 51586, e-ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v33iEspecial.51586
- Bances, Y.E. 2018. Estudio de mercado para el lanzamiento de una nueva marca de arroz añejo en la ciudad de Chiclayo para la empresa agricultor S.A.C. Tesis para obtención de Licenciado en Administración de Empresas. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1346>
- Becerra, E.I. 2022. Propuesta de un sistema de control de temperatura en el proceso de añejado para mejorar las características del arroz. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4879>
- Castillo, C.A. 2019. Redistribución del Área de la Añejadora para Mejorar la Productividad en la Empresa Grupo Molinero Parcker's S.A.C. San José, 2019. Tesis para obtención el Título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47844>
- Cobos, F., Gómez, J., Hasang, E. y Medina, R. 2020. Sostenibilidad del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Daule, Provincia del Guayas, Ecuador. Journal Of Science And Research E-Issn: 2528-8083 <https://doi.org/10.5281/zenodo.4116460>
- Cruz, J.I., 2021. Comparativo de rendimiento entre 20 líneas promisorias y 10 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de riego en la región San Martín 2018. Tesis realizada para la obtención del título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5214>
- Delgado, C.V. 2021. Estudio de prefactibilidad para la implementación de un Molino de Arroz en la Provincia de Picota, Departamento de San Martín. Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniera industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/20408>
- Espinoza, Y. A. y Mori, A.G. 2019. Aplicación del Estudio del Trabajo para aumentar la productividad en el Molino El Comanche S.R.L, San José, 2019. Tesis para obtención de título profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47843>

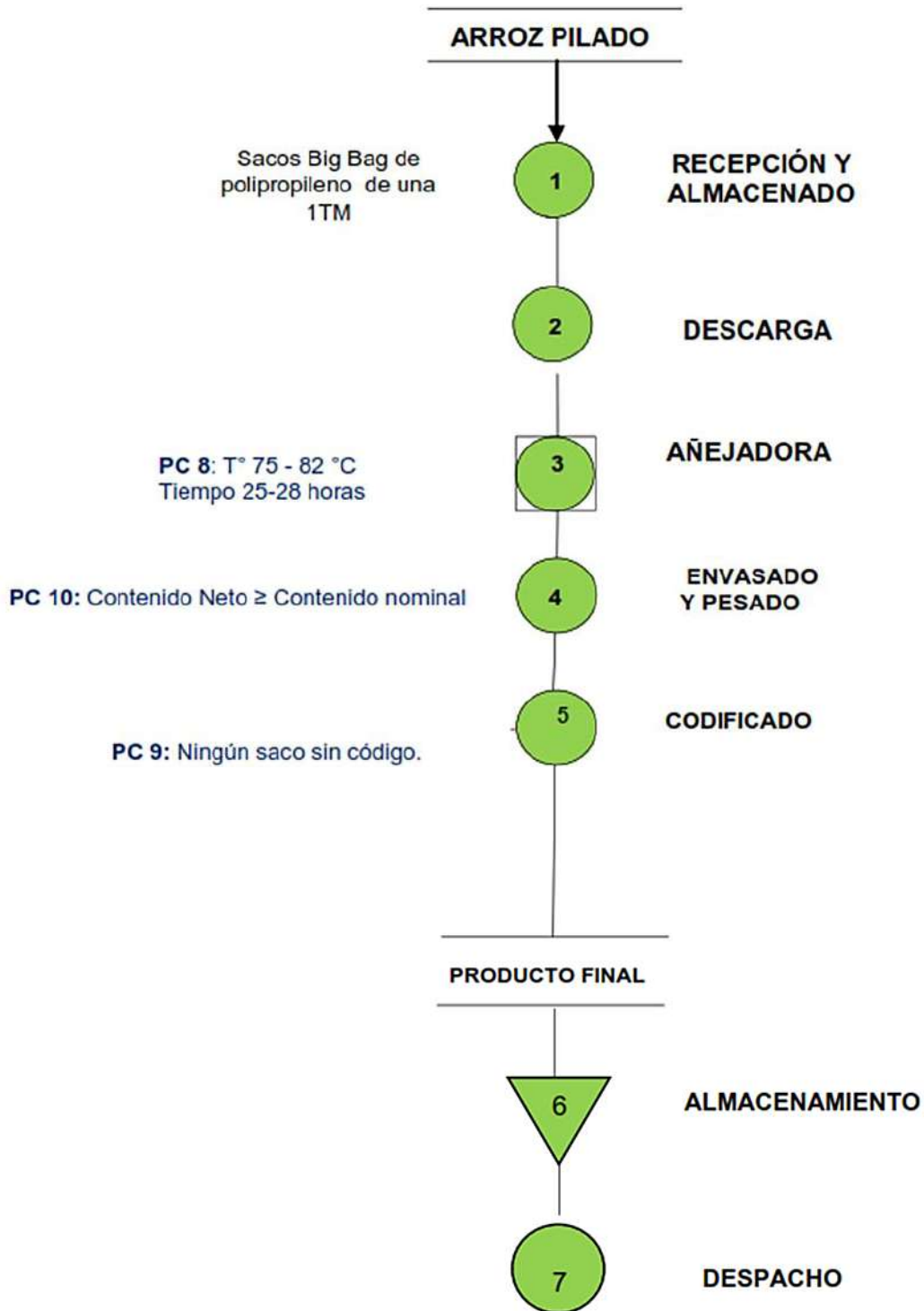
- Faruk, G.; Hadhim, M.O. y Meisner, M. Kernel Ageing: An Analysis in Four Malaysian Rice Varieties. *International Journal Of Agriculture & Biology* 1560–8530/2003/05–3–230–232. <https://repository.cimmyt.org/server/api/core/bitstreams/1d91b110-6696-4ccd-8960-222942b12566/content>
- Flores, H y Flores, L. Guía técnica del proceso de envejecido-añejado del arroz Agroindustrias San Hilarion S.A.C. Quevedo, Los Ríos – Ecuador. www.induhorst.com
- García, A.; Villanueva, M.; Muñoz, J.M. y Ronda, F., 2021. Dry-Heat Treatment vs. Heat-Moisture Treatment assisted by microwave radiation: Techno-functional and rheological modifications of rice flour. <https://www.semanticscholar.org/paper/Dry-heat-treatment-vs.-heat-moisture-treatment-bySolaesaVillanueva/8cfbf3920c5ecf266c02d31aab94ef8de03499c4>
- Halim, A.A., Rafii, M., Osman, M., Oladosu, Y., and Chukwu, S. 2021. Ageing Effects, Generation Means, and Path Coefficient Analyses on High Kernel Elongation in Mahsuri Mutan and Basmati 370 Rice Populations. *BioMed Research International*. Article ID 8350136, 20 pages <https://doi.org/10.1155/2021/8350136>
- Indiarto, R. and Lutfiani, R. 2021. Aging Technique Of Rice And Its Characteristics. *International journal of scientific & technology research* volume 10, issue 01. Issn 2277-8616 <https://www.researchgate.net/publication/350327464>
- Mejía, E. y Mondragón, D. 2019. “Efecto de la Temperatura y el Tiempo en el Proceso de Deshidratado de Arroz, Sobre Sus Características Fisicoquímicas”. Tesis para obtención de título profesional de ingeniería química. Universidad Pedro Ruíz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8221/BC-4608%20MEJIA%20BURGA-MONDRAGON%20CRUZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mora, A. L. 2022. Caracterización físico-química y sensorial, aplicando un método de cocción determinado, de dos variedades de arroz (*Oryza sativa*) durante el proceso de añejamiento en silo. Trabajo final de graduación para optar el grado de licenciatura en Ingeniería de Alimentos. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Universidad de Costa Rica. <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/16568/1/46308.pdf>
- Nayak, M. and Mohapatra, M., 2019. Effect of microwave heating on accelerated ageing qualities of rice. *College of Agricultural Engineering and Technology, OUAT, Bhubaneswar, Odisha, India*. Vol. 56 No. 2: 228-235 DOI 10.35709/ory.2019.56.2.8

- Pereyra, F. y Cambra, M. 2018. Obtención y caracterización de almidón químicamente modificado de arroz. XXVIJJI-Jornada de Jóvenes Investigadores AUGM-Universidad Nacional de Cuyo-Mendoza, Argentina. https://economicas.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13332/27-agroalimentos-pereyra-florenia-uner.pdf
- Pisfil, D.J. 2021. Evaluación del efecto de la temperatura y Tiempo de deshidratado en la calidad Culinaria de arroz (*oryza sativa*)". Tesis para obtención de grado académico de ingeniero Agroindustrial y Comercio exterior. Universidad Señor de Sipán. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7711>
- Rosniyana, A.; Hashifah, M.A. y Shariffah, S.A. 2004. Effect of heat treatment (accelerated ageing) on the physicochemical and cooking properties of rice at different moisture contents. J. Trop. Agric. and Fd. Sc. 32(2). [https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-heat-treatment-\(accelerated-ageing\)-on-of-Hashifah-Rosniyana/129ef8f30f2e93fac9d2e2856c7e7ae351641947](https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-heat-treatment-(accelerated-ageing)-on-of-Hashifah-Rosniyana/129ef8f30f2e93fac9d2e2856c7e7ae351641947)
- Shanti, P. and Palanimuthu, V., 2019. Effect of Steaming on Accelerated Ageing of Rice (*Oryza sativa* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. ISSN: 2319-7706 Volume 8 Number 02 <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.041>
- Villegas, E. Y. 2023. Proyecto de inversión privada para la instalación de una planta de añejamiento de arroz en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia Rioja, departamento San Martín, para la comercialización a nivel departamental, 2022. Tesis realizada para la obtención del grado académico de bachiller en administración de empresas. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6231>
- Wangspa W., Vearasilp, S. and Chambang, Y., 2018. Effects of Radio Frequency Heating and Storage Time on Physical and Chemical Properties of Rough Rice cv. Khao Dawk Mali 105. CMU J. Nat. Sci. Vol. 17:02 <https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2018.0008>

ANEXOS

Anexo 1

Diagrama de flujo del proceso del Arroz deshidratado.



1. RECEPCIÓN Y ALMACENADO

Esta etapa se realiza la recepción del arroz pilado que son almacenados en sacos big bag de polipropileno de capacidad de 1TM. por un periodo mínimo de 5 días a más.

2. DESCARGA

El arroz es vaciado a la tolva de abastecimiento de las maquinas Deshidratadoras o Envejecedoras de Grano (conocidas también, añajadoras industriales).

3. AÑEJADORA

En este proceso, el arroz se somete a temperaturas de calor que van desde 0 hasta 82°C en una máquina con diseño similar a una colmena, donde el calor es generado por resistencias eléctricas, permitiendo así deshidratar al arroz. Esto le otorga un color cremoso, menor humedad y mejora su rendimiento y graneado en la cocción. El proceso, que incluye calentamiento, deshidratación y enfriamiento, dura entre 40 y 48 horas.

Para ser descargado a la tolva de enfriamiento (envasado), el arroz deshidratado debe tener una humedad de 10 a 12%, una temperatura de 30 a 31°C, y la temperatura ambiente debe estar dentro de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ de la temperatura del grano para evitar el trizado.

4. ENVASADO Y PESADO

A través de la tolva de envasado se llenan en sacos de polietileno estos se pesan se sellan/cosen, de acuerdo a la presentación, luego es cargado y colocado sobre los pallets que a su vez serán las trasladadas al almacén de producto terminado con el apoyo del montacarga.

5. CODIFICADO

Los sacos de polipropileno y/o bolsas de polipropileno son codificados en la cantidad necesaria por lote de producción, en donde se consigna los datos de Fecha de Fabricación, Fecha de Vencimiento y lote, de manera manual.

Producto Final

Se considera producto final o terminado a aquellas unidades que han sido sometidas a todas las etapas antes descritas, cumpliendo las buenas prácticas de manufactura y rotulación correspondiente.

6. Almacenamiento

El proceso consiste en almacenar el arroz en almacenes especializados, apilado sobre parihuelas de madera, cumpliendo estrictamente con las normas establecidas. Esto previene la proliferación de microorganismos indeseables y evita el deterioro o daño físico del empaque. Para garantizar la calidad del almacenamiento, se aplican las Buenas Prácticas de Manufactura conforme al procedimiento establecido.

7. Despacho

El producto es despachado en unidades de transporte que estén acondicionados de tal manera que protejan el producto según las normativas vigentes.

Anexo 11.**Maquinas añejadoras industriales (deshidratadoras)**

Máquina de Deshidratado (14 y 7 TN)



Comprensoras de las Máquinas



Maquina por dentro



Tablero de control

Anexo 12.

Equipos de muestreo de arroz



Medidor de humedad del arroz



Clasificador de grano de arroz



Balanza analítica y recipiente
(sistema de pesa con tare)



vernier para medir la longitud del grano

Anexo 13.**Fotos de los análisis fisicoquímicos**

Clasificación de grano tiza



Grano tizoso



Grano sin tiza



Humedad del arroz



% de grano quebrado

Anexo 14.

Panelistas sensoriales.



Anexo 15.

Arroz Deshidratado y sin deshidratar (Los rectangulares es deshidratado y los círculos sin deshidratar)



CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO

EL SUSCRITO PRESENTO LA CONSTANCIA, DANDO FÉ:

Haber acompañado en el asesoramiento de la pesquisa: "Efecto del deshidratado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del arroz Pilado en el Distrito de San Hilarión"

Elaborado por el bachiller de Agroindustrias:

Jack Kleider San Cruz Curinambe

Firmo en señal de conformidad.

Tarapoto, 12 de agosto del 2024.



Asesor:
Ing. M. Sc. Merlin del Aguila
Hidalgo

Efecto del deshidratado sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del Arroz Pilado en el Distrito de San Hilarión

por Jack Kleider Santa Cruz Curinambe

Fecha de entrega: 21-may-2025 10:13a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2681471341

Nombre del archivo: Tesis_Jack_Kleider_25.03.25_C.docx (3.07M)

Total de palabras: 13802

Total de caracteres: 76294

Efecto del deshidratado sobre las características físicoquímicas y organolépticas del Arroz Pilado en el Distrito de San Hilarión

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
7	INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental del PAMA de la Planta Pucallpa Dedicada a la Elaboración de Bebidas Gaseosas y Agua de	1%