Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Unidad de Posgrado

Producción de hongos comestibles "*Pleurotus ostreatus*" utilizando como sustrato los residuos agrícolas de cosecha en la Empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencia de los Alimentos

AUTOR

Heini Greace ROMERO MACEDO

ASESOR

Dra. Gladys Constanza ARIAS ARROYO

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Romero H. Producción de hongos comestibles "*Pleurotus ostreatus*" utilizando como sustrato los residuos agrícolas de cosecha en la Empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Unidad de Posgrado; 2022.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Heini Greace Romero Macedo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	44131484
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9058-6049
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Gladys Constanza Arias Arroyo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06518454
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8674-4147
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Ricardo Angel Yuli Posadas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	19990006
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Gladys Constanza Arias Arroyo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06518454
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Javier Saul Córdova Ramos
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	43479904
Miembro del jurado 3	
Nombres y apellidos	Mirtha Roque Alcarraz
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	08644654
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.1.1.2. Biodiversidad y Ecología de Ecosistemas terrestres.
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Barranca Distrito: Paramonga Latitud: -10.6742 Longitud: -77.8197 10° 40′ 27″ Sur, 77° 49′ 11″ Oeste
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019 - 2022
URL de disciplinas OCDE	Agricultura https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.01 Biotecnología agrícola, Biotecnología Alimentaria https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.04.01 Agronomía https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.06

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

Siendo las **08:00 hrs. del 10 de junio de 2022** se reunieron mediante la plataforma de Google Meet de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el Jurado Evaluador de tesis, presidido por el Dr. Ricardo Angel Yuli Posadas e integrado por los siguientes miembros: Dra. Gladys Constanza Arias Arroyo (asesora), PH.D. Javier Saul Córdova Ramos y Dra. Mirtha Roque Alcarraz ; para la sustentación oral y pública de la tesis intitulada**: "Producción de hongos comestibles** ***"Pleurotus ostreatus"*** **utilizando como sustrato los residuos agrícolas de cosecha en la Empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A",** presentado por la Bachiller en Bromatología y Nutrición **Heini Greace Romero Macedo.**

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar al Grado Académico de **Magíster en Ciencia de los Alimentos.** Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por la graduanda.

A continuación, el Jurado Evaluador de tesis procedió a la calificación, la que dio como resultado el siguiente calificativo:

Dieciséis (16) BUENO

Luego, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad proponga que se le otorgue a la Bachiller en Bromatología y Nutrición **Heini Greace Romero Macedo,** el Grado Académico de **Magíster en Ciencia de los Alimentos**.

Siendo las 10: 36 horas. se levanta la sesión.

Se extiende el acta en Lima, a las 10:36am horas del 10 de junio de 2022.

.....	.....
Dr. Ricardo Angel Yuli Posadas (P. P, T.C.)	Dra. Gladys Constanza Arias Arroyo (P. P, T.C.)
Presidente	Miembro - Asesora
.....	.....
PH.D. Javier Saul Córdova Ramos (P. Asoc, T.P.)	Dra. Mirtha Roque Alcarraz (P. P, D.E.)
Miembro	Miembro

Observaciones:

.....

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Ana Macedo Fernández y mi hija Ana que me apoyaron siempre incondicionalmente dándome las fuerzas para seguir creciendo profesionalmente, por su firmeza de creer en mí que puedo lograr mis objetivos planteados a corto y largo plazo.

A mi amigo Joe Ramirez por su apoyo en compartir sus conocimientos y habilidades que me ayudaron en el proceso de la tesis.

En general familiares y amigos que me brindaron su apoyo para seguir en la ejecución y desarrollo de la tesis.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por mantenerme con la fortaleza por permitirme llegar a culminar este proyecto, en segundo lugar, a todas las personas que me apoyaron en este camino un poco largo, pero no difícil de llegar. A mis diferentes maestros que fueron claves en el desarrollo de este trabajo en especial a la Dra. Gladys Arias que a pesar del tiempo siempre estuvo apoyándome y por esas ganas de trasmitirme sus conocimientos, logrando este objetivo de culminar el desarrollo de la tesis.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN i

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN 1

2.1.- Antecedentes 3

2.2.- Aspectos teóricos 4

2.2.1.-Hongos 4

2.2.2.- Taxonomía del hongo *Pleurotus ostreatus* 5

2.2.3.- Fisiología de *Pleurotus ostreatus* 6

2.2.4.- Características morfológicas de *Pleurotus ostreatus* 6

2.2.5.- El ciclo reproductivo de *Pleurotus ostreatus* 7

2.2.6.- Importancia nutricional del cultivo de *Pleurotus ostreatus* 8

2.2.7.- Sustratos utilizados para el cultivo de *Pleurotus ostreatus.* 9

2.2.8.- Utilización del hongo *Pleurotus ostreatus* 10

2.2.9.- Factores que influyen en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* 10

2.2.10.- Toxicidad del hongo *Pleurotus ostreatus* 12

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 13

3.1.- Ubicación 13

3.2.- Proceso de producción de hongos de *Pleurotus ostreatus* 13

3.2.1.- Preparación del inóculo o semilla 13

3.2.2.- Preparación de sustratos e inoculación 15

3.2.3.- Incubación 21

3.2.4.- Inducción 21

3.2.5.- Fructificación 22

3.2.6.- Cosecha 22

3.2.7.- Diseño estadístico 22

CAPÍTULO IV. RESULTADOS 23

4.1.- Parámetros evaluados 23

4.2.- Determinación de la precocidad 26

4.3.- Análisis de la eficiencia biológica 27

4.4.-Determinación de la Tasa de Producción del hongo *Pleurotus ostreatus* 28

4.5.-Determinación de la tasa de biodegradación del hongo *Pleurotus ostreatus* 30

4.6.- Determinación del sombrero de los basidiocarpos del hongo *Pleurotus ostreatus* .. 31

4.6.-Determinación de los gramos de hongos cosechados / kg de los sustratos en cada grupo por repeticiones 32

4.7.- Análisis fisicoquímico del hongo *Pleurotus osteatrus* 33

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN 34

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES 37

CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 39

CAPÍTULO IX. ANEXOS 44

RESUMEN

Se evalúa la producción de *Pleurotus ostreatus* como alternativa agroecológica en manejo de residuos agrícolas de cosecha de la Empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A. durante el 2014 con la finalidad de evitar el quemado de dichos residuos después de la cosecha que conlleva a un costo ambiental y monetario. Se realiza, en seis etapas, la producción de hongos *Pleurotus ostreatus*, la primera de preparación del inóculo, siguiendo por la preparación del sustrato, incubación, inducción, fructificación, y finalmente la cosecha. Se obtiene que las hojas de caña de forma molida es el sustrato que presenta mayor rendimiento en relación a la productividad de *Pleurotus ostreatus*, obteniendo 424 g/kg de sustrato, precocidad de 5 días, eficiencia biológica de 37%, tasa de producción 0,61%, tasa de biodegradabilidad de 57,31% y un tamaño de sombrero 13,32 cm; seguido por el sustrato de broza, por lo que se puede trabajar con estos dos sustratos. Adicionalmente, los sustratos con mejor rendimiento (hojas y broza de caña) se encuentran disponibles en un 60% de los residuos agrícolas, lo cual se demuestra como un beneficio importante sobre el manejo de estos residuos.

Palabras claves: Producción, *Pleurotus ostreatus*, caña de azúcar, rendimiento, hongos, residuos agrícolas.

ABSTRACT

The production of *Pleurotus ostreatus* is evaluated as an agroecological alternative in the management of agricultural harvest residues of the Agro Industrial Paramonga S.A.A. during 2014 in order to avoid the burning of said residues after harvest, which generates an environmental and monetary cost. The production of edible fungi of *Pleurotus ostreatus* is carried out in six stages, the first one of preparation of the inoculum, followed by the preparation of the substrate, incubation, induction, fruiting, and finally the harvest. It is obtained that the substrate with the highest yield in production of Edible fungi of *Pleurotus ostreatus* are ground cane leaves, obtaining 424 g/ kg of substrate, a precocity of 5 days, a biological efficiency of 37%, a production rate of 0.61%, a biodegradability rate of 57.31 % and a hat size 13.32 cm; followed by the brush substrate, so you can work with these two substrates. Additionally, the substrates with the best performance (cane leaves and brush) are available in 60% of agricultural residues, which is demonstrated as an important benefit on the management of these residues.

Keywords: Production, *Pleurotus ostreatus*, sugarcane, yield, edible mushrooms, agricultural residues.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se emplea tecnológica de carácter artesanal para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* debido a que representa una alternativa efectiva para la agroecología ya que este tipo de tecnología no necesita fertilizantes u otras clases de productos que se utilizan en una agricultura convencional, además, cuando se usa para cultivar hongos se obtienen grandes cantidades en periodos de tiempo relativamente cortos. Un aspecto importante de este tipo de tecnologías es la capacidad de emplear residuos agrícolas y residuos agroindustriales como sustratos para el cultivo de hongos, de esta forma se coopera con el medio ambiente y se contribuye con la generación y la seguridad alimentaria, además de aportar alimentos nutritivos. Por lo tanto, producir hongos utilizando residuos como sustratos es una de las formas más eficientes y provechosas de reutilizar los desechos agrícolas para la producción de alimentos.

El género *Pleurotus* se usa para conseguir productos proteicos con alto interés alimenticio, estos hongos son importantes por su valor nutritivo por lo que se fomenta su producción. La especie *Pleurotus ostreatus* es considerada la especie que a mayor escala se ha cultivado alrededor del mundo, la razón es porque se valoriza la capacidad de este hongo por producir alimentos de alta calidad. Además, *Pleurotus ostreatus* ha mostrado una alta versatilidad al momento de adaptarse en diversos tipos de residuos agrícolas y residuos agroindustriales.

En este contexto, el presente estudio tiene como finalidad producir hongos "*Pleurotus ostreatus*" con fines alimenticios, utilizando como sustrato los residuos agrícolas de cosecha de caña de azúcar de la Empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A., asimismo, se busca establecer las condiciones de los residuos a utilizar como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus*, realizar el proceso a utilizar desde la siembra hasta la cosecha de *Pleurotus ostreatus* y calcular la cantidad de sustratos, eficiencia biológica y rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*.

El objetivo principal de la tesis es determinar si los residuos agrícolas de cosecha, broza, bagazo y hojas de caña de azúcar, de la Empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A. pueden ser usados como sustratos para producir hongos *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, como objetivos específicos se establecen: determinar la eficiencia biológica de los

sustratos mediante la determinación de la precocidad, tasa de producción, tasa de degradabilidad, la precocidad, tasa de producción, el tamaño del basidiocarpo; y el rendimiento mediante la determinación de la cantidad kilogramos de sustrato por kilogramos de hongo producido.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1.- Antecedentes

Holgado (2018) realizó el análisis fisicoquímico y evaluó la producción de *Pleurotus ostreatus*, utilizando como sustrato residuos lignocelulósicos. Los ciclos de cultivo fueron relativamente cortos con 65 y 84 días para ambas épocas del año alcanzando los carpóforos tamaños ideales para su comercialización (3-12cm) con eficiencia biológica de 94% y 60%, valores considerados aceptables para emprender un negocio productivo. Por otro lado, se identificó el porcentaje de proteína en base seca (31.58%), el cual nos indica su valor como alimento nutraceútico, llegando a identificar la rentabilidad del mismo como alternativa agroecológica en la Comunidad Campesina de Huayllay, distrito de Ccorca, provincia de Cusco (1).

Gómez (2008) realizó el análisis de cultivo de *Pleurotus ostreatus* en sustratos, conformados por residuos sólidos, como: bagazo de caña de azúcar, aserrín, tallo de maíz y sobras de café de consumo humano. Previamente, evaluó independientemente el efecto de estos sustratos con indicadores de eficiencia biológica, cantidad de días en incubación, rendimiento, frecuencia, porcentaje de peso de los cuerpos frutíferos, cantidad de días para la aparición de primordios y productividad. Finalmente llegó a la conclusión que la mezcla de café y bagazo de caña de azúcar o tallo de maíz obtiene mayor eficiencia biológica (entre 4,0 y el 48%) y productividad de hongos frescos por cada 100kg del sustrato fresco al día (entre 0,715 y 0,905 Kg), a diferencia de los sustratos restantes que obtuvieron menor eficiencia biológica (entre 0,5 y 36%) y menor productividad (entre 0,324 Kg y 0,494 Kg) (2).

Hermoza y Taboada (2011) evaluaron la capacidad de crecimiento de hongos en sustratos agroindustriales, donde se utilizaron los sustratos: pulpa de café, bagazo de caña de azúcar, cascarilla de cacao y aserrín descompuesto. Se evaluaron los tratamientos para la producción de basidiocarpos, diámetro de los mismos, respecto al rendimiento en gramos y la eficiencia biológica. Concluyeron que el tratamiento de pulpa, bagazo y aserrín logro mayor producción de basidiocarpos registrando 968,2 gramos de peso; y la producción total de todos los tratamientos fue de 8 186,9 gramos (3).

Rivera (2013) realizó un estudio para evaluar el uso de residuos agrícolas: cáscara de papa, plátano y bagazo de caña, como una alternativa proteica en el corregimiento de

Llacuanas municipio de Almaguer (Cauca). El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento, donde se tuvieron en cuenta variables físicas (color y textura); y de producción (Colonización, peso y diámetro). El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas para peso y diámetro; y la prueba post hoc de Duncan, evidenció que los mejores tratamientos fueron 1 y 2 (Bagazo de caña, cascara de plátano, salvado de maíz y cal agrícola), sustratos constituidos por carbohidratos estructurales que favorecen el desarrollo del hongo (4).

Mendoza (2018) hizo una investigación donde evaluó la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre tres residuos como sustratos (caña de azúcar, maíz y frijol). Para ello, evaluó individualmente el efecto de los cuatro sustratos midiendo las variables de producción en fresco, eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción. Concluyeron que el uso de estos sustratos pueden ser una alternativa para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, además, la eficiencia biológica, rendimiento, tasa de producción y la producción en fresco resultaron ser mayores con los residuos de frijol (299.5 g, 39,9%, 8.8g y 0.7%, respectivamente). Asimismo, Mendoza indica en los resultados que el sustrato de caña de azúcar obtuvo los resultados más bajos con 59 g en la producción, 7.8% para la eficiencia biológica, 1.7 g para el rendimiento y 0.13% para la tasa de producción en la primera cosecha, sin embargo, en las cosechas posteriores se evidenció un aumento en los resultados(5).

2.2.- Aspectos teóricos

2.2.1.-Hongos

Ferriol y López (2020) considera a los hongos como organismos eucariotas talófitos, con un modo de alimentación heterótrofo mediante digestión externa y absorción, sin clorofila, con crecimiento indeterminado, reproducción por esporas sexuales o asexuales, y sin movimiento.

Si se quiere hacer una división de los hongos, Alvarenga (2021) considera que los hongos se dividen en microhongos, que no se pueden ver a simple vista, y los más grandes o macrohongos. También pueden ser unicelulares, como algunas levaduras o pluricelulares (compuestos de varias células), que es el caso de los

que vemos en los bosques y pastizales. Por otro lado, los hongos microscópicos o micromicetos de acuerdo con Abarca (2011) se caracterizan por encontrarse en los ambientes naturales, como el suelo. Se resalta la importancia que tienen como colonizadores de restos vegetales y como fomentadores de la mineralización de los suelos (6-8).

Deepalakshmi (2014) considera que los hongos constituyen una parte integral de la dieta humana normal y, en los últimos tiempos, las cantidades de consumo han aumentado considerablemente, de modo que también ha aumentado una variedad de especies. De acuerdo a Sánchez (2010) este aumento es debido a que los hongos suelen ser los principales en la degradación de sustratos lignocelulósicos, estos sustratos son producto de actividades agrícolas, forestales o de procesamiento de alimentos.(9, 10).

2.2.2.- Taxonomía del hongo *Pleurotus ostreatus*

De acuerdo a lo reportado por Grossi (2015) menciona la clasificación taxonómica de *Pleurotus ostreatus*, donde menciona lo siguiente:

- Reino: Fungi
- Filo: Basidiomycota
- Clase: Homobasidiomycetes
- Orden: Agaricales
- Familia: Pleurotaceae
- Género: *Pleurotus*
- Especie: P. *Ostreatus*(11)

Alvear (2018) indica que es un hongo que se alimenta de la materia orgánica, degradando las sustancias con enzimas que liberan al medio húmedo que les rodea (12).

2.2.3.- Fisiología de *Pleurotus ostreatus*

Araujo (2019) menciona que son conocidos por su forma de paraguas, con un sombrero más o menos circular y un eje o pie que lo sostiene, pero para el caso de las setas este pie es más lateral que céntrico, por lo que su desarrollo se da en forma de una ostra u oreja, de hecho, a este hongo técnicamente se le llama Pleurotus, término que deriva del griego pleurá o pleurón, costado o lado y del latín otus, oreja. Además, suele desarrollarse principalmente en el suelo, tronco, desechos agrícolas o agroindustriales, esto debido a que la composición de estos sustratos se resalta la cantidad de celulosa, lignina y hemicelulosa. Además, concluye que el micelo de *Pleurotus ostreatus* crece en una temperatura optima de 30°C, con una humedad relativa de 85 hasta 90% y en un pH en el rango de 5.5 y 6.5 (13,14).

2.2.4.- Características morfológicas de *Pleurotus ostreatus*

Según lo reportado por GreenHouse (2010) el cuerpo de las setas está formado por: el sombrero o píleo, un pie reducido o estípite y las láminas o himenio (15).

Según Huitrón (2020) la palabra Pleurotos tiene procedencia griega (pleuro) cuyo significado es formado de manera lateral, pero que en latín el término (ostreatus) significa en forma de ostra. Su morfología se compone por un tipo de sombrero redondo que dentro de ella se haya una especie de rendijas que se forman desde el tallo hasta todo el borde de la seta, aquí es donde se da origen de las esporas para su reproducción natural. Asimismo, informa que puede variar su color desde un gris claro, gris oscuro y gris pardo. Posee un pie diminuto y lateral, aunque su textura es algo dura (16). *Pleurotus ostreatus* es un hongo con potencial farmacológico, debido a sus metabolitos, principalmente polisacáridos (17-19).



Figura 1: Partes del hongo *Pleurotus ostreatus.*
Fuente: Bovay, G. 2004(20).

2.2.5.- El ciclo reproductivo de *Pleurotus ostreatus*

La forma de reproducción de los hongos es a través de las esporas, los hongos superiores, como el hongo *Pleurotus ostreatus*, poseen en el himenio unas células madre que son las encargadas de producir las esporas.

Según Olvera (2017) el ciclo reproductivo del hongo *Pleurotus ostreatus* tiene una duración aproximada de siete a ocho semanas, cuando el hongo se encuentre en la etapa madura inicia el ciclo, de esta forma suelta las esporas o semillas, luego estas esporas dan inicio al micelio. Como siguiente fase sigue la formación del cuerpo fructífero a partir de estas esporas, por último el ciclo concluye cuando el hongo *Pleurotus ostreatus* se encuentra en la etapa madura, suelta sus esporas, luego empieza a degradarse y muere (21).

Por otro lado, un estudio realizado por Olvera (2017) indica que las semillas o esporas cuando son lanzadas por el himenio al exterior producirán setas, cuando el lugar, al que son lanzadas, tenga humedad y presente condiciones favorables. Asimismo, respecto a la forma de concluir el ciclo de vida, cuando el hongo se encuentra maduro, suelta esporas y empieza a degradarse para finalmente morir (22).

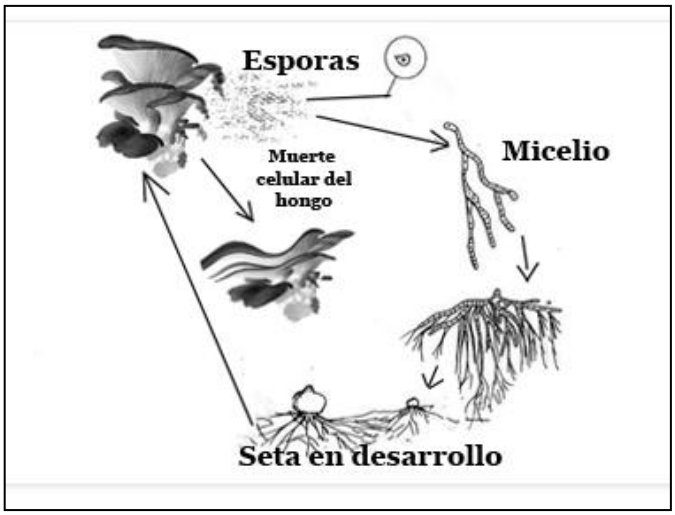


Figura 2: Ciclo reproductivo del *Pleurotus ostreatus.*
Fuente: Invernaderos GreenHouse. 2010(15).

2.2.6.- Importancia nutricional del cultivo de *Pleurotus ostreatus*

La investigación realizada por Orellana (2013) menciona que el hongo *Pleurotus ostreatus* tiene un sabor sui generis y su importancia en el ámbito culinario ha hecho que tenga más popularidad a lo largo de estos años. Además, resalta el importe que brinda nutricional y medicinalmente, también resalta el bajo contenido de grasas saturas. *Pleurotus ostreatus* contiene vitaminas como la D_2, D_3, ácido ascórbico, retinol, complejo B y entre otros (23).

Respecto a la composición, Juárez (2021) menciona en su investigación que el valor nutritivo del hongo *Pleurotus ostreatus* reside en las proteínas que contiene, donde se resalta la importancia de tener los aminoácidos alanina, acido glutámico y glutamina, razón por la cual, el autor considera que sus propiedades nutritivas aportan mucho más proteínas que las plantas, tanto es la cantidad del aporte proteico que llega acercarse al aporte dado por la proteína animal (24).

Diversos estudios resaltan la importancia nutricional y el sabor agradable que lo hace ser popular en diversos países alrededor del mundo. Además, estas investigaciones muestran al hongo *Pleurotus ostreatus* altamente proteico que contiene altas cantidades de fibra. Respecto al contenido de vitaminas, se mencionan las vitaminas B1, B2, B6 y B12. También se observa que estas investigaciones indican que el hongo *Pleurotus ostreatus* es una fuente rica en

calcio y fosforo. Por otro lado, existen estudios donde se indica presencia de compuestos fenólicos y flavonoides (7 ug y 0.8 pg respectivamente) del hongo *Pleurotus ostreatus*, los cuales son importantes en la oxidación celular al momento de prevenirla. Otro estudio realizado por Mei-Ling Han (2020) resalta la importancia de las enzimas específicas que tiene el hongo *Pleurotus ostreatus* con la habilidad de degradar los fenoles, lignina y polifenoles hasta un 60% (25-28).

Existen estudios donde se indica que el hongo *Pleurotus ostreatus* tiene una composición química versátil debido a las variables como humedad, temperatura y los nutrientes, además este hongo contiene todos los aminoácidos esenciales y posee un bajo nivel de grasa y sodio, en su defecto este hongo tiene un alto contenido de potasio, de esta forma existe una relación al momento de sugerir como alimentación al hongo *Pleurotus ostreatus* para pacientes con enfermedades cardiovasculares o que padecen hipertensión. Por otro lado, estas investigaciones indican que los animales cuando se encuentran en la etapa donde buscan aparearse se alimentan del hongo *Pleurotus ostreatus*, también se resalta su importancia como posible paliativo, ya que los animales cuando están enfermos suelen alimentarse de este hongo (29-31).

2.2.7.- Sustratos utilizados para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

De acuerdo a lo reportado por Liñan (2014), el hongo *Pleurotus ostreatus* usa como sustrato a los residuos agroindustriales, como el azúcar y sus derivados, café y derivados, entre otros. También, usa de sustrato a los residuos forestales, como la viruta de las maderas y el aserrín, esto es posible debido a la habilidad de degradación de lignina y de celulosa que tiene el hongo *Pleurotus ostreatus.* Hoyos (2012) resalta que el uso como sustrato del bagazo de caña fomenta la producción de enzimas lignocelulolítcas porque el bagazo de caña contiene cantidades generosas de celulosa y hemicelulosa. Otro estudio realizado por Gómez (2008) menciona que la utilización del bagazo de caña de azúcar permite producir un alimento realmente alto en el nivel nutricional, el cual es el hongo *Pleurotus ostreatus*, este hongo llega hasta un 40% en materia seca haciendo uso del sustrato bagazo de caña de azúcar (32-34).

La investigación realizada por Piña (2017) menciona una clasificación de los sustratos para el cultivo de los hongos como *Pleurotus ostreatus*. La primera categoría son las pajas, donde se encuentran el arroz, la cebada, el trigo, entre otros. La segunda categoría refiere a los rastrojos, donde se encuentran el garbanzo, el frijol, entre otros. La tercera categoría son las pulpas, donde encontramos al café, al limón, entre otros. Como cuarta categoría se encuentran los bagazos, los cuales pueden ser de caña de azúcar, de uva, entre otros. Como quinta categoría se encuentran los residuos forestales, tales como el aserrín, la viruta, troncos, entre otros. Como última categoría encontramos los desechos de la industria textil, las hojas y tallos de plátanos, fibra de coco, entre otros (35).

2.2.8.- Utilización del hongo *Pleurotus ostreatus*

Vallejo (2021) reporta en su investigación que el plomo (Pb) fue bioadsorbido por el hongo *Pleurotus ostreatus*, lo que implicó la transformación de sus características por medio de diferentes mecanismos de respuesta usando 2 vías el transporte celular y la acumulación intracelular, lo cual involucró tanto procesos de quimisorción como el intercambio iónico considerados como los mecanismos involucrados en la biosorción de metales. En general, el hongo tuvo una capacidad sobresaliente de biosorción de Pb y Cr. Por lo tanto, se puede proponer la utilización del micelio de esta cepa de P. ostreatus para generar un modelo de biorremediacion específico para aguas residuales contaminadas con Pb (36).

La investigación realizada por Castaño (2012) evaluó al hongo *Pleurotus ostreatus* y al bagazo de caña de azúcar como una fuente de alimentación para bovinos, donde las variables de ganancia de peso y conversión alimenticia obtuvieron los mejores valores con el suplemento de bagazo de caña de azúcar y el hongo *Pleurotus ostreatus* (37).

2.2.9.- Factores que influyen en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*

De acuerdo con lo reportado por Ferrer-Romero (2019), los factores físicos que influyen en el crecimiento del inóculo son la temperatura, humedad y la dimensión de la partícula del sustrato. Entre los factores químicos que son importantes para la etapa de crecimiento del inóculo son las cantidades de azúcar, fenol, lignina,

celulosa y hemicelulosa, mientras que tenemos como principal factor biológico a la contaminación por otros organismos. Por otro lado, los factores físicos más preponderantes en la etapa de fructificación son la cantidad de oxígeno y luz, humedad relativa y temperatura. Entre los factores químicos de relevancia para la fructificación están los tipos de sustratos, mientras que para los factores biológicos son la contaminación por bacterias y virus (38).

La investigación realizada por Cueva (2014) nos muestra que las etapas de desarrollo y fructificación de los hongos, como *Pleurotus ostreatus*, demandan una conjugación adecuada de factores físicos, donde se debe controlar y evaluar la etapa que se encuentre el hongo debido a que los niveles, valores y concentraciones de los factores físicos como temperatura, oxigeno, dióxido de carbono, luz, humedad y aireación deben estar en niveles óptimos para la fases de incubación, fructificación, etc. Además, se resalta la importancia del rango de pH que debe encontrarse todas las fases del desarrollo del hongo, el cual fluctúa entre 5,5 a 7 (39).

De acuerdo con lo reportado por la investigación de Ardón (2007) la contaminación es un factor que influye en el rendimiento de los hongos. Para el autor, la principal contaminación para el micelio es el substrato usado para habilitar la semilla. Este problema puede ser resuelto con equipos o instalaciones para realizar una esterilización, de esta manera se busca eliminar el factor de contaminación. Añade que, se puede diferenciar una semilla sana de una contaminada por el tono de color que presentan, las semillas contaminadas tienen un tono oscuro, que suele ser verduzco o negro (40).

Valencia (2020) determinó que la dosis óptima de aplicación de radiación UV-C como tratamiento postcosecha en hongos tipo ostra (*Pleurotus ostreatus*) que mantuvo de mejor manera las características fisiológicas y fisicoquímicas del hongo fue la de 0,225 KJ/m2 con un tiempo de exposición a la radiación de 30 segundos. Esta dosis aumentó la vida útil del hongo por 5 días extra en comparación a los hongos no irradiados (41).

En la investigación realizada por Gi (2018) se utilizó la metodología de superficie de respuesta para evaluar los efectos del porcentaje de inóculo variándolo entre el

3 y 9%, utilizando salvado de trigo, los tratamientos fueron incubados en una cámara climática a 28Â°C y 65% de humedad por 46 días. Después del periodo de incubación se observó el crecimiento micelial en las bolsas de cada tratamiento, llegando a concluir que para un cultivo adecuado del Pleurotus, se deben manejar adecuadamente las condiciones de temperatura, humedad y luz y un manejo aséptico para evitar el crecimiento de otros organismos que compitan por el sustrato (42).

Acero (2021), menciona la influencia de la temperatura y de la humedad en la expresión génica de la sintasa quitina clase IV durante la formación de cuerpos fructíferos, los cuales le dan la forma al hongo. Sus resultados mostraron que la modulación de la temperatura (25ºC – 15ºC) durante el cultivo incrementó en 1.8 veces la transcripción de la sintasa quitina y así mismo la producción de la misma. De igual forma, los autores proponen estudios sinérgicos entre la variación de la temperatura y la humedad con una proyección de incrementar la concentración de quitina en 1.9 veces (43).

2.2.10.- Toxicidad del hongo *Pleurotus ostreatus*

Beltrán (2021) realizó una investigación donde evaluó la toxicidad de los hongos comestibles es *Pleurotus ostreatus*. determinando que los metabolitos que se encuentran en el hongo comestible *Pleurotus ostreatus* están en una concentración baja, por lo tanto, concluye que tiene una baja toxicidad lo que lo hace certero al momento de utilizarlo como nutracéutico (44,45).

Armas (2019) realizó una investigación para describir las características morfológicas de estructuras producidas de manera in vitro por *Pleurotusostreatus* y *Pleurotuspulmonarius*. Esta estructura analizada fueron de tipo toxocistos, de esta forma la autora explica como el hongo *Pleurotusostreatus* y el hongo *Pleurotuspulmonarius* pueden presentar la capacidad de ser usados como un biocontrol para los nematodos, para ello, la autora propone que se investiguen para corroborar la presencia de compuestos nematotóxicos (46).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se tomaron en cuenta las siguientes evaluaciones:

- La velocidad de crecimiento de las cepas en diferentes agares, para no tener inconvenientes sobre la cepa elegida para la reproducción.
- La evaluación de la eficiencia biológica de los diferentes sustratos incluyendo un testigo referencial, donde se evaluaron: la precocidad, tasa de producción, tasa de degradabilidad y el tamaño del basidiocarpo.
- Cantidad kilogramos de sustrato por kilogramos de hongo producido.

3.1.- Ubicación

El presente trabajo de investigación fue realizado en el laboratorio de Microbiología del Área de Biotecnología, sección de Investigación y Desarrollo de la Gerencia de Campo de la Empresa Agroindustrial Paramonga S.A.A, localizado en Paramonga (distrito), Barranca (provincia), Lima (departamento).

3.2.- Proceso de producción de hongos de *Pleurotus ostreatus*

El proceso de producción de hongos *Pleurotus ostreatus,* utilizando como sustrato los residuos agrícolas de cosecha de la Empresa Agroindustrial Paramonga S.A.A., se ha dividido en 6 etapas (figura 3) (33).

3.2.1.- Preparación del inóculo o semilla

3.2.1.1.- Obtención del inóculo de *Pleurotus ostreatus*

El inóculo es el desarrollo masivo del micelio del hongo sobre un sustrato determinado, colocados dentro de un frasco, botella o bolsa de polipapel. Consiste en poner en contacto la semilla del hongo (micelio comercial), con el sustrato preparado. Esta operación se realiza añadiendo entre 2 a 5 % del peso húmedo del sustrato. Es la etapa más delicada del proceso, motivo por el cual fue desarrollado en un laboratorio equipado, aislado de los insectos, que sea posible desinfectar y de acceso restringido. (51)

Para el presente estudio, el aislamiento de *Pleurotus ostreatus* fue proveído por la empresa "Honguitos", ubicada en Cusco, provincia de Canas, codificado como *Pleurotus ostreatus* variedad Huaral, ya que fue obtenida comercialmente de la zona de Huaral del departamento de Lima y purificada esta cepa para su venta comercial, la cual fue trasladada vía aérea.

Posterior a ello y para agilizar la obtención del inóculo, se adquirió cepa pura y semillas proveídas por la Universidad Nacional Agraria La Molina, para asegurar su traslado y su reproducción en condiciones adecuadas para la investigación. Su multiplicación se realizó en agar Papa Dextrosa Agar (PDA) en placas para facilitar su forma micelar y la obtención del inoculo primario (50).

3.2.1.2.- Preparación de inóculo primario

Para la obtención del inoculo primario se utilizó como sustrato granos de trigo entero que fueron sometidos a un proceso de esterilización, en autoclave a 121 °C y/o 15 libras de presión, durante 40 minutos, y enriquecimiento para después ser inoculado con la cepa. En detalle, el trigo es hervido por 15 minutos, luego es tamizado, se deja orear y enfriar para que se pueda mezclar con 3 gramos de carbonato de calcio ($CaCO_3$) y 13 gramos de yeso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) por cada kilogramo de trigo seco. Después se distribuyeron en bolsas de polipropileno de 6 x 10 cm con un peso por bolsa de 200 gramos, se cerraron con un tapón de algodón como filtro sujeto con una liga y se esterilizaron en autoclave a 121ºC por un total de 90 minutos (51).

Se dejó enfriar las bolsas y luego fueron inoculadas con pequeñas porciones de PDA que contiene el micelio fresco de *Pleurotus ostreatus,* y se incubaron a una temperatura de 25 a 30ºC hasta la colonización total del sustrato (38).

Los frascos inoculados a partir del micelio en agar reciben el nombre de frascos primarios y son empleados como productores de más micelio para una siguiente generación, a los cuales se les denomina secundarios o segunda generación. (51)

3.2.1.3.-Preparación del inóculo secundario

Se prepara a partir del inoculo primario, que vienen a ser las semillas de trigo del paso anterior, volviendo a preparar más trigo esterilizado e inocularlo con el inoculo primario y poder obtener más semilla para los sustratos de producción. En el caso de esta investigación se trabajó con inóculos primarios y así lograr el mismo rendimiento en todas las combinaciones de los sustratos (51). El inóculo secundario obtenido es el que se utilizó para la inoculación de los sustratos de producción.

3.2.2.- Preparación de sustratos e inoculación

3.2.2.1.- Los sustratos utilizados

Como parte de la investigación es determinar si el sustrato disponible en la Empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A. puede producir hongos, específicamente el hongo *Pleurotus ostreatus*, también se utilizó un sustrato comercial (sustrato testigo) con las características fisicoquímicas adecuadas para el desarrollo del hongo tal como la paja de arroz.

Para el estudio se dispusieron de tres sustratos como la broza, hojas de caña, bagazo y como sustrato testigo a la paja de arroz. Los dos primeros son obtenidos post cosecha de la caña de azúcar, estas son las partes consideradas como rastrojo de residuo de cosecha agrícola más conocido en su conjunto como broza, proveniente principalmente del corte mecanizado sin quemar. La broza se obtiene en promedio de 20 toneladas por cada hectárea cosechada, es por ello que se considera relevante en esta investigación debido a su alta disponibilidad como sustrato. Las hojas de caña se obtienen del corte manual de la caña de azúcar, donde se puede realizar una mejor separación en el campo. Del primer proceso de molienda de la caña de azúcar se consigue el bagazo (residuo de la producción de azúcar). El sustrato testigo o control fueron los rastrojos industriales o agrícolas, se eligió debido a que se encuentra disponible en la zona del estudio y también porque Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA) dispone su uso.

Los sustratos se dividieron en dos grupos para las evaluaciones: sustratos picados y sustratos molidos, y en estos grupos se realizaron las evaluaciones de precocidad, eficiencia biológica, tasa de producción, gramos de hongos cosechados por cada Kg de sustrato y análisis fisicoquímico proximal.

Tabla 1: Análisis fisicoquímico de bagazo, hojas, broza y paja de arroz en 100gr

Especie	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina	N	P_2O_5	K_2O	C	SIO_2	PH	C/N
Paja de arroz* (*Orysa sativa*)	37%	-	14%	0.8%	0.25%	0.3%	56	6%	6.9	70
HOJAS DE CAÑA**	37.07%	-	19.34%	0.49%	0.25%	2.37	44.63	3.82		91.08
BAGAZO**	39.39%	-	17.25%	0.49%%	0.25%	2.34	44.64	3.85		91.10
BROZA**	38.23%	-	18.30%	0.49%	0.25	2.35	44.63	3.84		91.09

*Referencia: Chen, A. (2005). What is Shiitake. Mushroom Grower´s, 1-11. Obtenido de http://www.fungifun.org/mushworld/Shiitake-MushroomCultivation/mushroom-growers-handbook-2-mushworld-com-chapter01-01_p.1.pd

**BROZA para el análisis se analizó al 50% de cogollo y 50% hojas de caña.

Análisis realizados en Universidad Nacional La Molina- Facultad de Agronomía – Laboratorio de suelos.

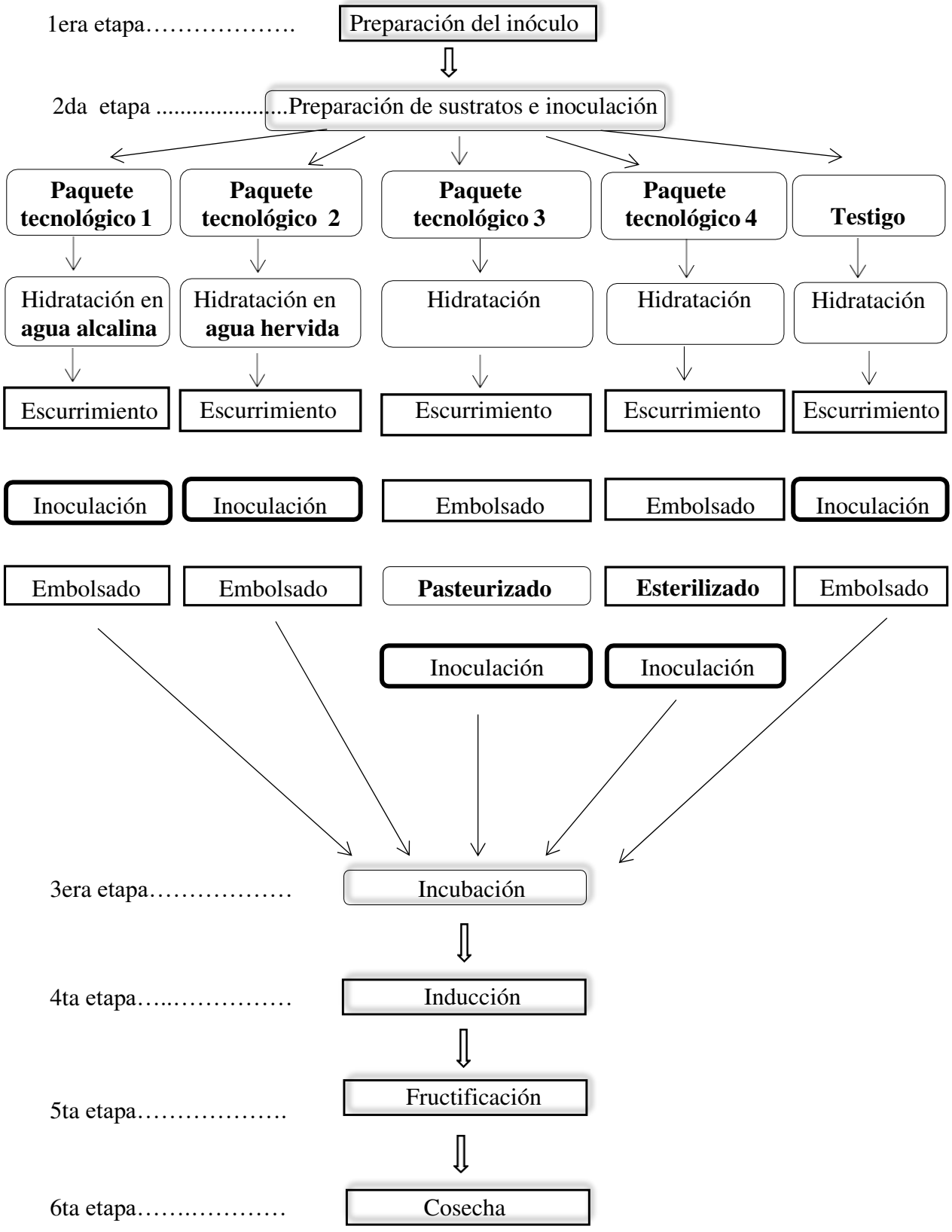


Figura 3: *Flujograma del proceso de producción de* Pleurotus ostreatus

3.2.2.2.- Preparación de sustratos e inóculos

Las hojas de caña (HC), bagazo de caña (BC), broza de caña (BzC) y paja de arroz (PA), más un testigo, se prepararon bajo un mismo proceso tecnológico, donde se evalúa, en cada sustrato, cada uno de los tratamientos con 3 repeticiones. Los tratamientos se orientan a determinar la diferencia de los sustratos utilizados en el crecimiento del hongo, como se menciona en la tabla 4.

Tabla 2: Descripción de los tratamientos con los diferentes sustratos.

TRATAMIENTO	PROPORCIÓN (PORCENTAJE)	PROCESO	CANTIDAD X BOLSA	CANTIDAD DE SEMILLA
HOJAS DE CAÑA	100%	Picado y Molido	2kg	5%
BAGAZO	100%	Molido	2kg	5%
BROZA DE CAÑA*	HC 50%+CC 50%	Picado y Molido	2kg	5%
PAJA DE ARROZ	100	Picado y Molido	2kg	5%

*Broza de caña HC50% (Hojas de caña) + CC (cogollo de caña).

Para mejorar el método de los controles fisicoquímicos se realizó una codificación de cada uno de los tratamientos (tabla 3).

Tabla 3: Códigos y descripción de los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	THCP-19	Tratamiento de hojas de caña picada hasta 5cm del año 2019
T2	THCM-19	Tratamiento de hojas de caña molido del año 2019
T3	TBCP-19	Tratamiento de bagazo de caña picado hasta 5cm del año 2019
T4	TBCM-19	Tratamiento de bagazo de caña Molido del año 2019
T5	TBZCP-19	Tratamiento de broza de caña picado hasta 5cm del año 2019
T6	TBZCM-19	Tratamiento de broza de caña molido del año 2019
T7	TPAP-19	Tratamiento de paja de arroz picado hasta 5cm del año 2019
T8	TPAM-19	Tratamiento de paja de arroz molido del año 2019

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.2.1.- Tratamiento de Hojas de caña (THCP-19 y THCM-19)

Para este tratamiento las hojas de cañas se tomaron del campo "Manzueto 1504" ubicado en el anexo de Lampay del distrito de Paramonga, el tipo de corte fue manual donde se realizó el engavillado de las hojas de caña, en promedio fueron de 20 kg de hojas destinando 10 kg de hojas para el picado y 10 kg para el molido, pasando al "paquete tecnológico 01" que se trata de un hervido en una marmita con una capacidad de 500 litros. Las hojas picadas y molidas se colocaron en sacos para ser sumergidos hasta alcanzar 75ºC y se mantuvieron durante 90 minutos. Al finalizar el tiempo, se colocaron los costales sobre una rejilla metálica inoxidable con el fin de escurrirlos, hasta una humedad de 80%.

Luego es extendido sobre unas parihuelas cubiertas de plástico limpio y desinfectado con alcohol de 70º, donde se extienden los sustratos y se agrega un 5% de semillas (en relación al peso húmedo del sustrato) de *Pleurotus ostreatus* y se mezcla uniformemente.

El sustrato inoculado es colocado en bolsas de polipropileno, cada bolsa pesa aproximadamente 2 Kg por bolsa. Las bolsas fueron cerradas, pesadas y se realizó aperturas en forma horizontal de aproximadamente 3 cm con un bisturí de hoja Nº10 para lograr el intercambio de gases y la salida de primodios. Posteriormente, las bolsas se llevaron a la sala de incubación.

3.2.2.2.2.- Tratamiento de bagazo de Caña (TBCP-19 y TBCM-19)

El bagazo es obtenido del proceso de los molinos, de la primera fase del proceso de azúcar, donde por un lado se extrae el jugo y por el otro queda el bagazo de la caña, este es lavado 3 veces con agua a 70ºC, después es llevado a las colcas de almacenamiento donde se tomaron 20 Kg de bagazo: 10 Kg para bagazo picado y 10 Kg para bagazo molido, pasando al "paquete tecnológico 01". Los sustratos se colocaron en sacos para ser sumergidos hasta alcanzar los 75ºC y se mantuvieron por 90 minutos. Al finalizar el tiempo, se colocaron los costales sobre una rejilla metálica inoxidable con el fin de escurrirlos, hasta una humedad de 80%.

Luego es extendido sobre unas parihuelas cubiertas de plástico limpio y desinfectado con alcohol de 70º, donde se extienden los sustratos y se agrega un 5% de semillas (en

relación al peso húmedo del sustrato) de *Pleurotus ostreatus* y se mezcla uniformemente.

El sustrato inoculado es colocado en bolsas de polipropileno, cada bolsa pesa aproximadamente 2 Kg por bolsa. Las bolsas fueron cerradas, pesadas y se realizó aperturas en forma horizontal de aproximadamente 3 cm con un bisturí de hoja Nº10 para lograr el intercambio de gases y la salida de primodios. Posteriormente, las bolsas se llevaron a la sala de incubación.

3.2.2.2.3.- Tratamiento de broza de caña (TBZCP-19 y TBZCM-19)

Para obtener la broza se eligió un campo de corte mecanizado donde habitualmente se mezclan las hojas de caña y el cogollo de la caña (que se encuentra en la parte superior del mismo), en este caso el campo seleccionado fue "Vende Barato 1621", del Distrito de Paramonga. Se recolectó 20 Kg de broza en el campo y se tomó 10 Kg para picado (broza de un tamaño hasta 5 cm) y 10 Kg para molido, seguidamente los sustratos se someten al "paquete tecnológico 01". Los sustratos se colocaron en sacos para ser sumergidos hasta alcanzar los 75ºC y se mantuvieron por 90 minutos. Al finalizar el tiempo, se colocaron los costales sobre una rejilla metálica inoxidable con el fin de escurrirlos, hasta una humedad de 80%.

Luego es extendido sobre unas parihuelas cubiertas de plástico limpio y desinfectado con alcohol de 70º, donde se extienden los sustratos y se agrega un 5% de semillas (en relación al peso húmedo del sustrato) de *Pleurotus ostreatus* y se mezcla uniformemente.

El sustrato inoculado es colocado en bolsas de polipropileno, cada bolsa pesa aproximadamente 2 Kg por bolsa. Las bolsas fueron cerradas, pesadas y se realizó aperturas en forma horizontal de aproximadamente 3 cm con un bisturí de hoja Nº10 para lograr el intercambio de gases y la salida de primodios. Posteriormente, las bolsas se llevaron a la sala de incubación.

3.2.2.2.4.- Tratamiento Paja de Arroz (TPAP-19 y TPAM-19)

La paja de arroz es el sustrato testigo debido a que hay diferentes estudios que indican que el *Pleurotus ostreatus* crece adecuadamente en este sustrato. Se realizó la adquisición, se desmenuzo y se pesó 10 Kg para picado y 10 Kg para molido, pasando

al “paquete tecnológico 01”. Los sustratos se colocaron en sacos para ser sumergidos hasta alcanzar los 75ºC por 90 minutos. Al finalizar, se colocaron los costales sobre una rejilla metálica inoxidable con el fin de escurrirlos, hasta una humedad de 80%.

Luego es extendido sobre unas parihuelas cubiertas de plástico limpio y desinfectado con alcohol de 70º, donde se extienden los sustratos y se agrega un 5% de semillas (en relación al peso húmedo del sustrato) de *Pleurotus ostreatus* y se mezcla uniformemente.

El sustrato inoculado es colocado en bolsas de polipropileno, cada bolsa pesa aproximadamente 2 Kg por bolsa. Las bolsas fueron cerradas, pesadas y se realizó aperturas en forma horizontal de aproximadamente 3 cm con un bisturí de hoja Nº10 para lograr el intercambio de gases y la salida de primodios. Posteriormente, las bolsas se llevaron a la sala de incubación.

3.2.3.- Incubación

Se adecuó un espacio en el Laboratorio de hongos del Área de Biotecnología para una sala de incubación, recubriendo con plástico las paredes y colocando termo-ventiladores con tiempo de regulación, asimismo, se realizó el enmallado de ventanas para el control de vectores o insectos. Posteriormente se realizó la desinfección y control microbiológico ambiental asegurando el área dispuesta. Las bolsas fueron rotuladas y colocadas en la sala de incubación, fueron dejadas por 20 a 30 días. De acuerdo a la invasión que el hongo realizaba estas se sacaban a la sala de inducción y fructificación. Diariamente se realizaba el monitoreo de temperatura y humedad, así como la regulación de los mismos, con el fin de garantizar la estabilidad de las condiciones adecuadas para el desarrollo adecuado de los hongos en los diferentes sustratos.

3.2.4.- Inducción

Para realizar esta sala se tuvo que modificar el ambiente, colocando ventanas para aumento de la luminosidad, además se recubrió las paredes con plástico y se colocaron bandejas para las bolsas inducidas que eran humectadas con una mochila fumigadora de forma manual cada 12 horas. Se colocó un medidor de temperatura y humedad para su monitoreo diario. El piso fue recubierto con plástico para facilitar la limpieza y mantener la humedad, que es necesario en esta etapa, incluimos las ventanas para el intercambio de

CO_2 mejorando la aireación. La humedad fue mantenida de entre 80 a 85%. Para las mediciones de pH se midieron con un potenciómetro de campo y para la medición de la concentración del CO_2 se utilizó un analizador de gases.

3.2.5.- Fructificación

La fructificación comienza cuando el micelio del hongo invade el sustrato y se logran observar los primordios que formarán el cuerpo fructífero. En esta etapa se evalúa la precocidad, que corresponde a la rapidez de producción de los cuerpos fructíferos.

En esta etapa se da la aparecen los primordios en las bolsas, en la cual el volumen de agua agregada disminuye y se evita el contacto del agua con estos ya que puede causar la aparición de bacterias. Las aperturas que se realizaron tienen por objetivo lograr mayor flujo de aire y para evitar las malformaciones de los primordios en su desarrollo.

Todas las entradas del ambiente se recubren con mallas para evitar plagas. El contacto del personal es bajo la aplicación de buenas prácticas de higiene.

3.2.6.- Cosecha

Se realiza manualmente cortando los sombreros hasta el pie. Para prevenir la remoción del sustrato y dejar los orificios libres para la salida de los primordios, se debe realizar el procedimiento con cuchillos. Se toman los siguientes datos: peso fresco y tamaño de los basidiocarpos cosechados de cada una de las bolsas.

Las bolsas se colocan nuevamente bajo las condiciones de la sala de inducción, con el fin de producir una nueva oleada. Se cosechó la producción de un mes en todos los tratamientos.

3.2.7.- Diseño estadístico

Para el presente estudio, se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 24 y Microsoft Excel.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1.- Parámetros evaluados

La tabla 4 nos muestra el resumen de los análisis evaluados en el proceso de reproducción del *Pleurotus ostreatus* en los diferentes sustratos incluyendo un sustrato testigo donde el hongo se reproduce adecuadamente.

Tabla 4: Parámetros evaluados en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus en* los diferentes sustratos.

CODIGO	PESO Inicial (humectado al 65%)	Fecha de inducción inicial	Fecha de inicio la primera oleada	Fecha de término de la primera oleada	Pd (días)	Peso sustrato seco (gramos)	Peso cosechado (gramos)	Peso en g de hongos producidos/kg sustrato	Eficiencia Biológica	Tasa de producción	Peso Final de las bolsa post cosecha	Total de días	Tasa de Biodegradación (TB)	Tamaño del sombrero de los basidiocarpos
1	**TBZCM-19**	4-Oct	4-Oct	11-Oct	7	595	222	373,11	37 %	0,55 %	254,00	68	57,31	12,1
2	**TBZCM-19**	24-sep	24-sep	3-Oct	9	546	198	362,64	36 %	0,60 %	258,8	60	52,60	11,7
3	**TBZCM-19**	8-Oct	8-Oct	16-Oct	8	623	178,78	286,97	29 %	0,39 %	319,62	73	48,70	12,63
4	**TBZCM-19**	6-Oct	6-Oct	15-Oct	9	637	197,45	309,97	31 %	0,43 %	312,15	72	51,00	12,01
5	**TBZCM-19**	4-Oct	4-Oct	14-Oct	10	735	218,6	297,41	30 %	0,42 %	369,4	71	49,74	11,7
1	**TBCM-19**	4-sep	4-sep	13-sep	9	1176	182,43	155,13	16 %	0,22 %	758,37	79	35,51	8,72
2	**TBCM-19**	4-sep	4-sep	12-sep	8	714	171,6	240,34	24 %	0,34 %	429,6	70	39,83	9,13
3	**TBCM-19**	11-sep	11-sep	20-sep	9	1316	200,33	152,23	15 %	0,20 %	852,47	78	35,22	8,82
4	**TBCM-19**	14-sep	24-sep	2-Oct	8	1211	150,3	124,11	12 %	0,16 %	653,24	80	46,06	8,6
5	**TBCM-19**	14-sep	24-sep	1-Oct	7	1386	210	151,52	15 %	0,19 %	898,8	79	35,15	8,92
1	**TBCP-19**	1-Ago	2-sep	8-Ago	6	420	98,34	234,14	23 %	0,35 %	237,66	66	43,41	8,6
2	**TBCP-19**	2-Ago	2-sep	11-Ago	9	525	85,32	162,51	16 %	0,23 %	334,68	70	36,25	9,21
3	**TBCP-19**	4-Ago	4-sep	11-Ago	7	455	84,23	185,12	19 %	0,26 %	279,77	70	38,51	7,83
1	**THCM-19**	11-Oct	11-Oct	16-Oct	5	875	244,01	278,87	28 %	0,46 %	455,99	61	47,89	13,32
2	**THCM-19**	10-Oct	10-Oct	15-Oct	5	610	258,63	423,98	42 %	0,71 %	469,37	60	23,05	12,83
3	**THCM-19**	11-Oct	11-Oct	16-Oct	5	322	120,14	373,11	37 %	0,61 %	137,46	61	57,31	13,81
1	**THCP-19**	24-sep	24-sep	9-Oct	15	280	54,72	195,43	20 %	0,42 %	169,28	46	39,54	11,80
2	**THCP-19**	4-Oct	4-Oct	10-Oct	6	364	78,8	216,48	22 %	0,46 %	212,4	47	41,65	12,03
3	**THCP-19**	2-Oct	2-Oct	10-Oct	8	679	94,6	139,32	14 %	0,30 %	448,6	47	33,93	12,15
1	**THCP-19**	11-Oct	11-Oct	15-Oct	4	833	118,55	142,32	14 %	0,27 %	547,85	52	34,23	9,8
2	**THCP-19**	24-sep	24-sep	3-Oct	9	588	99,4	169,05	17 %	0,42 %	371	40	36,90	10
3	**THCP-19**	24-sep	24-sep	4-Oct	10	655	86,7	132,37	13 %	0,32 %	437,33	41	33,23	9,2
1	**TPAM-19**	8-Jul	8-Jul	18-Jul	10	470	132	280,85	28 %	0,65 %	236,00	43	49,79	11,02

2	**TPAM-19**	8-Jul	8-Jul	15-Jul	7	490	90	183,67	18 %	2,62 %	294,00	40	40,00	11,85
3	**TPAM-19**	8-Jul	8-Jul	16-Jul	8	605	120	198,35	20 %	2,48 %	364,00	41	39,83	12,05
1	**TPAP-19**	8-Jul	8-Jul	14-Jul	6	440	92	209,09	21 %	0,49 %	254,00	43	42,27	9,54
2	**TPAP-19**	8-Jul	8-Jul	15-Jul	7	490	85	173,47	17 %	0,39 %	292,00	44	40,41	9,83
3	**TPAP-19**	8-Jul	8-Jul	15-Jul	7	420	92	219,05	22 %	0,50 %	216,00	44	48,57	10,04
Total en promedio					7.79	659.29	137.89	227.52	22.71	0.55	371	58.78	42.031	10
Desviación estándar (σ)					2.13	286.99	53.28	82.01	8.16	0.57	0	13.95	7.852	0

4.2.- Determinación de la precocidad

De la figura 4 se determinó que la precocidad de los sustratos evaluados, las hojas de caña molidas fue el menor con 5 días y el mayor fue en el sustrato bagazo molido con 14 días, indicando que la precocidad se da más rápido con las hojas de caña molida, en comparación al sustrato testigo de 10 días es menor a la broza molida y al bagazo molido.

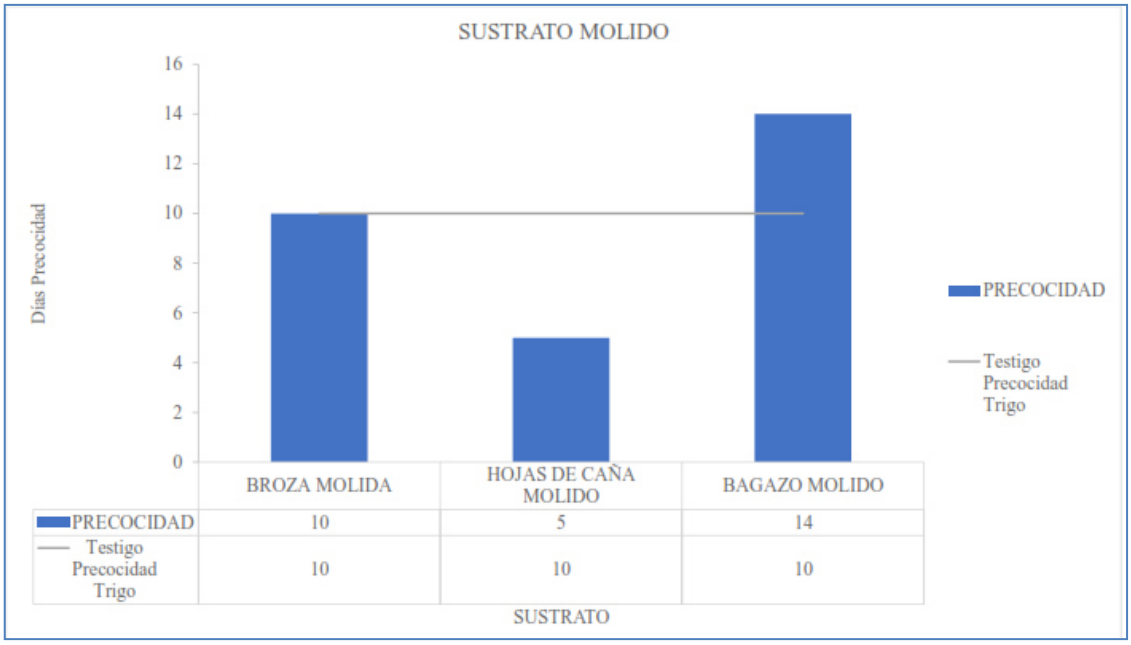


Figura 4: Determinación de la precocidad en sustratos molidos

En la figura 5 se observa que la precocidad es mayor en el sustrato de hojas de caña picado con 15 días y menor en el bagazo picado 9 días, por lo que en forma de picado el sustrato asimilable para el hongo sería el Bagazo, en comparación al testigo es más asimilable con 7 días que la cepa se desarrolla favorablemente.

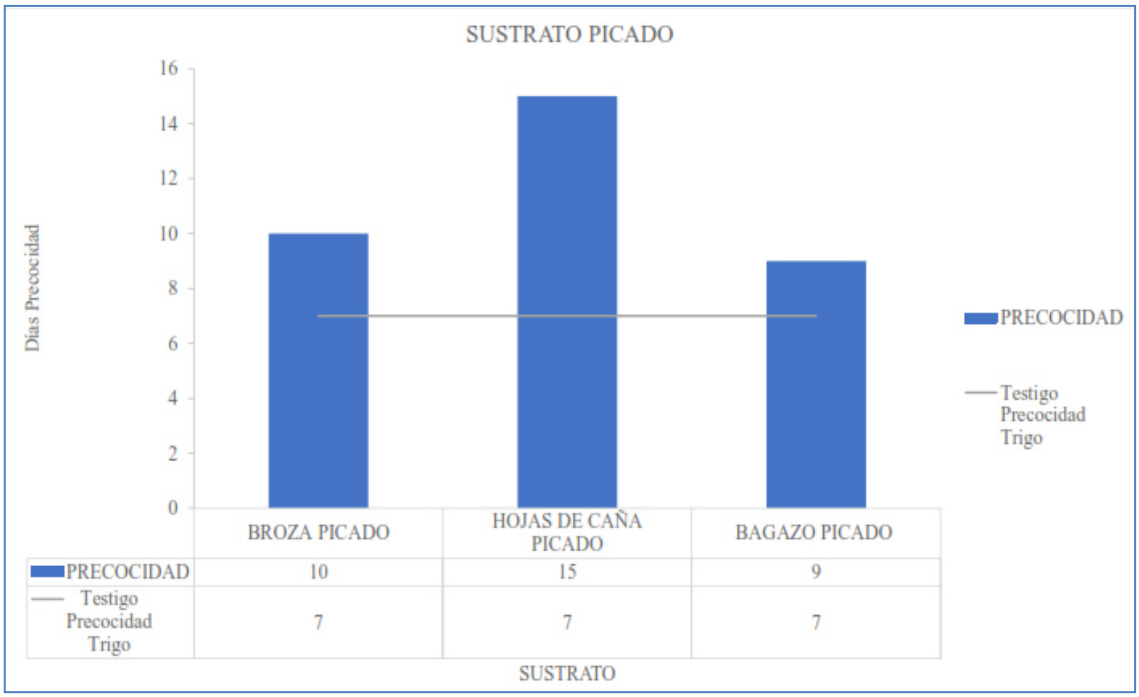


Figura 5: Determinación de la precocidad en sustratos picados

4.3.- Análisis de la eficiencia biológica

La figura 6 se observa los resultados del análisis de la eficiencia biológica en los sustratos molidos, el mayor es la broza molida 37% y hojas de caña molida 37%, sustrato de menor eficiencia biológica es el bagazo molido con 24 en comparación los 3 sustratos evaluados son mayores que el sustrato testigo que es 28%.

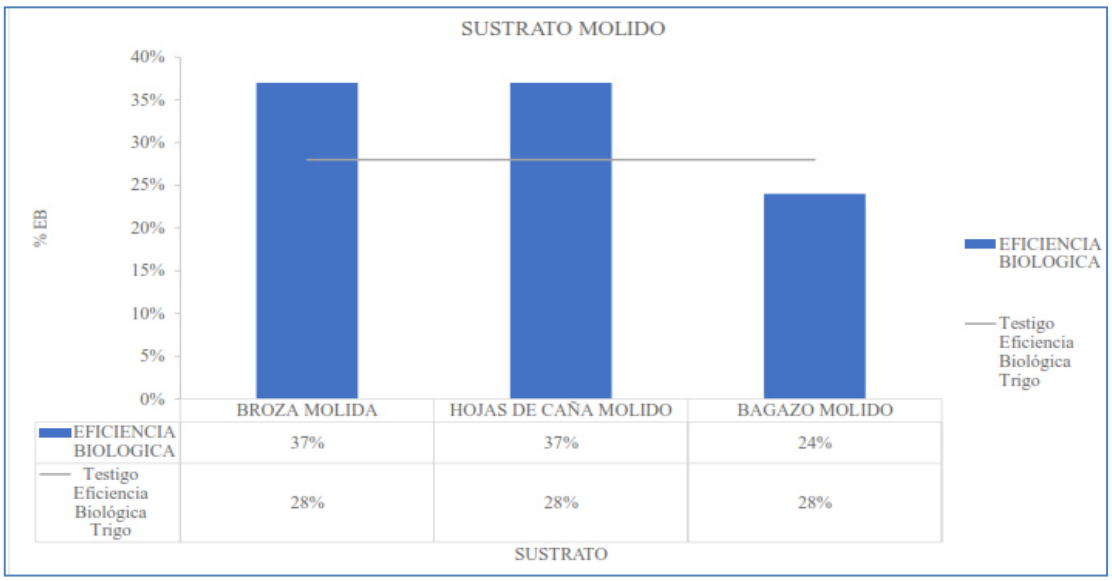


Figura 6: Análisis de la eficiencia biológica en los sustratos molidos

De la figura 7 se determinó que la eficiencia biológica de los sustratos picados se muestra que el mayor es en el bagazo picado con 23% y el menor es la broza picado 17%, en comparación con el testigo de 22% es mayor a la broza picada.

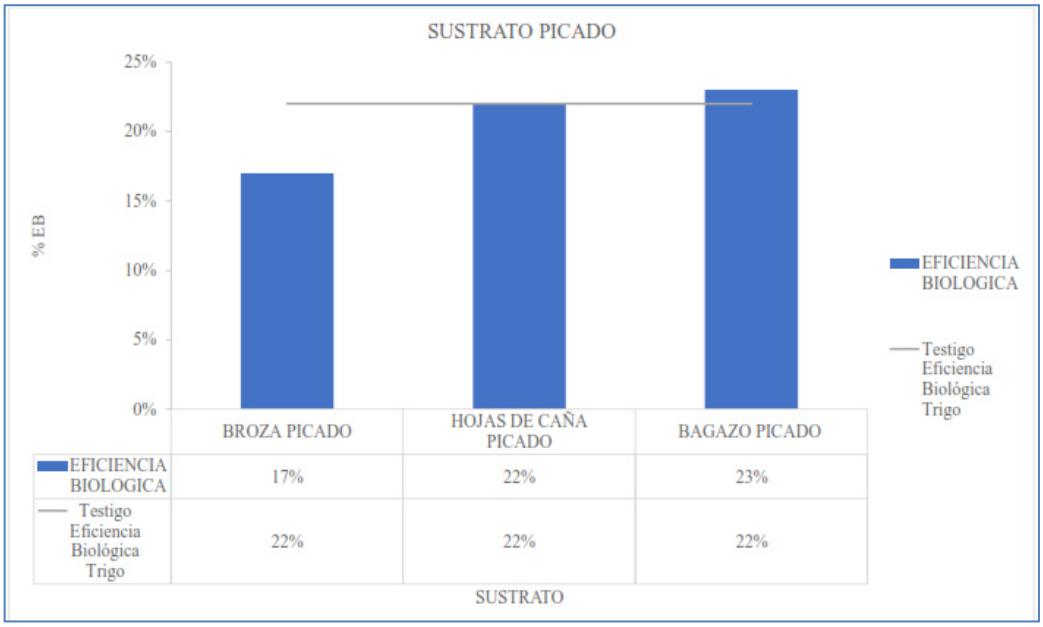


Figura 7: Análisis de la eficiencia biológica en sustratos picados.

4.4.-Determinación de la Tasa de Producción del hongo *Pleurotus ostreatus*

De la figura 8 se determinó la tasa de producción los sustratos molidos, el mayor es el testigo con 0,64%, seguido de hojas de caña molida 0,61% y el menor sustrato es el bagazo con 0,34%.

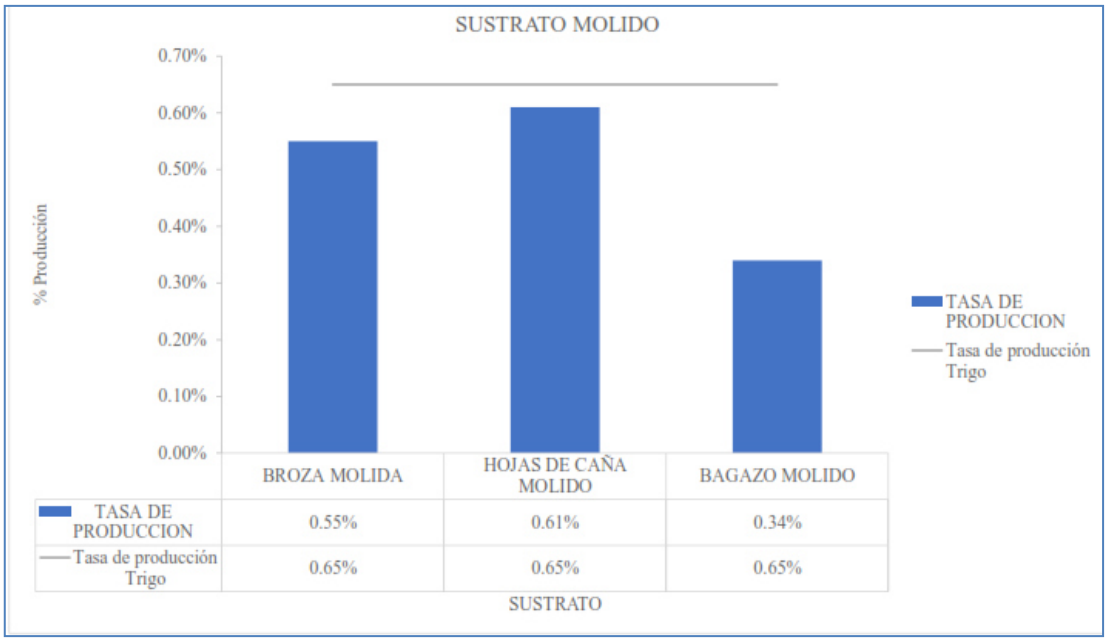


Figura 8: Análisis de la tasa de producción en sustratos molidos

De la figura 9 se determinó la tasa de producción de sustratos picados siendo mayor sobre los sustratos evaluados el testigo de trigo con 0,50% seguido del sustrato de hojas de caña picada con 0.46% y siendo el menor el sustrato de bagazo picado con 0,35%.

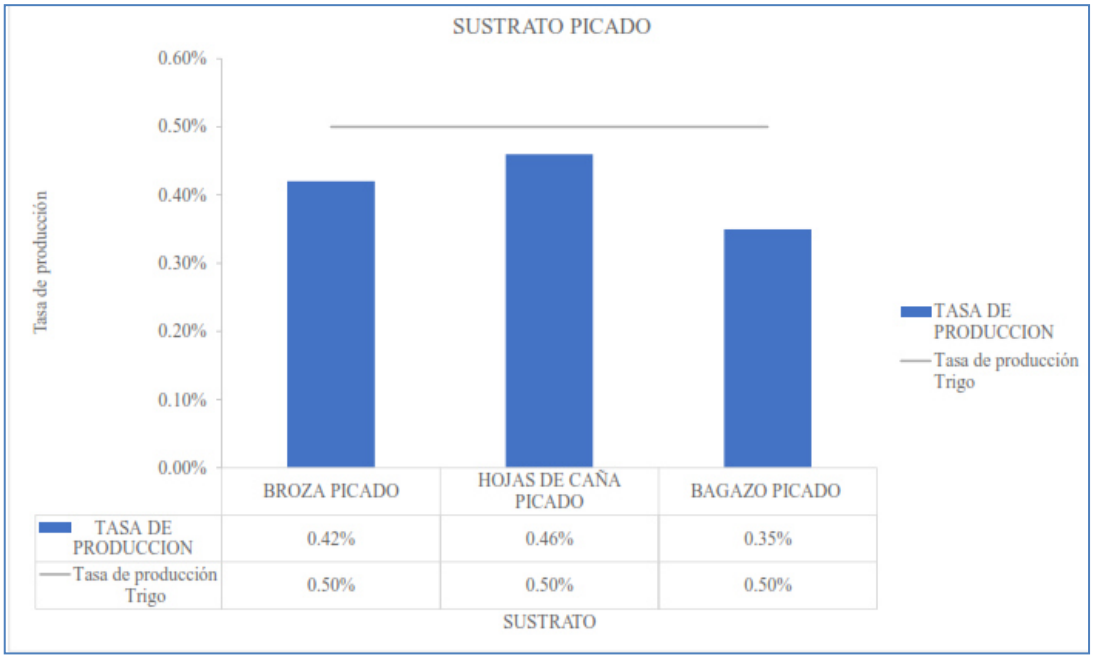


Figura 9: Análisis de la tasa de producción de sustratos picados

4.5.-Determinación de la tasa de biodegradación del hongo *Pleurotus ostreatus*

En la figura 10 se determina la tasa de biodegradación de los sustratos molidos donde la broza y las hojas de caña molida con 57,31 son mayores a referencia del testigo con 49.79% y el menor es el bagazo molido con 46,06%.

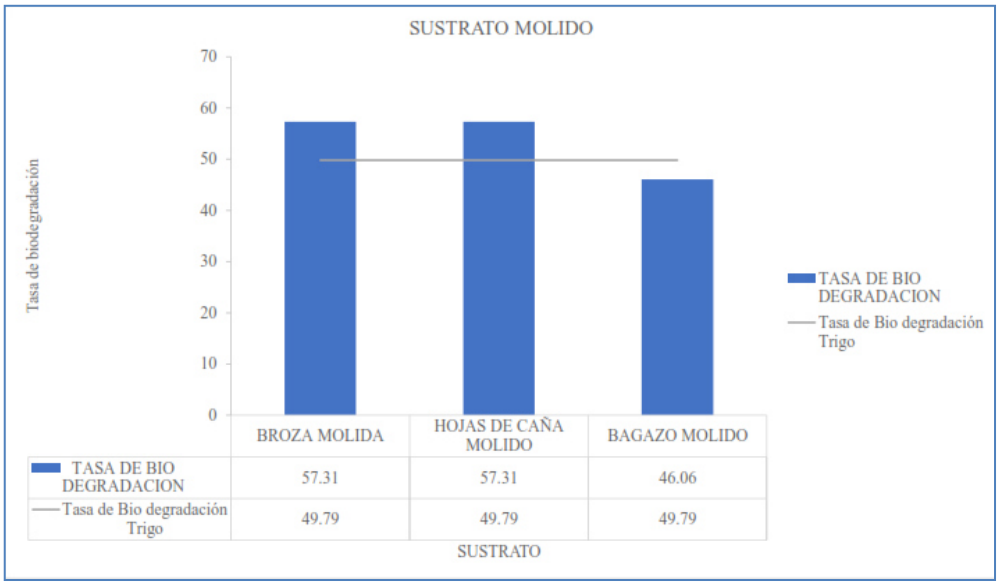


Figura 10: Análisis de la tasa de biodegradación en sustratos molidos

La figura 11 se determina la tasa de biodegradación de los sustratos picados donde el testigo que es paja de trigo es mayor con 48.57% seguido del bagazo picado con 43.41% y el menor es la broza picada con 36.90 %.

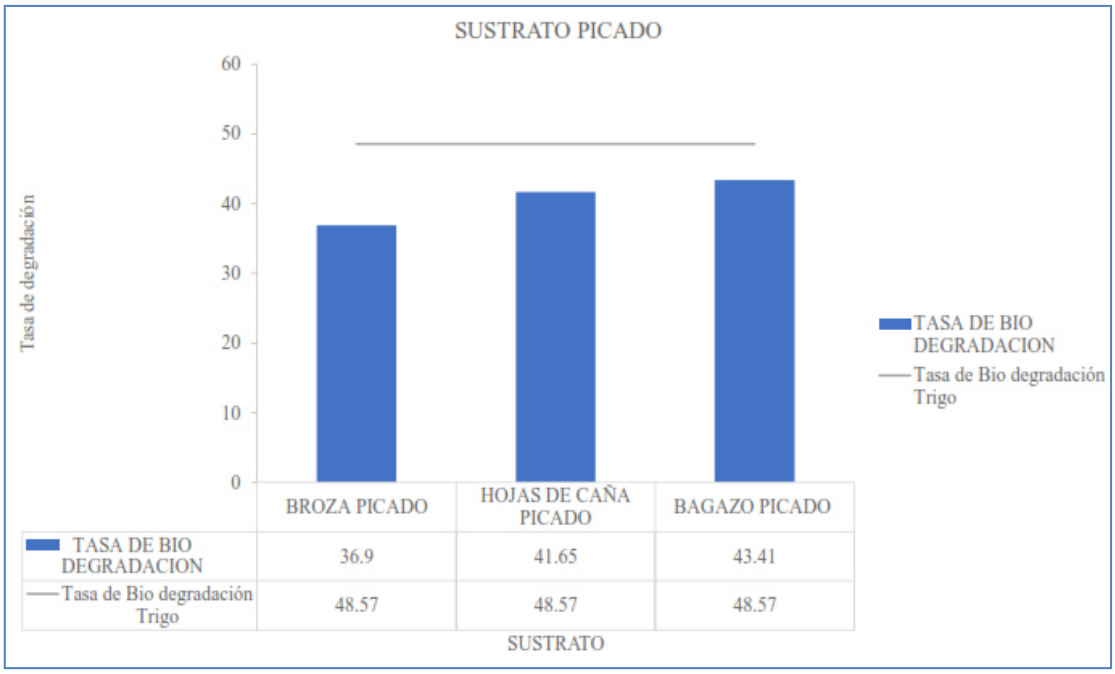


Figura 11: Análisis de la tasa de biodegradación en sustratos picados

4.6.- Determinación del sombrero de los basidiocarpos del hongo *Pleurotus ostreatus*

La figura 12 describe la medición en cm del tamaño del sombrero del hongo, utilizando un vernier, determinando que el sustrato de hojas de caña molida con 13,32 cm a comparación del testigo de 11,64 cm y siendo menor el sustrato bagazo molido.

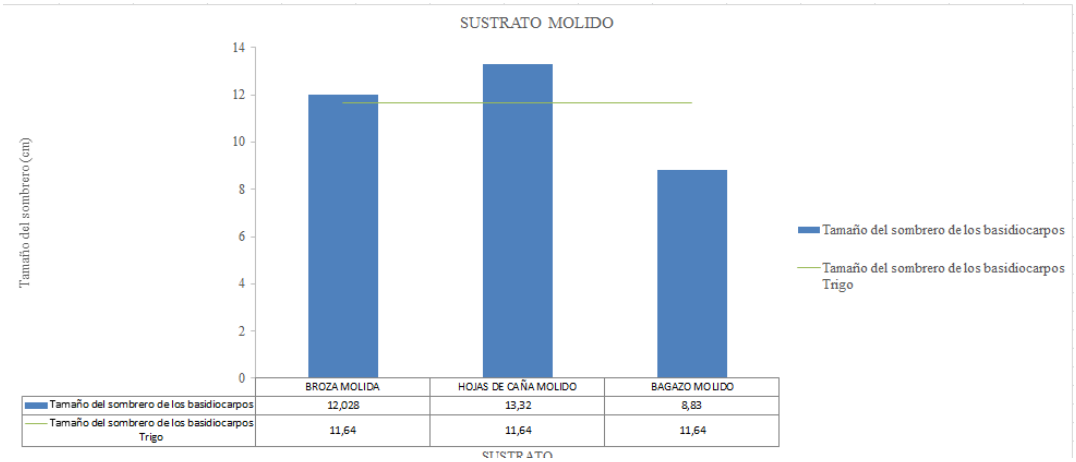


Figura 12: Medición en cm del tamaño del sombrero de los basidiocarpos, sustratos molidos.

La figura 13 indica las mediciones en cm del tamaño del sombrero del hongo *Pleurotus ostreatus*, presentando mayor el sustrato de hojas de caña picado 11cm y menor tamaño el sustrato de bagazo picado con 8,55 cm. En comparación al testigo el sustrato de hojas de caña picado es mayor.

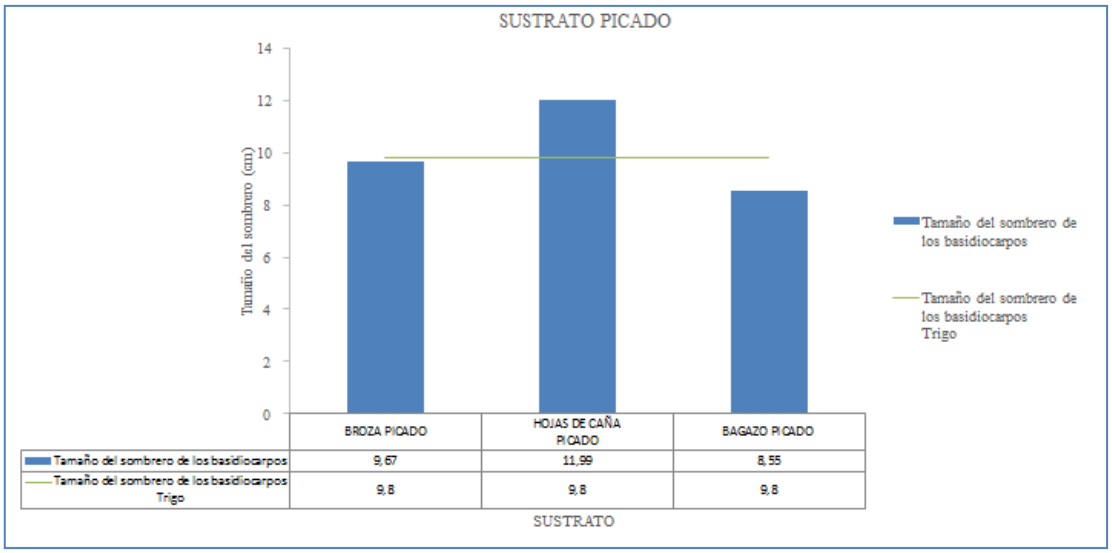


Figura 13: Medición en cm del tamaño del sombrero de los basidiocarpos, sustratos picados.

4.6.-Determinación de los gramos de hongos cosechados / kg de los sustratos en cada grupo por repeticiones

La figura 14 determina la cantidad de gramos de hongos cosechados por cada Kg de sustrato, se observa que el sustrato de mayor producción es de hojas de caña molido 424g, seguido de la broza molida con 373 g y el menor es el sustrato de bagazo molido con 124 g. En comparación con el testigo evaluado en este caso la paja de trigo se obtuvo 281 g.

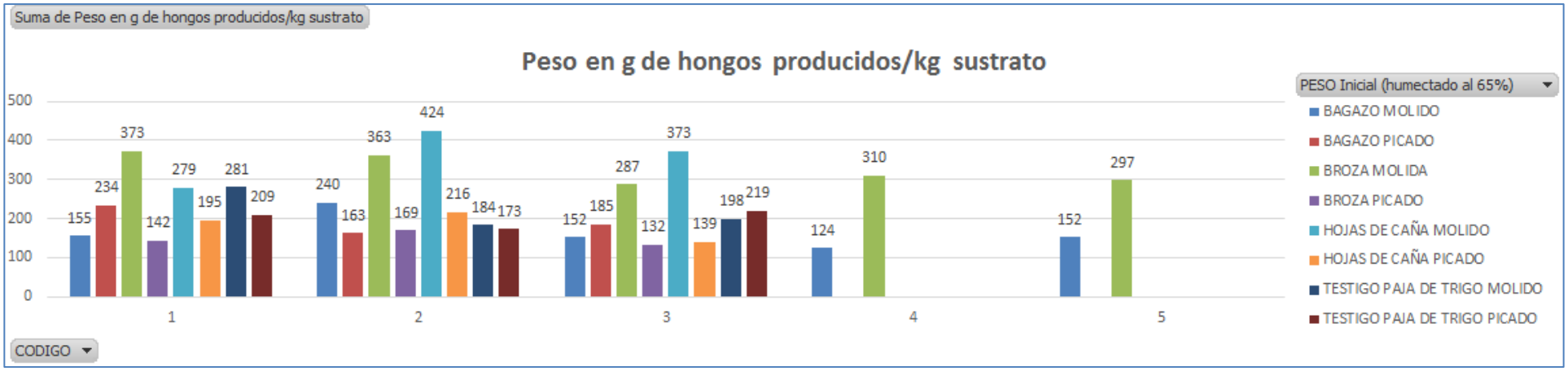


Figura 14: Determinación de los gramos de hongos cosechados/Kg de sustrato

4.7.- Análisis fisicoquímico del hongo *Pleurotus osteatrus*

El análisis fisicoquímico fue llevado a cabo por LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS – UNALM.

La tabla 6 indica el análisis fisicoquímico y proximal del hongo con una cantidad de proteínas de 3g /100g, fibra 1,4g/100g, energía de 39 Kcal/100g, estos valores son considerados nutricionales y su contenido de grasas de 0,2g/100g es bajo por lo que se consideraría un alimento bajo en grasas.

Tabla 4: Análisis fisicoquímico y proximal del hongo *Pleurotus osteatrus*

Análisis físico/químico de hongo *Pleurotus osteatrus*		
Nº	**Descripción del análisis**	**Resultado**
1	Carbohidratos (g/100g de muestra original)	6,3
2	Energía Total (Kcal/100g de muestra original)	39,0
3	Humedad (g/100g de muestra original)	89.9
4	Cenizas (g/100g de muestra original)	0,6
5	Proteína Totales (g/100g de muestra original) (factor: 6.25)	3
6	Grasa (g/100g muestra original)	0,2
7	% Kcal. Proveniente de Grasa	4,6
8	% Kcal. Proveniente de Proteínas	30,8
9	% Kcal Proveniente de Carbohidratos	64,6
10	Fibra cruda (g/100 de muestra original)	1,4
11	pH	6,8
12	Acidez (g/100g de muestra original) (Expresado como ácido cítrico anhidro)	0,07
13	Materia seca	10,1
Análisis realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina; La Molina Calidad Total Laboratorios.		

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Mendoza (2018) realizó una investigación donde evaluó la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* utilizando como sustratos a los residuos de caña de azúcar, maíz y frijol, para ello se midió la eficiencia biológica, producción en fresco, tasa de producción y rendimiento. Encontró que la tasa de producción (%) para residuos de caña de azúcar fue de un 0.13% en su primera cosecha, mostrando aumento en las posteriores cosechas (0.24% y 0.25%). Los datos hallados por Mendoza son menores a los que se obtuvieron en la presente tesis como se observa en la figura 12 que la tasa de producción de los sustratos picados de hojas de caña fue de 0.46%, bagazo picado fue de 0.35% y para broza picada fue de 0.42%. Por otro lado, la investigación realizada por Mendoza mostró que la eficiencia biológica con residuos de caña de azúcar fue de 7.8% en su primera cosecha, mostrando aumento en cosechas posteriores (14.6%, 15%), estos datos muestran una cercanía con los resultados de eficiencia biológica que se muestran en la figura 10, donde el sustrato de broza obtuvo 17% y es el principal sustrato que tiene porcentaje similar, seguido por hojas de caña de azúcar 22 y bagazo 23% (5).

Acevedo (2017) realizó una investigación donde evaluó la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* en cuatro sustratos en base a residuos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar, hojas de plátano, café y tallo de maíz. Acevedo calculó la eficiencia biológica, donde el tratamiento con mayor eficiencia fue el del sustrato de café (47.28%), seguido por el sustrato de maíz (41.90%), el tercer lugar fue para el sustrato de hojas de plátano (36.34%) y por último el sustrato de bagazo de caña de azúcar (36.01%). En la presente tesis observamos en la figura 9 y 10 que el bagazo de caña de azúcar (sustrato) obtuvo una eficiencia de 24% para sustratos molidos y 23% para sustratos picados, esta diferencia podría darse porque Acevedo utilizo aserrín (30%), mogolla (10%), calcio (1%) y azúcar (2%) para la estandarización de los sustratos. Por otro lado, debemos resaltar que según otra investigación realizada por Sánchez (2006) cuando se trata de la calidad de producción de algún sustrato, se debe considerar aceptable solo a partir del 50% de eficiencia biológica.(4, 47)

Hermoza y Taboada (2011) encontraron que el tratamiento con menor peso promedio de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* de la cosecha total promedio fue el tratamiento con bagazo de caña de azúcar con un promedio de 117.65 gramos. En la presente

investigación, en la figura 17, se determinó los gramos de hongos cosechados, donde el sustrato de mayor producción es el de hojas de caña molido con 424 g, seguido de la broza molida con 373 g y bagazo molido con 124 g. Por otro lado, los autores mencionan que la eficiencia biológica alta se lleva a cabo por la elevada producción de cuerpos fructíferos evidenciado en el peso de los mismos, asimismo, la humedad influirá en la producción de *Pleurotus ostreatus* dando, en algunas ocasiones, mayor producción de cuerpos fructíferos. En la presente tesis, en la figura 3, podemos observar que dentro la investigación se estuvo controlando la temperatura y la humedad hasta unas cuatro veces por lo que guarda relación con lo mencionado por Hermoza y Taboada, por otro lado, en la figura 9 podemos observar que la eficiencia biológica en los sustratos molidos sobrepasa el testigo, mientras que en la figura 9 se puede observar que al menos 2 sustratos picados sobrepasan la eficiencia biológica del testigo (3).

Holgado (2018) menciona que el valor de precocidad es alto cuando el hongo tiene menor precocidad, es decir, que existe un intervalo mayor de tiempo para producir una nueva oleada. En la presente tesis, en las figuras 7 y 8, al determinar la precocidad de los sustratos molidos se obtuvo que las hojas de caña fueron el sustrato con menor precocidad (5 días), seguido por la broza (10 días) y el bagazo (14 días), y al determinar la precocidad de los sustratos picados se obtuvo que las hojas de caña fueron el sustrato con mayor precocidad (15 días), seguido por la broza (10 días) y el bagazo fue el de menor precocidad (9 días). Respecto al bagazo de caña de azúcar, este valor se encuentra fuera de lo reportado por Gómez (2008), quien encuentra que la primera aparición del primordio fue de 39 días (1, 2).

Una investigación realizada por Hermoza y Taboada (2011) mencionan que existen diversos factores por lo que un basidiocarpo no se desarrolla adecuadamente, tales como sustancias tóxicas o algún agente contaminante que está inhibiendo el sustrato cuando el hongo se encuentra en desarrollo. Por otro lado, se indica que el tamaño de 5 a 15 cm es el adecuado para un basidiocarpo desarrollado. Además, el tratamiento con el sustrato de bagazo de caña tiene un promedio de tamaño de basidiocarpo de 9,08 cm. En la presente tesis, en las figuras 15 y 16, se determina el tamaño de los basidiocarpos del hongo *Pleurotus ostreatus*, donde para sustratos molidos el bagazo de caña alcanza un promedio de 8.83 cm y para sustratos picados el bagazo de caña alcanza un promedio de 8.55 cm, lo cual guarda relación con Hermoza y Taboada (3).

Gómez (2008) encontró que el tratamiento con menor eficiencia biológica de un solo sustrato fue el tallo de maíz (0.5%), seguido por el aserrín (4.8%). Los sustratos solos que obtuvieron mayor eficiencia biológica fueron el bagazo de caña de azúcar (16.8%) y el café (16%). El tratamiento con mayor eficiencia biológica en la presente tesis fue el tratamiento con los sustratos molidos (figura 9), donde la broza molida obtuvo un 37%, las hojas de caña un 37% y bagazo molido con 24%. Aunque con el tratamiento con los sustratos picados (figura 10) se obtuvieron menores porcentajes (23% bagazo picado, 17% broza picada y 22% hojas picadas) podemos observar que en ambos estudios se muestra al bagazo de caña de azúcar como sustrato en la elaboración de hongos *Pleurotus ostreatus* (2).

Una publicación realizada por Díaz (2019) identificó que el sustrato de bagazo de caña de azúcar obtuvo mayor producción del hongo *Pleurotus ostreatus* frente a otros sustratos usados para evaluar la (paja de arroz, coronta de maíz y residuos de la poda de pasto). Este obtuvo una eficiencia biológica de 16.77%, además el autor infiere que el buen rendimiento es debido al buen manejo de la humedad tanto del sustrato como del ambiente. En esta tesis encontramos que el tratamiento con mayor eficiencia biológica para residuos molidos (figura 9) fue la broza de caña de azúcar con un 37% seguido por el bagazo molido con un 24%, por otro lado, el tratamiento con mayor eficiencia biológica para residuos picados (figura 10) fue el bagazo picado con un 23% seguido por un 17% de broza picada. Ambos estudios consideran al bagazo de caña de azúcar como un sustrato en la elaboración del hongo *Pleurotus ostreatus*(48).

Cárdenas (2015) realizó una investigación donde evaluó el efecto de cinco sustratos en la producción de *Pleurotus ostreatus*. Uno de los objetivos de esa publicación fue determinar la eficiencia biológica de los sustratos, donde se observó que sustrato de rastrojo de maíz presenta la mayor eficiencia (29.64%), seguido por el sustrato de bagazo de caña de azúcar (23.80%). En la presente tesis, observamos en la figura 9 y 10, que el sustrato de bagazo de caña de azúcar obtuvo un porcentaje de 24 para sustratos molidos y 23 para sustratos picados. Ambos estudios concluyen que el sustrato bagazo de caña de azúcar es un sustrato viable para producir el hongo *Pleurotus ostreatus* (49).

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

Los residuos agrícolas, broza, bagazo y hojas de caña de azúcar, utilizados en la presente tesis pueden ser utilizados como sustratos para producir *Pleurotus ostreatus.*

El sustrato con mejor rendimiento en producción de hongos es la hoja de caña molida, obteniendo 424 g/kg de sustrato, precocidad de 5 días, eficiencia biológica de 37%, tasa de producción 0,61%, tasa de biodegradabilidad de 57,31% y tamaño de sombrero 13,32 cm. Seguido del sustrato de broza por lo que se puede trabajar con estos dos sustratos.

Los sustratos molidos obtuvieron menos días de precocidad en comparación con el testigo molido que obtuvo 10 días, la broza obtuvo 10 días, las hojas de caña con 5 días y bagazo con 14 días. Los sustratos picados obtuvieron más días de precocidad, pero el testigo picado solo obtuvo 7 días, la broza obtuvo 10 días, las hojas de caña con 14 días y el bagazo con 9 días.

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

Recomiendo realizar el escalamiento piloto de una manera que se puedan obtener datos para su réplica industrial y mejorar la precisión de la información para el escalamiento industrial.

Recomiendo realizar más pruebas en diferentes variedades de cepas de *Pleurotus ostreatus* determinando cuales consumen o presentan mayor biodegradación del sustrato debido a que la empresa cuenta con otros tipos de sustratos para ser considerados.

CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Holgado Rojas ME. Evaluación de la producción de Pleurotus ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kumm (Basidiomycete) en residuos lignocelulosicos como alternativa agroecológica en la comunidad de Huayllay-Ccorca, Cusco. 2018.

2. Gómez JPG. Producción de Pleurotus ostreatus sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. Nova. 2008;6(10):126-40.

3. Hermoza T, Marlon M. Sustratos agroindustriales como fuentes para la producción de hongo ostra (Pleurotus ostreatus (Jacq.) Quél). 2011.

4. Leonor R. EVALUACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO SUSTRATO PARA LA PRODUCCIÓN DE Pleurotus ostreatus1. Universidad de Caldas. 2013

5. Mendoza G. Producción de hongo Pleurotus ostreatus en residuos de maíz, frijol y caña de azúcar. 2018.

6. Ferriol Molina, M., & López Del Rincón, C.. Diversidad de los hongos. 2020.

7. Alvarenga, S. N Recordando el mundo de los hongos, el reino Fungi. Revista de Biología Tropical, 2(2). 2021.

8. Koneman E, Roberts G. Micología. Práctica de Laboratorio 3a ed Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana. 1987;74162.

9. Deepalakshmi K, Sankaran M. Pleurotus ostreatus: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. Journal of Biochemical Technology. 2014;5(2):718-26.

10. Sánchez C. Cultivation of Pleurotus ostreatus and other edible mushrooms. Applied microbiology and biotechnology. 2010;85(5):1321-37.

11. Grossi GV, Ohaco EH, De Michelis A. Determinación de fibra dietética total, soluble e insoluble en hongos comestibles de cultivo Pleurotus ostreatus. Instituto de tecnología agropecuaria. 2015;4.

12. Alvear Díaz, L. V. (2018). Evaluación de la actividad nematicida del hongo Pleurotus ostreatus in vitro en diferentes concentraciones sobre dos especies de nematodos (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

13. Araujo Ortiz, H. N.. Evaluar la bioacumulación de metales pesados en la producción del hongo comestible Pleurotus pulmonarius a partir de sustrato Roystonea regia (palma de botella) Y Oriza sativa (tamo del arroz) (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente). 2019

14. Monterroso Flores OG. Efecto de la suplementación de la caña de maíz (Zea mays L.) con nitrato de amonio, nitrato de potasio y urea en el cultivo del hongo Pleurotus ostreatus (Cepa ECS-152): Universidad de San Carlos de Guatemala; 2009.

15. GreenHouse I. El cultivo del hongo seta (*Pleurotus ostreatus*). 2010.

16. Huitrón, Y. (2020). Las bondades de un hongo Basidiomiceto llamado Pleurotus ostreatus. Revista Frontera Biotecnológica, 19-21. doi:2448-8461

17. Barbosa, J. R., Freitas, M. M. S., Oliveira, L. C., Martins, L. H. S., Almada-Vilhena, A. O., Oliveira, R. M., ... & Junior, R. N. C. (2020). Obtaining extracts rich in antioxidant polysaccharides from the edible mushroom Pleurotus ostreatus using binary system with hot water and supercritical CO2. Food chemistry, 330, 127173.

18. Lopez E. Hongos comestibles Orellanas: deliciosa medicina. Bogotá, Colombia2002. 3 p.

19. García M. Manual para buscar setas. 3ra ed: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; 1986. 18 p.

20. Bovay G. Pleurotus ostreatus. Lausanne (CH): La Société Mycologique Vaudoise.2004.

21. Olvera-Garcia C, Díaz-Godínez G, Sánchez C, Álvarez-Cervantes J, Martínez-Carrera D, Díaz R, et al. Laccases from Pleurotus ostreatus Lacasas de Pleurotus ostreatus. 2017.

22. Bermúdez Savón RC, Morris Quevedo HJ, Donoso Fernández C, Martínez Manrique CE, Ramos Sevilla EI. Influencia de la luz en la calidad proteica de Pleurotus ostreatus. Florida. Centro de Estudios de Biotecnología Industrial. Rev cuba invest bioméd. 2003:22.

23. Benavides O. Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para el cultivo de orellanas (Pleurotus ostreatus): Universidad de Nariño; 2013.

24. Juárez, J. I. N., & Ruiz, A. D. C.. Evaluación del cultivo del hongo pleurotus ostreatus y de su composición nutricional en borra de café. TECNIA, 31(2), 27-32. 2021

25. Han, M. L., An, Q., He, S. F., Zhang, X. L., Zhang, M. H., Gao, X. H., ... & Bian, L. S. (2020). Solid-state fermentation on poplar sawdust and corncob wastes for lignocellulolytic enzymes by different Pleurotus ostreatus strains. BioResources, 15(3), 4982-4995.

26. Sun, L., Xin, G., Hou, Z., Zhao, X., Xu, H., Bao, X., ... & Li, L. (2021). Biosynthetic Mechanism of Key Volatile Biomarkers of Harvested Lentinula edodes

Triggered by Spore Release. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 69(32), 9350-9361.

27. Robaszkiewicz A, Bartosz G, Ławrynowicz M, Soszyński M. The Role of Polyphenols, . Journal of nutrition and metabolism. 2010;2010.

28. Sulaimana, A. S., Chang, C. K., Hou, C. Y., Yudhistira, B., Punthi, F., Lung, C. T., ... & Hsieh, C. W. (2021). Effect of Oxidative Stress on Physicochemical Quality of Taiwanese Seagrape (Caulerpa lentillifera) with the Application of Alternating Current Electric Field (ACEF) during Post-Harvest Storage. Processes, 9(6), 1011.

29. Navarro J. En Línea]: Hongos En Aragón. 2005.

30. POTTER NH. JH 1995. Ciencia de los alimentos Editorial Acribia SA Zaragoza, España.

31. Breene WM. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. Journal of food protection. 1990;53(10):883-94.

32. Escate L, Freyder L. Evaluación del crecimiento de pleurotus ostreatus "Callampa" sobre cascarilla de arroz. 2014.

33. Hoyos, J. L., Vargas, P. S., & Sanchez, S. A. M. (2012). Uso de hojarasca de roble y bagazo de caña en la producción de Pleurotus ostreatus. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial, 10(1), 136-145.

34. Gómez, J. P. G., & Andrade, J. L. C.. Producción de Pleurotus ostreatus sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. Nova, 6(10). (2008)

35. Piña-Guzmán AB, Nieto-Monteros DA, Robles-Martínez F. Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (Pleurotus spp.). Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 2017;32:141-51.

36. Vallejo Aguilar, M. D. L. L. A., & VALLEJO AGUILAR, M. D. L. L. A.. Utilización de Lacasa de Pleurotus ostreatus y su biomasa residual para la degradación de colorantes azoicos y la remoción de metales en aguas residuales. 2021.

37. CASTAÑO NL, GOYES P, ALBARRACÍN LC, LÓPEZ FJ. USO DEL BAGAZO ENRIQUECIDO CON EL HONGO Pleurotus ostreatus, EN DIETAS PARA BOVINOS ESTABULADOS EN CEBA. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2012;10(2).

38. Ferrer-Romero, J. C., Mas-Diego, S. M., Beltrán-Delgado, Y., Rodríguez-Quiala, Y., & Morris Quevedo, H. J. (2019). Optimización del medio de cultivo para la producción de biomasa y compuestos fenólicos por Pleurotus ostreatus en fase sumergida utilizando la metodología de superficie de respuesta. Tecnología Química, 39(1), 1-16.

39. Cueva MBR, Monzón AH. Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo Pleurotus ostreatus. ICIDCA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2014;48(1):54-9.

40. Ardón López CE. La producción de los hongos comestibles. Trabajo de graduación de Maestría en Docencia Universitaria con Especialidad en Evaluación Educativa Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades. 2007.

41. Valencia Trujillo, D. A., & Vargas Verdesoto, R. E. Aplicación de radiación UV-C como tratamiento postcosecha en hongos tipo ostra (Pleurotus ostreatus). 2020.

42. Ríos KC. VALIDACIÓN DE DESHIDRATACIÓN CONVENCIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DEL HONGO COMESTIbLE Pleurotus sajor-caju. Revista Universidad de Caldas. 2006:123-33.

43. Acero, A. D., Vásquez, J. S., Velasco, O. F., Garzón, C. L., Sánchez, J. V., Cortés, N. H. Z., ... & Aragón, S. Diseño del sistema de control electrónico para la adquisición de datos de un cultivo vertical de Pleurotus Ostreatus. Revista Sennova: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2021.

44. Beltrán Delgado Yaixa, Rojas Vargas Julio, Morales González Isaac, Morris Quevedo Humberto. Evaluación in silico del efecto de compuestos fenólicos de Pleurotus ostreatus sobre la enzima 5-lipoxigenasa (5- LOX). Rev Cubana Invest Bioméd [Internet]. 2021 [citado 2022 Ene 31] ; 40(Suppl 1): e678. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002021000200002&lng=es. Epub 01-Mar-2021.

45. Nieto IJ, Salama AM, Cataño JE, Chegwin C. Determinación de la toxicidad de Pleurotus ostreatus, Pleurotus pulmonarius y Paxillus involutus sobre Artemia salina. Revista Iberoamericana de Micología. 2008;25(3):186-7.

46. Armas-Tizapantzi A, Mata G, Hernández-Cuevas LV, Montiel-González AM. Estructuras tipo toxocistos en Pleurotus ostreatus y P. pulmonarius. Scientia Fungorum. 2019;49:1250.

47. Sánchez J, Orozco G, Hernández D, Nieto M, Márquez F. Capacidad del género Pleurotus para la degradación del insecticida endosulfán. El Cromosoma. Boletín del Colegio de Biotecnólogos de Chiapas. 2006;2:31-120.

48. Díaz Muñoz K, Casanova Guajardo M, León Torres CA, Gil Ramírez LA, Bardales Vásquez CB, Cabos Sánchez J. Producción de Pleurotus ostreatus (Pleurotaceae) ICFC 153/99 cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos. Arnaldoa. 2019;26(3):1177-84.

49. Cárdenas Quispe Y. Efectos de sustratos a base de residuos agrícolas, en el cultivo del hongo comestible Pleorotus ostreatus< Jacquin Fries>, Kummer, distrito de Santa Ana, La Convención. 2015.

50. Armas-Tizapantzi, A., Mata, G., Hernández-Cuevas, L. V., & Montiel-González, A. M. Estructuras tipo toxocistos en Pleurotus ostreatus y P. pulmonarius. Scientia fungorum, 49. 2019.

51. Portilla Segura, A., Romero-Arenas, O., Valencia de Ita, M. D. L. Á., Hernández Espinosa, M. Á., Lanteta Cortés, G., & Rivera-Tapia, J. A. Determinación de los parámetros de productividad de cepas de Pleurotus ostreatus y P. opuntiae cultivadas en paja de trigo y pencas de maguey combinadas con sustratos agrícolas. Scientia fungorum, 49. 2019.

51. Muñoz Caballero, E. N. (2017). Comparativo de dos sustratos y cuatro paquetes tecnológicos utilizados en la producción comercial de Pleurotus ostreatus.

CAPÍTULO IX. ANEXOS

9.1. ANOVA de un solo factor: precocidad vs. sustrato molido

9.1.1. Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.1.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO MOLIDO	4	1; 2; 3; 4

9.1.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO MOLIDO	3	37.30	39.68%	37.30	12.433	2.85	0.078
Error	13	56.70	60.32%	56.70	4.362		
Total	16	94.00	100.00%				

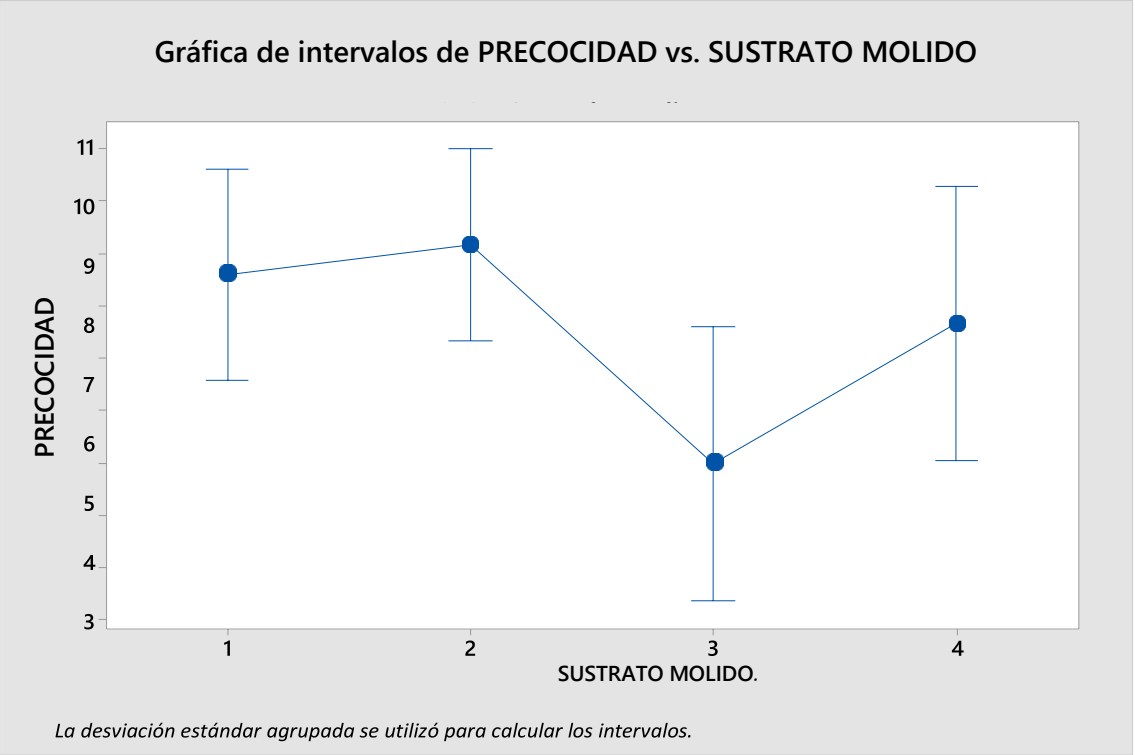
9.1.4. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
2.08843	39.68%	25.76%	99.025	0.00%

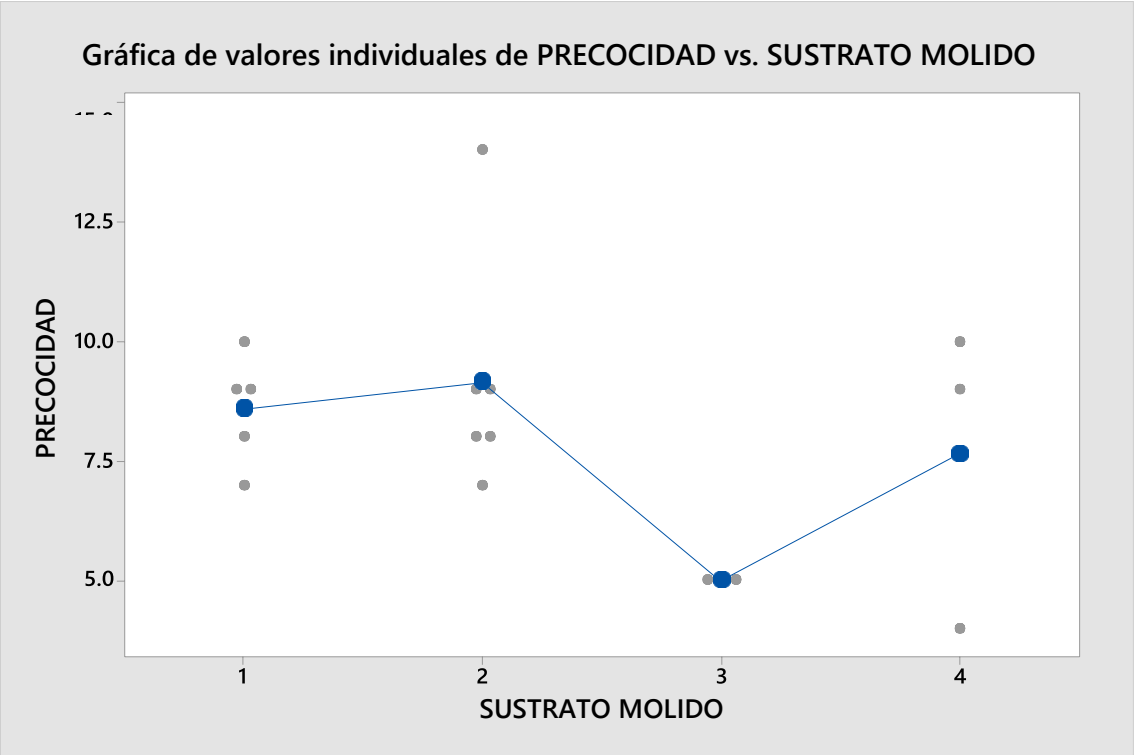
9.1.5. Medias

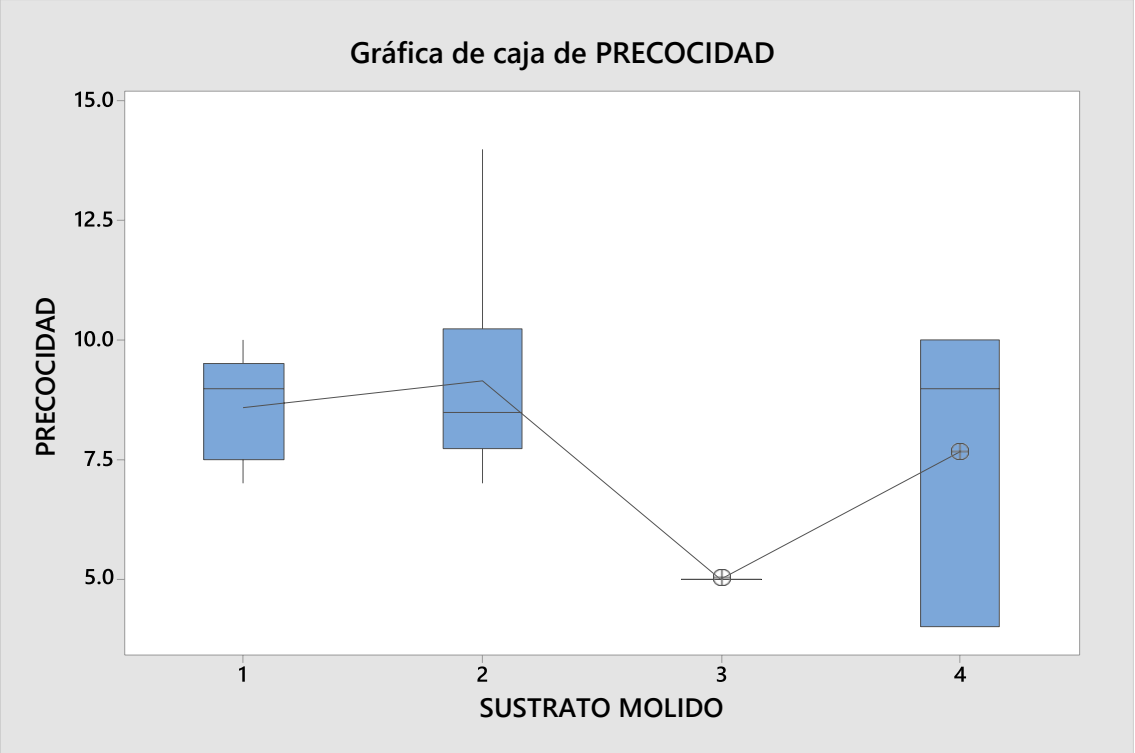
SUSTRATO MOLIDO	N	Media	Desv.Est.	IC de95%
1	5	8.600	1.140	(6.582; 10.618)
2	6	9.17	2.48	(7.32; 11.01)
3	3	5.000	0.000	(2.395; 7.605)
4	3	7.67	3.21	(5.06; 10.27)

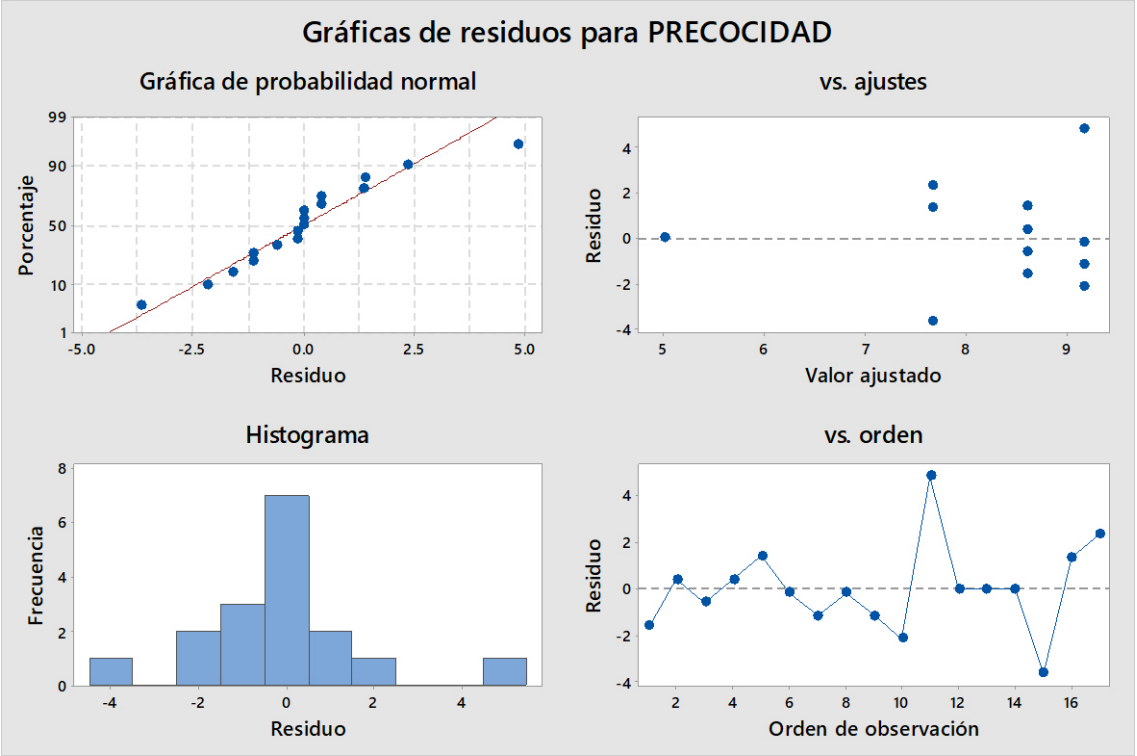
Desv.Est. agrupada = 2.08843



.


Gráfica de valores individuales de PRECOCIDAD vs. SUSTRATO MOLIDO
PRECOCIDAD
12.5
10.0
7.5
5.0
1
2
3
4
SUSTRATO MOLIDO


Gráfica de caja de PRECOCIDAD
PRECOCIDAD
15.0
12.5
10.0
7.5
5.0
1
2
3
4
SUSTRATO MOLIDO



9.2. ANOVA de un solo factor: eficiencia biológica vs. sustrato molido

9.2.1. Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.2.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO	4	1; 2; 3;

MOLIDO		4

9.2.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO MOLIDO	3	1360.0	84.69%	1360.0	453.34	23.97	0.000
Error	13	245.9	15.31%	245.9	18.91		
Total	16	1605.9	100.00%				

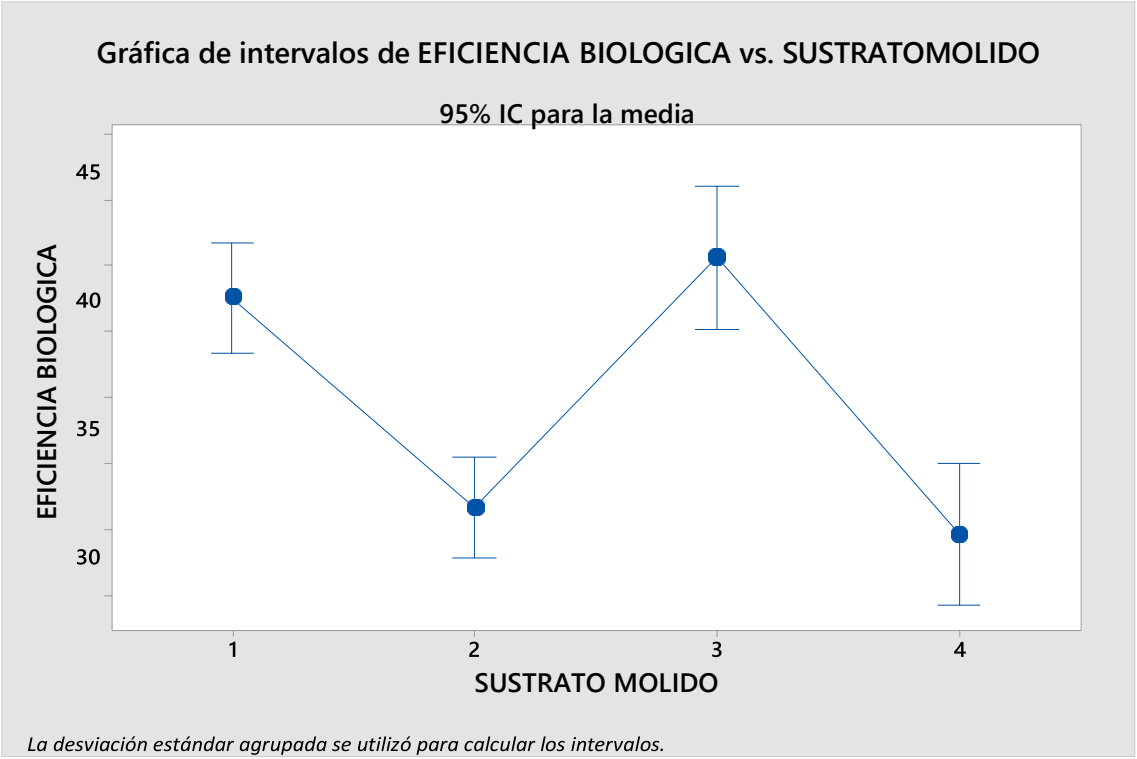
9.2.4. Resumen del modelo

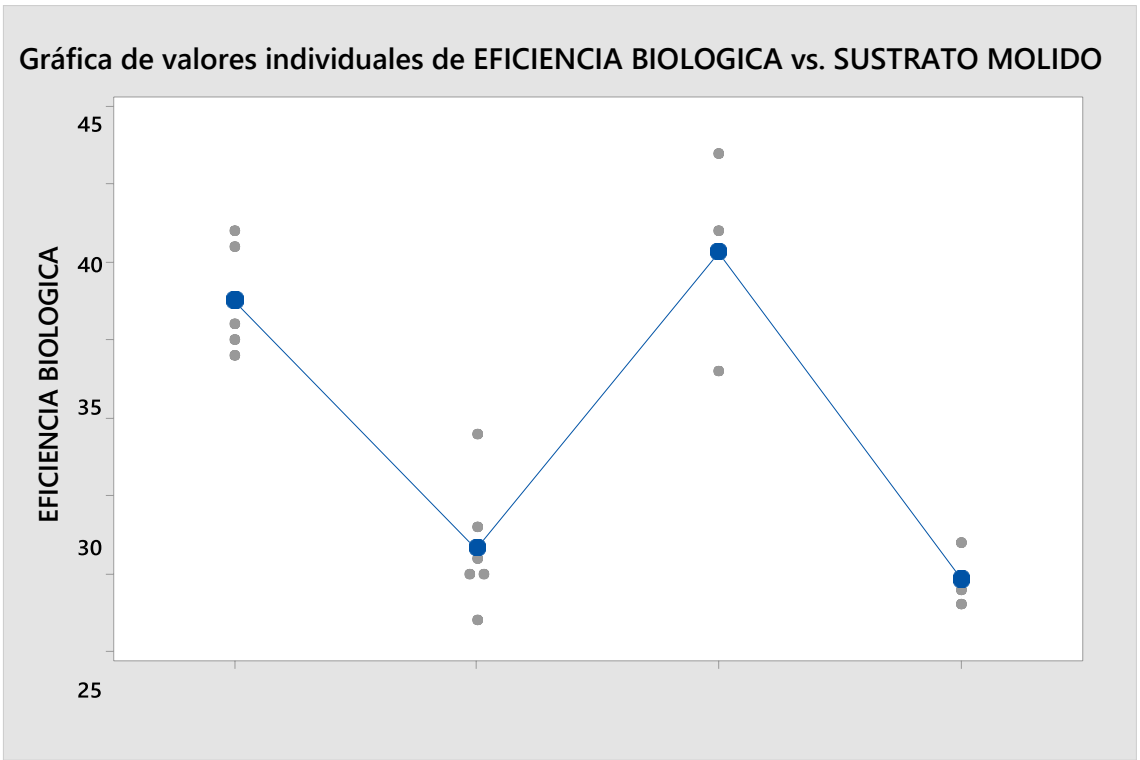
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
4.34889	84.69%	81.16%	449.125	72.03%

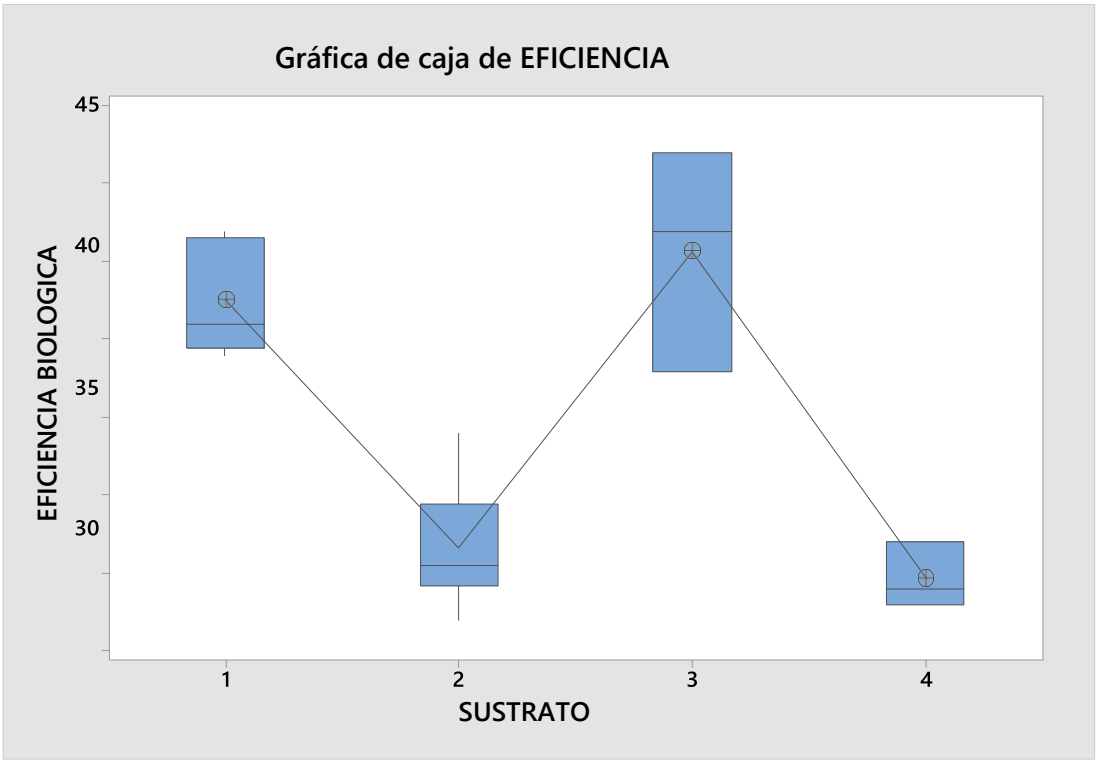
9.2.5. Medias

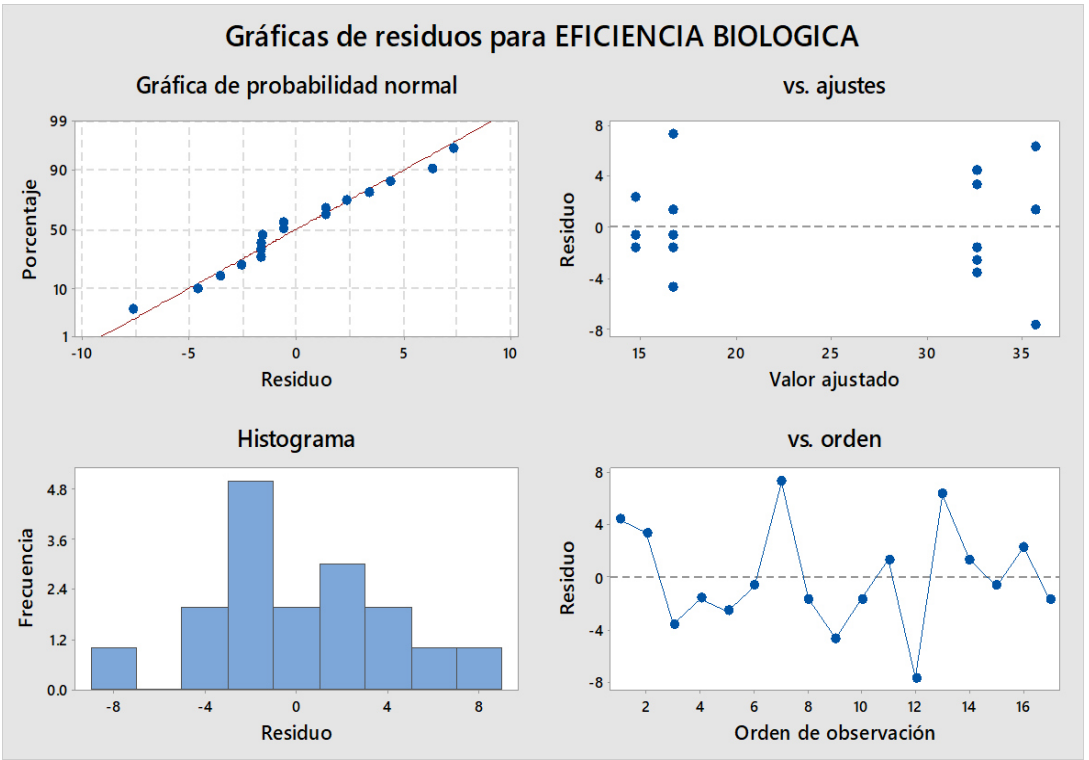
SUSTRATO MOLIDO	N	Media	Desv.Est.	IC de95%
1	5	32.60	3.65	(28.40; 36.80)
2	6	16.67	4.08	(12.83; 20.50)
3	3	35.67	7.09	(30.24; 41.09)
4	3	14.67	2.08	(9.24; 20.09)

Desv.Est. agrupada = 4.34889


Gráfica de intervalos de EFICIENCIA BIOLOGICA vs. SUSTRATOMOLIDO
95% IC para la media
EFICIENCIA BIOLOGICA
45
40
35
30
1
2
3
4
SUSTRATO MOLIDO
La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.


Gráfica de valores individuales de EFICIENCIA BIOLOGICA vs. SUSTRATO MOLIDO
EFICIENCIA BIOLOGICA
45
40
35
30
25


Gráfica de caja de EFICIENCIA
EFICIENCIA BIOLOGICA
45
40
35
30
1
2
3
4
SUSTRATO


Gráficas de residuos para EFICIENCIA BIOLOGICA
Gráfica de probabilidad normal
Porcentaje
99
90
50
10
1
-10
-5
0
5
10
Residuo
vs. ajustes
Residuo
8
4
0
-4
-8
15
20
25
30
35
Valor ajustado
Histograma
Frecuencia
4.8
3.6
2.4
1.2
0.0
-8
-4
0
4
8
Residuo
vs. orden
Residuo
8
4
0
-4
-8
2
4
6
8
10
12
14
16
Orden de observación

9.3. ANOVA de un solo factor: tasa de producción vs. sustrato molido

9.3.1. Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.3.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO MOLIDO	4	1; 2; 3; 4

9.3.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO MOLIDO	3	0.34046	77.99%	0.34046	0.113485	15.35	0.000
Error	13	0.09610	22.01%	0.09610	0.007392		
Total	16	0.43655	100.00%				

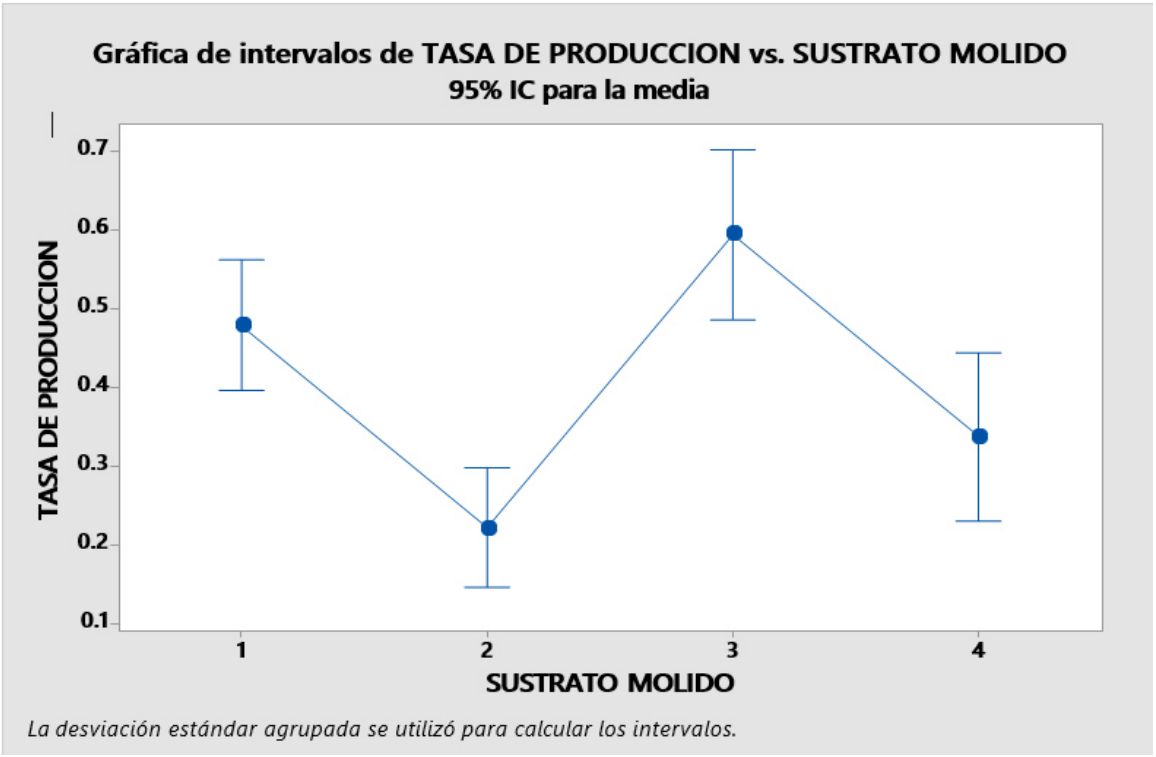
9.3.4. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0.0859770	77.99%	72.91%	0.177581	59.32%

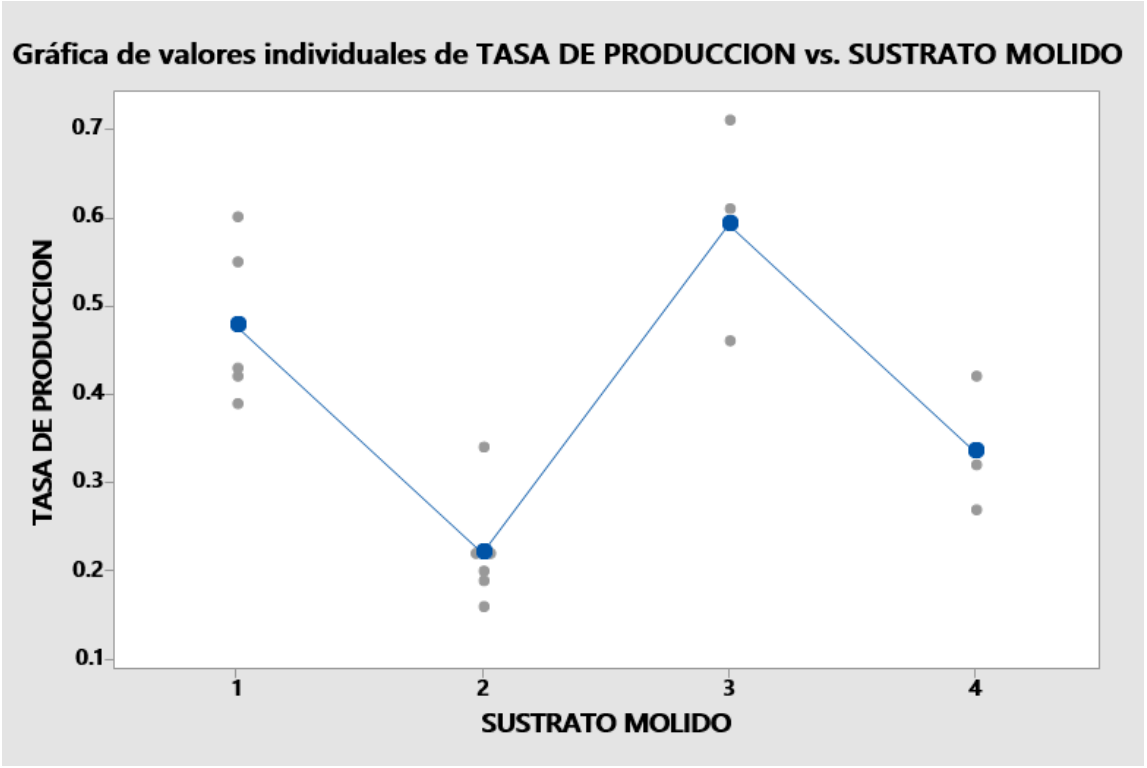
9.3.5. Medias

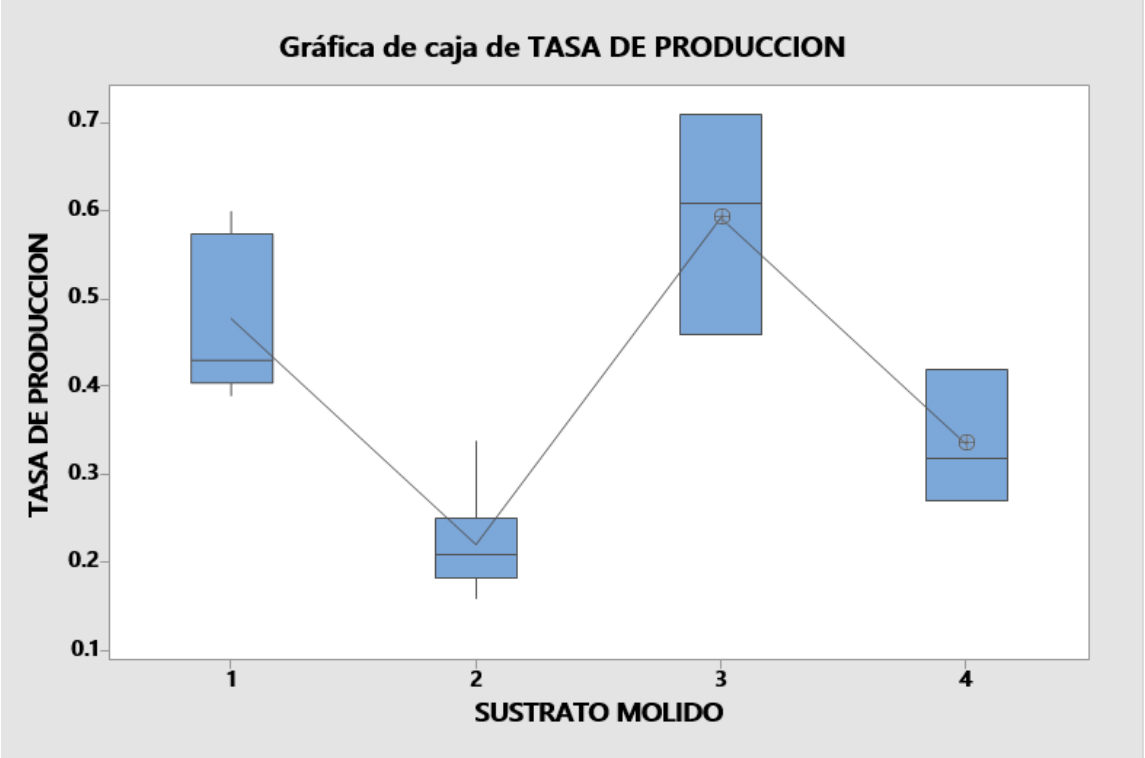
SUSTRATO MOLIDO	N	Media	Desv.Est.	IC de95%
1	5	0.4780	0.0915	(0.3949; 0.5611)
2	6	0.2217	0.0621	(0.1458; 0.2975)
3	3	0.5933	0.1258	(0.4861; 0.7006)
4	3	0.3367	0.0764	(0.2294; 0.4439)

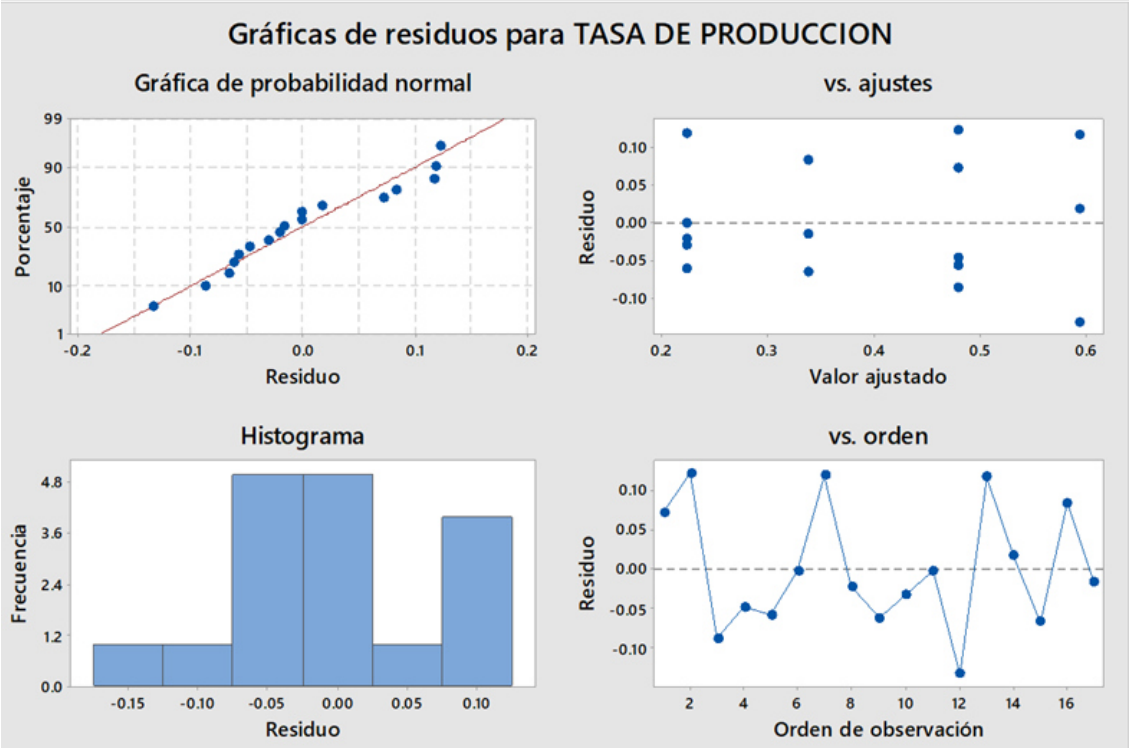
Desv.Est. agrupada = 0.0859770



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.







9.4. ANOVA de un solo factor: tasa de biodegradación vs. sustrato molido

9.4.1. Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.4.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO MOLIDO	4	1; 2; 3; 4

9.4.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MCAjust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO MOLIDO	3	726.3	48.56%	726.3	242.10	4.09	0.030
Error	13	769.3	51.44%	769.3	59.18		
Total	16	1495.6	100.00%				

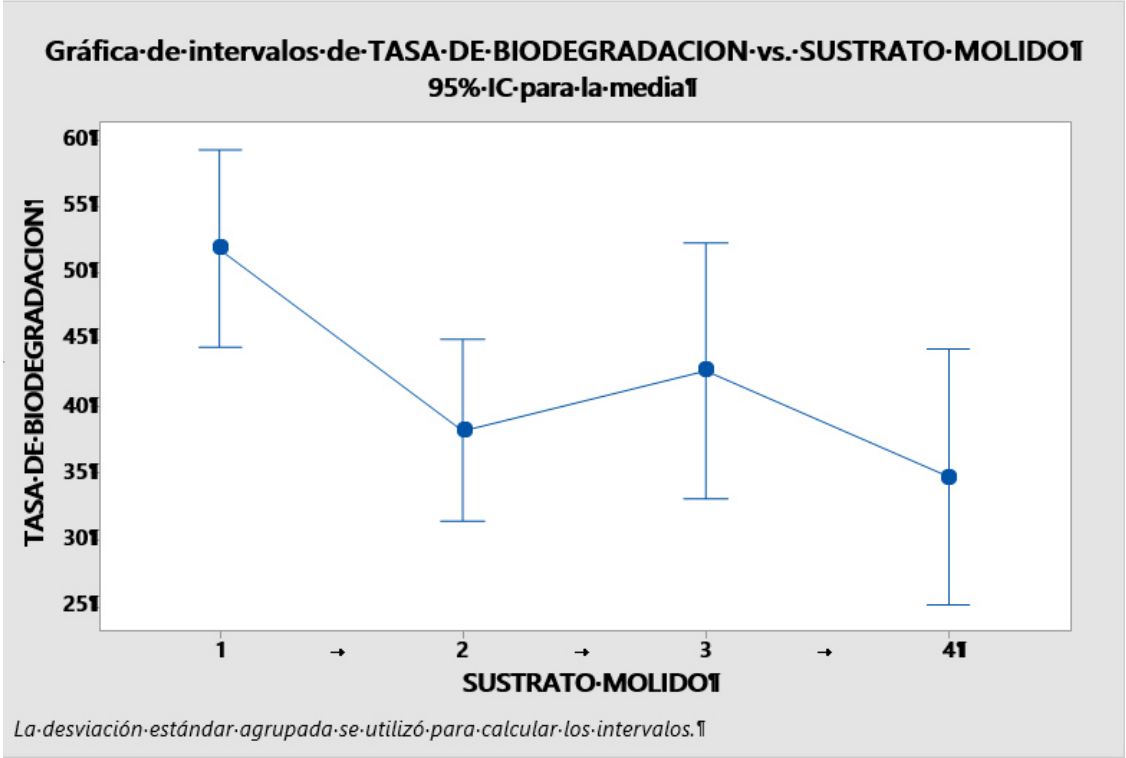
9.4.4. Resumen del modelo

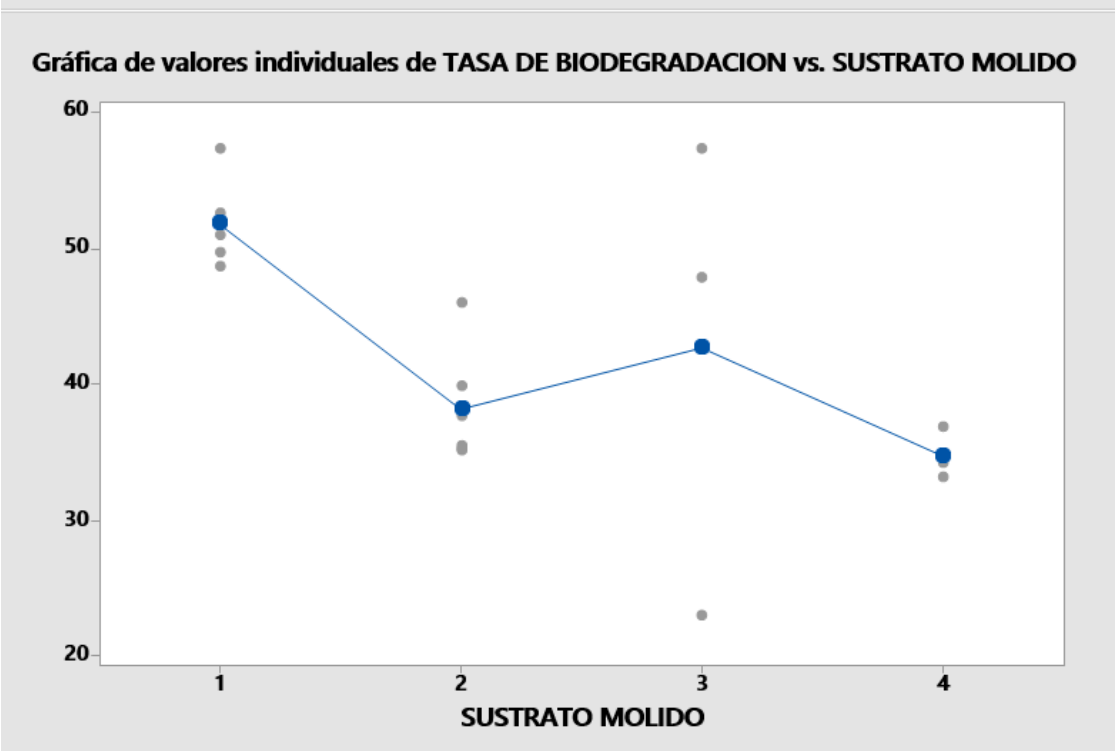
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
7.69253	48.56%	36.69%	1626.63	0.00%

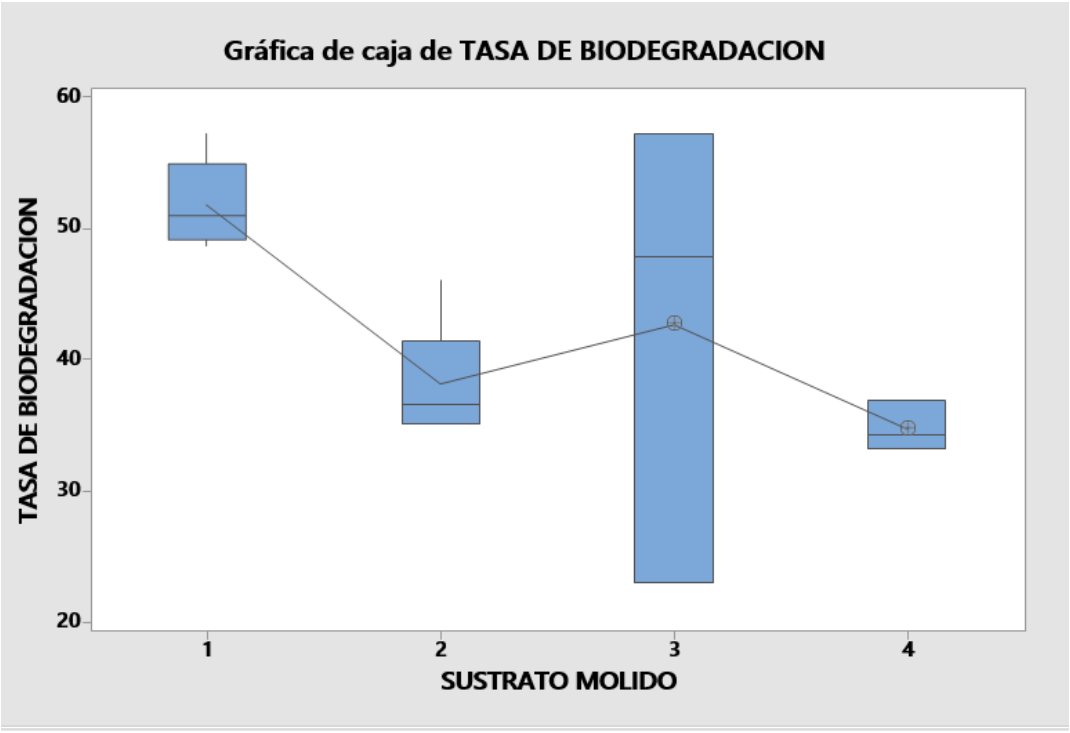
9.4.5. Medias

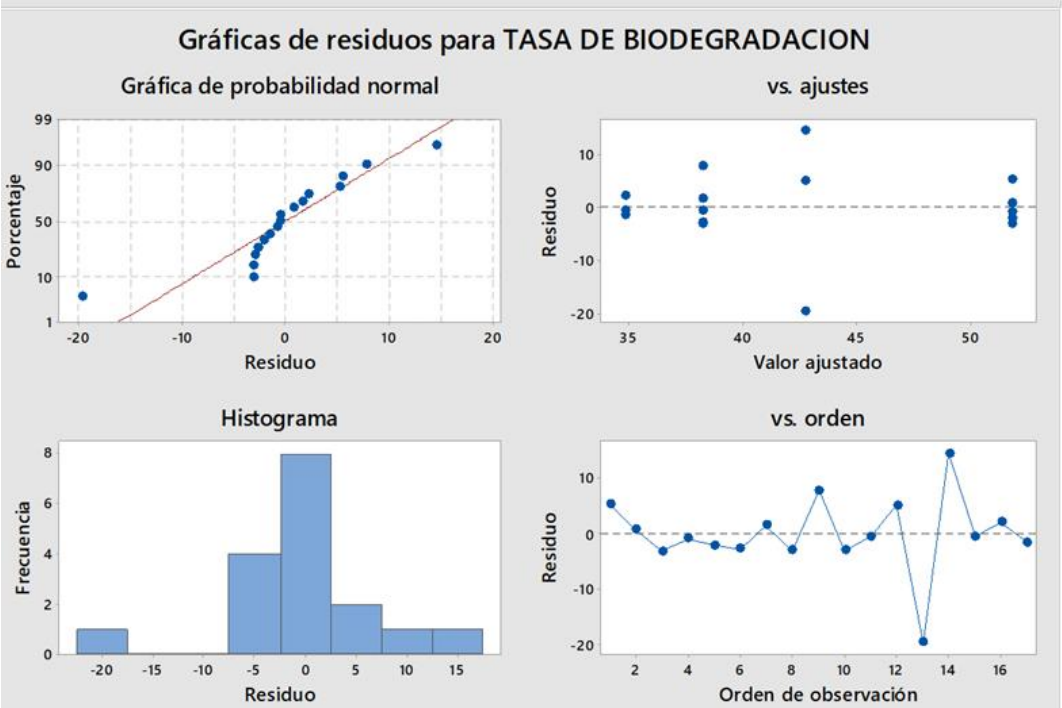
SUSTRATOMOLIDO	N	Media	Desv.Est.	IC de95%
1	5	51.87	3.37	(44.44; 59.30)
2	6	38.24	4.25	(31.46; 45.03)
3	3	42.8	17.7	(33.2; 52.3)
4	3	34.79	1.90	(25.19; 44.38)

Desv.Est. agrupada = 7.69253




Gráfica de valores individuales de TASA DE BIODEGRADACION vs. SUSTRATO MOLIDO
60
50
40
30
20
1
2
3
4
SUSTRATO MOLIDO


Gráfica de caja de TASA DE BIODEGRADACION
TASA DE BIODEGRADACION
60
50
40
30
20
1
2
3
4
SUSTRATO MOLIDO



9.5. ANOVA de un solo factor: tamaño del sombrero vs. sustrato molido

9.5.1. Método

Hipótesis nula	Medias iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.5.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO MOLIDO	4	1; 2; 3; 4

9.5.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO MOLIDO	3	53.556	97.14%	53.556	17.8521	147.44	0.000
Error	13	1.574	2.86%	1.574	0.1211		
Total	16	55.130	100.00%				

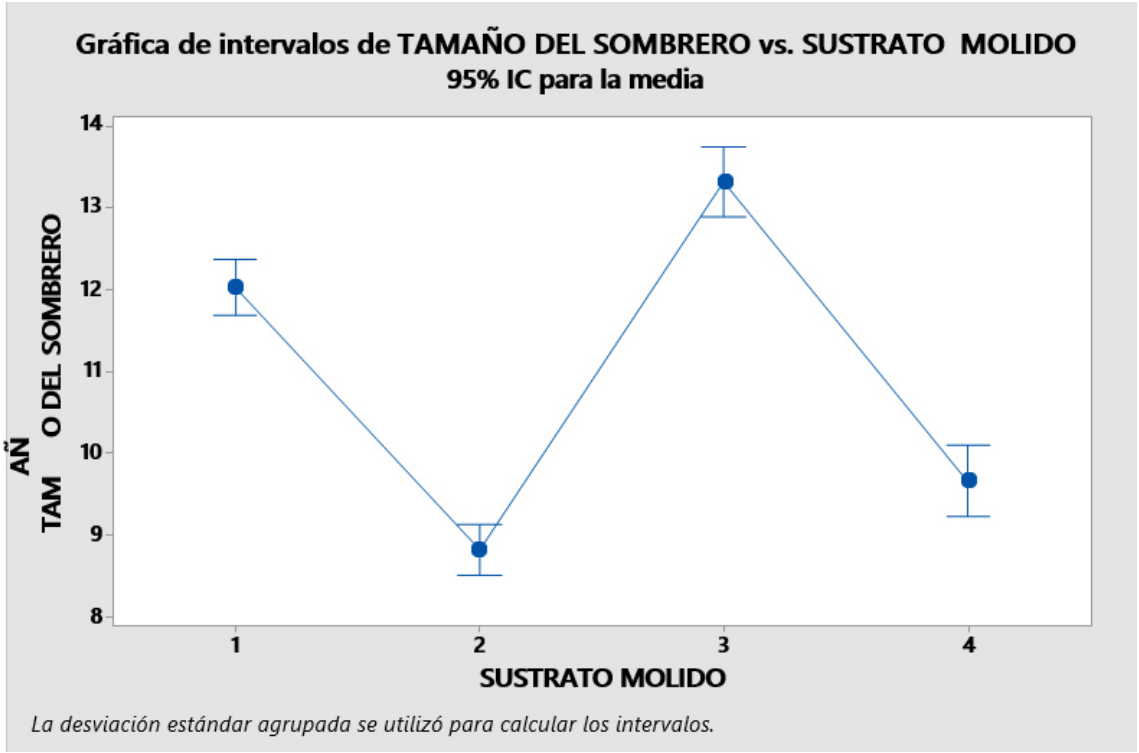
9.5.4. Resumen del modelo

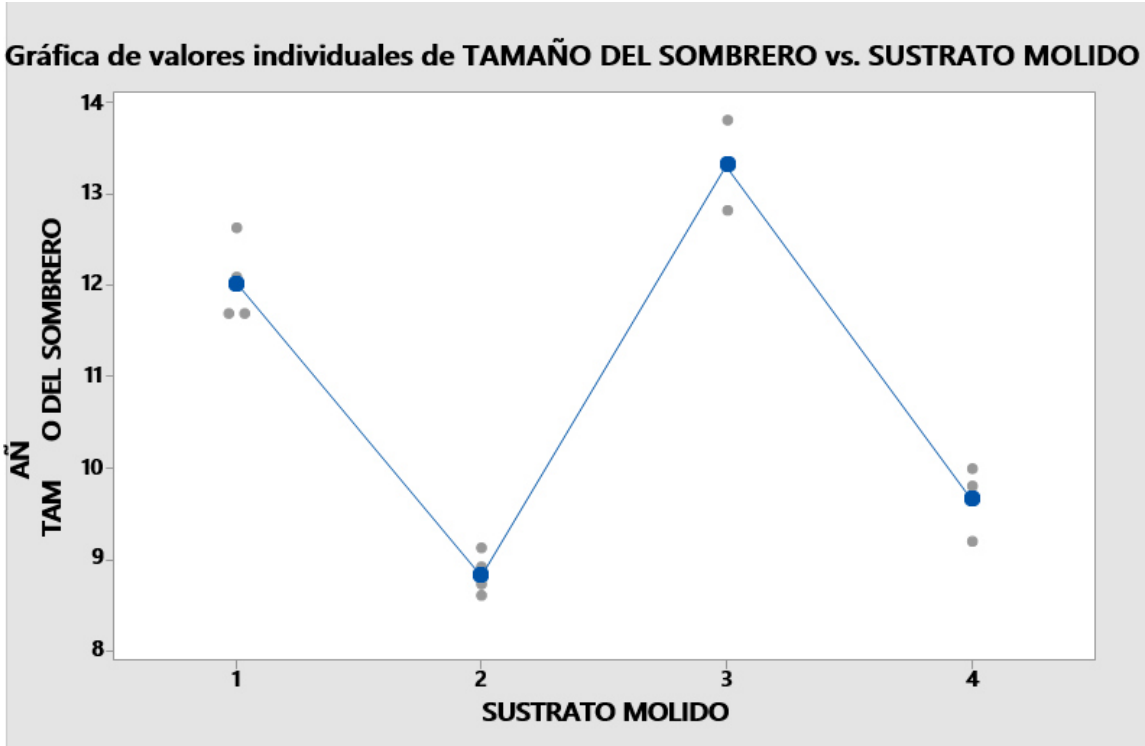
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0.347964	97.14%	96.49%	3.00779	94.54%

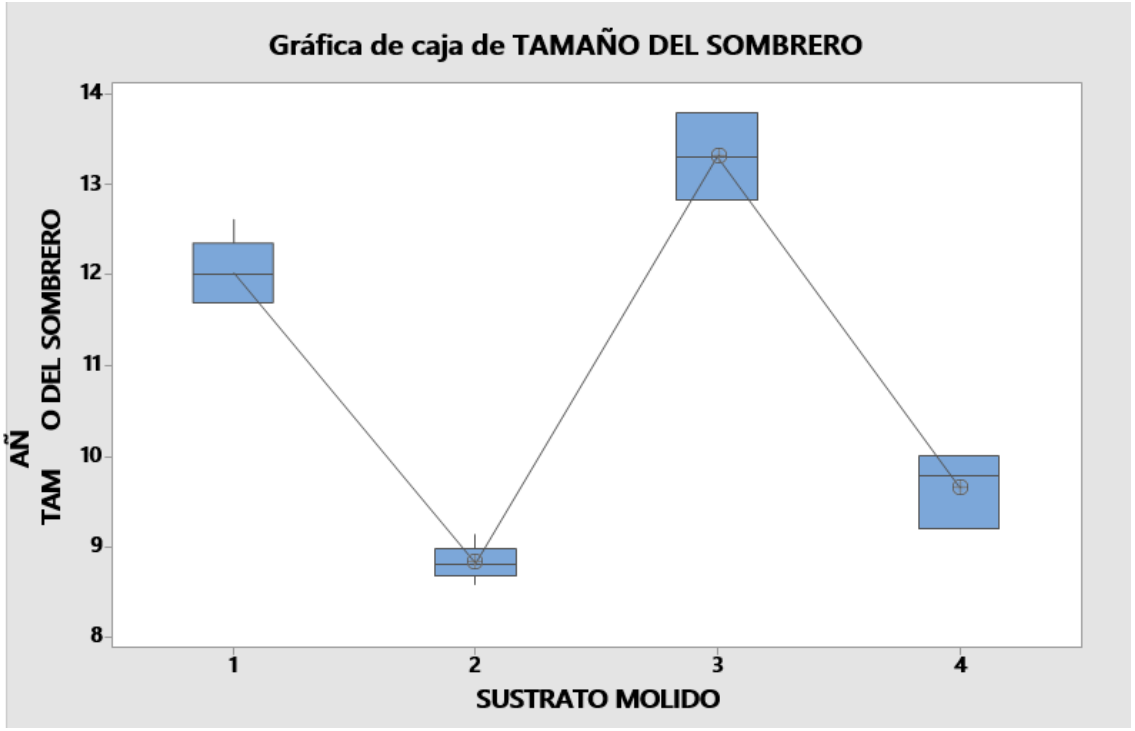
9.5.5. Medias

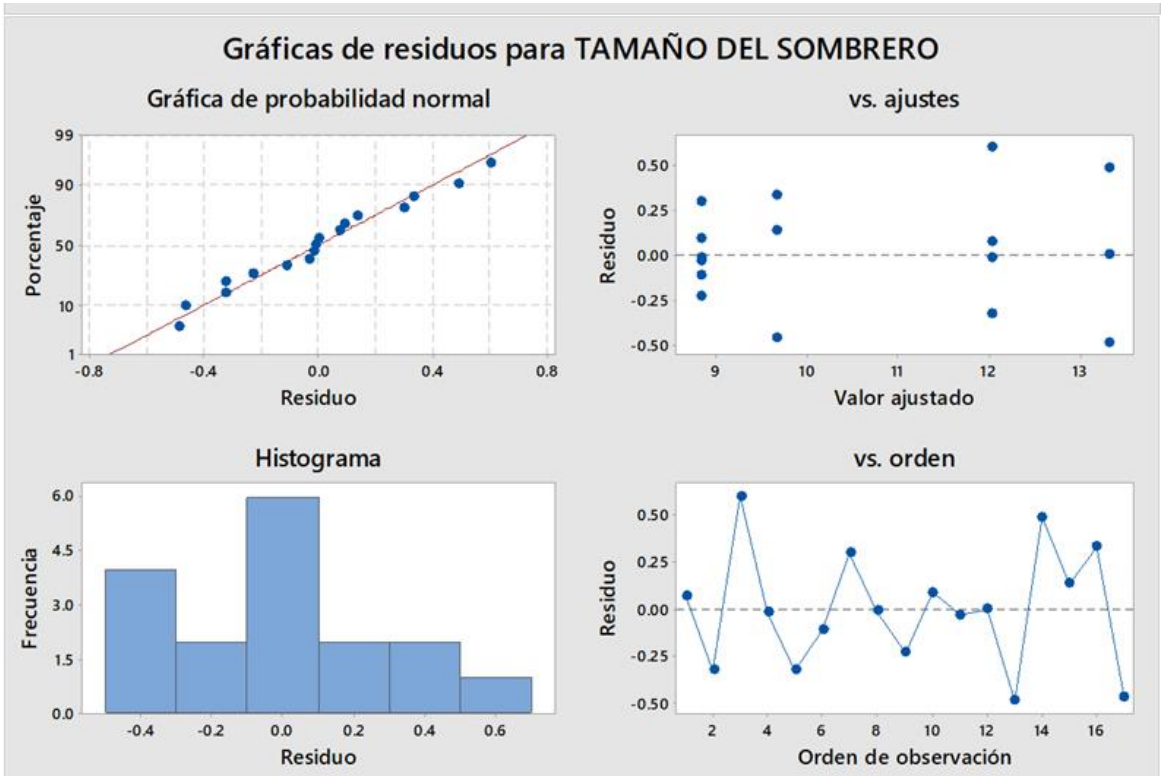
SUSTRATO MOLIDO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	5	12.028	0.382	(11.692; 12.364)
2	6	8.8317	0.1812	(8.5248; 9.1386)
3	3	13.320	0.490	(12.886; 13.754)
4	3	9.667	0.416	(9.233; 10.101)

Desv.Est. agrupada = 0.347964


Gráfica de intervalos de TAMAÑO DEL SOMBRERO vs. SUSTRATO MOLIDO
95% IC para la media
TAMAÑO DEL SOMBRERO
14
13
12
11
10
9
8
1
2
3
4
SUSTRATO MOLIDO
La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.


Gráfica de valores individuales de TAMAÑO DEL SOMBRERO vs. SUSTRATO MOLIDO
TAMAÑO DEL SOMBRERO
14
13
12
11
10
9
8
1
2
3
4
SUSTRATO MOLIDO





9.6. ANOVA de un solo factor: precocidad p vs. sustrato picado

9.6.1. Método

Hipótesis nula	Medias iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.6.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO PICADO	4	1; 2; 3; 4

9.6.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO PICADO	3	15.00	17.51%	15.00	5.000	0.57	0.653
Error	8	70.67	82.49%	70.67	8.833		
Total	11	85.67	100.00%				

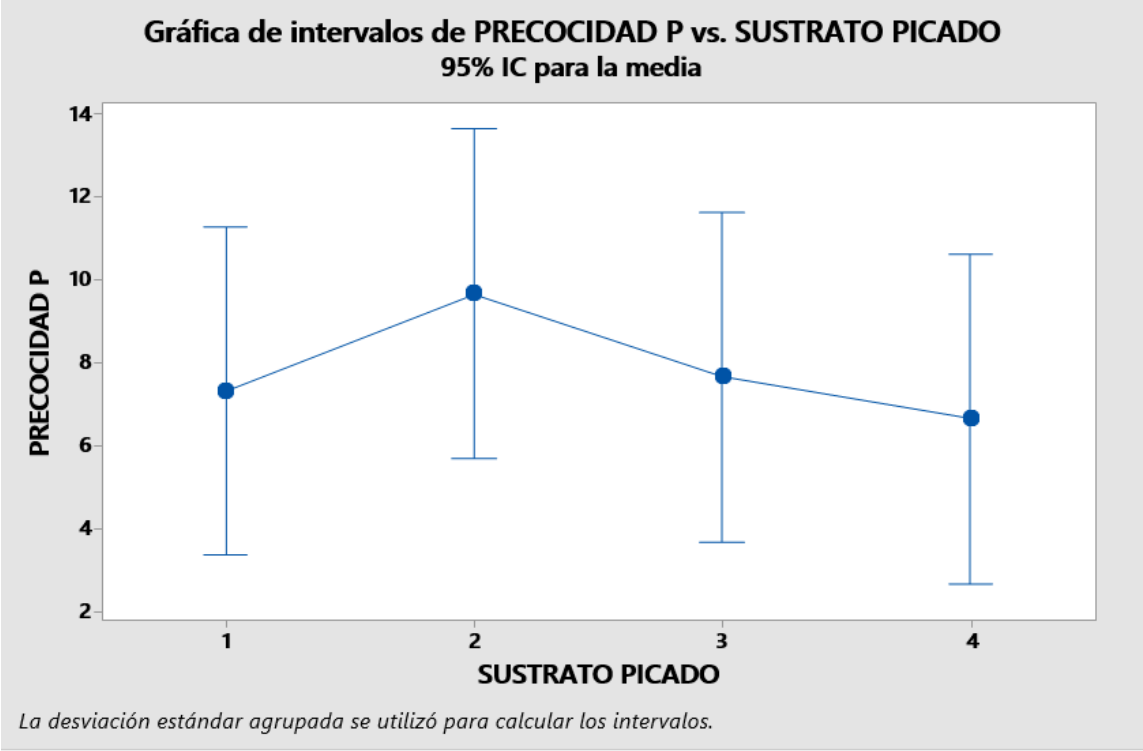
9.6.4. Resumen del modelo

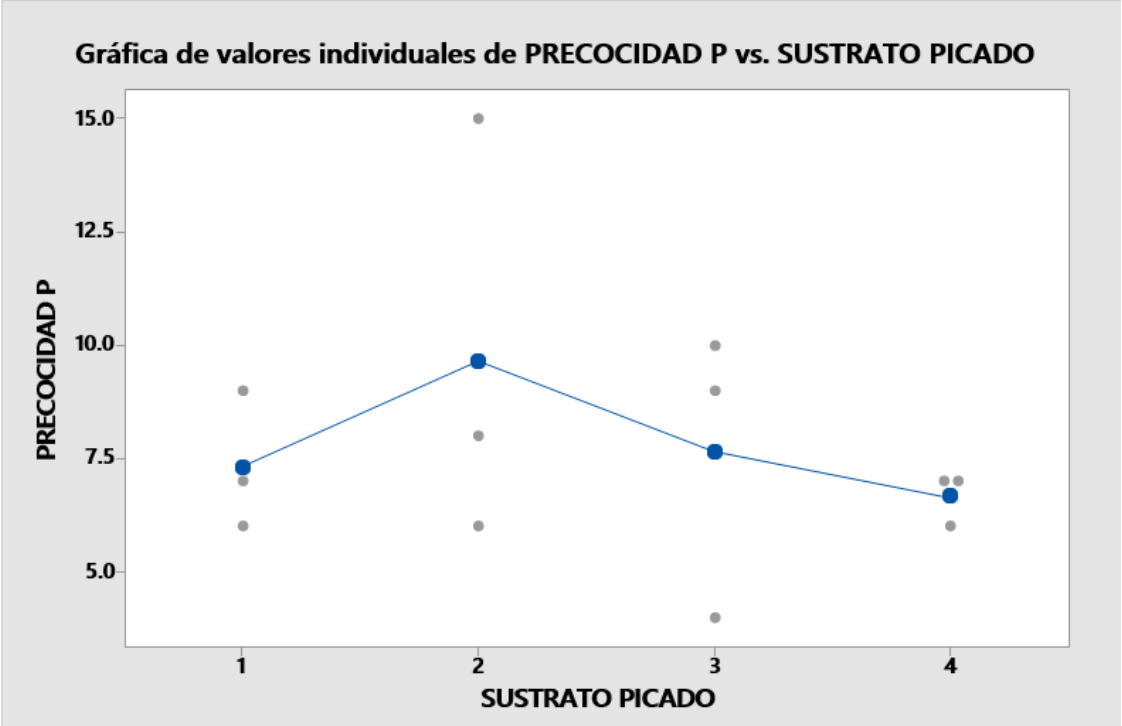
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
2.97209	17.51%	0.00%	159	0.00%

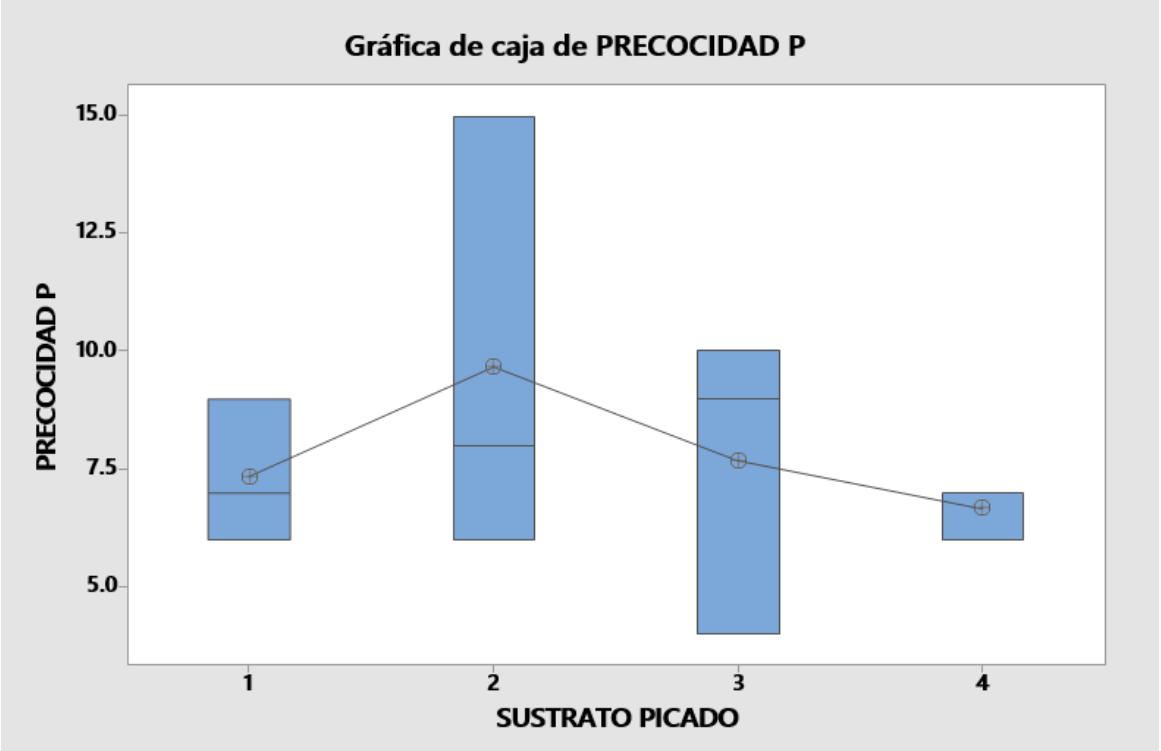
9.6.5. Medias

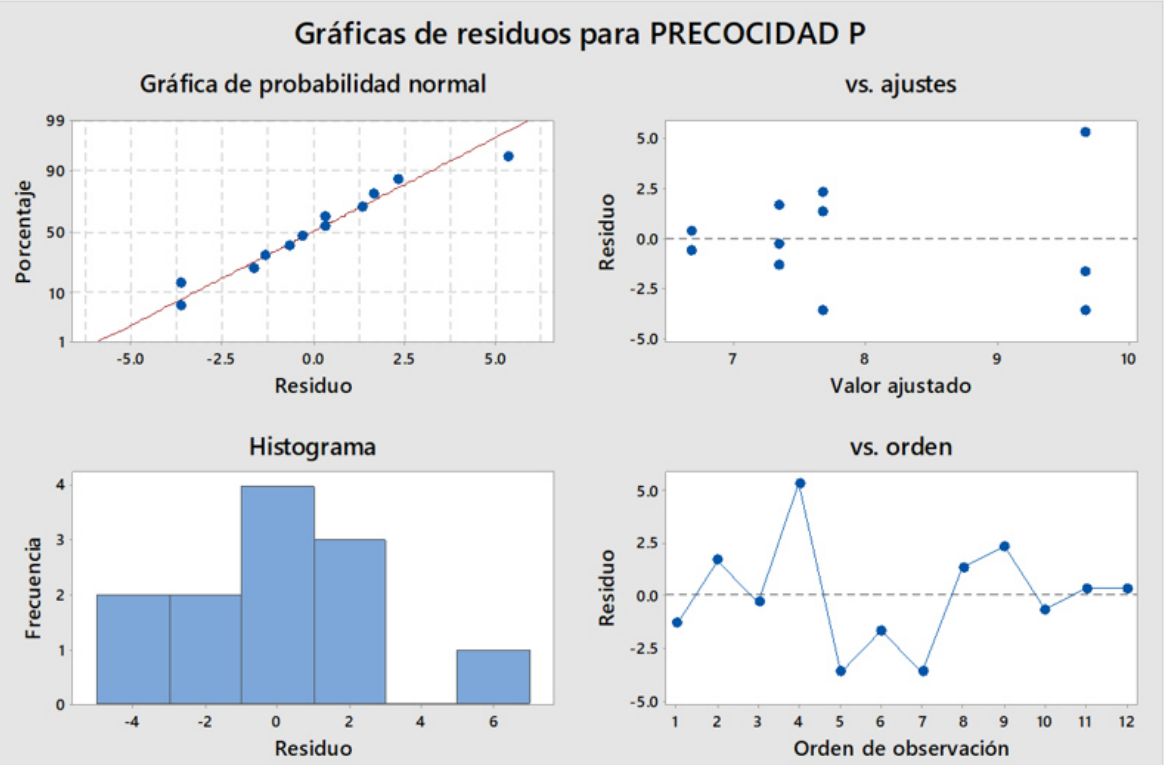
SUSTRATO PICADO	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	3	7.333	1.528	(3.376; 11.290)
2	3	9.67	4.73	(5.71; 13.62)
3	3	7.67	3.21	(3.71; 11.62)
4	3	6.667	0.577	(2.710; 10.624)

Desv.Est. agrupada = 2.97209




Gráfica de valores individuales de PRECOCIDAD P vs. SUSTRATO PICADO
PRECOCIDAD P
15.0
12.5
10.0
7.5
5.0
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO


Gráfica de caja de PRECOCIDAD P
PRECOCIDAD P
15.0
12.5
10.0
7.5
5.0
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO



9.7. ANOVA de un solo factor: eficiencia biológica p vs. sustrato picado

9.7.1. Método

Hipótesis nula	Medias iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.7.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO PICADO	4	1; 2; 3; 4

9.7.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO PICADO	3	51.67	38.65%	51.67	17.22	1.68	0.248
Error	8	82.00	61.35%	82.00	10.25		
Total	11	133.67	100.00%				

9.7.4. Resumen del modelo

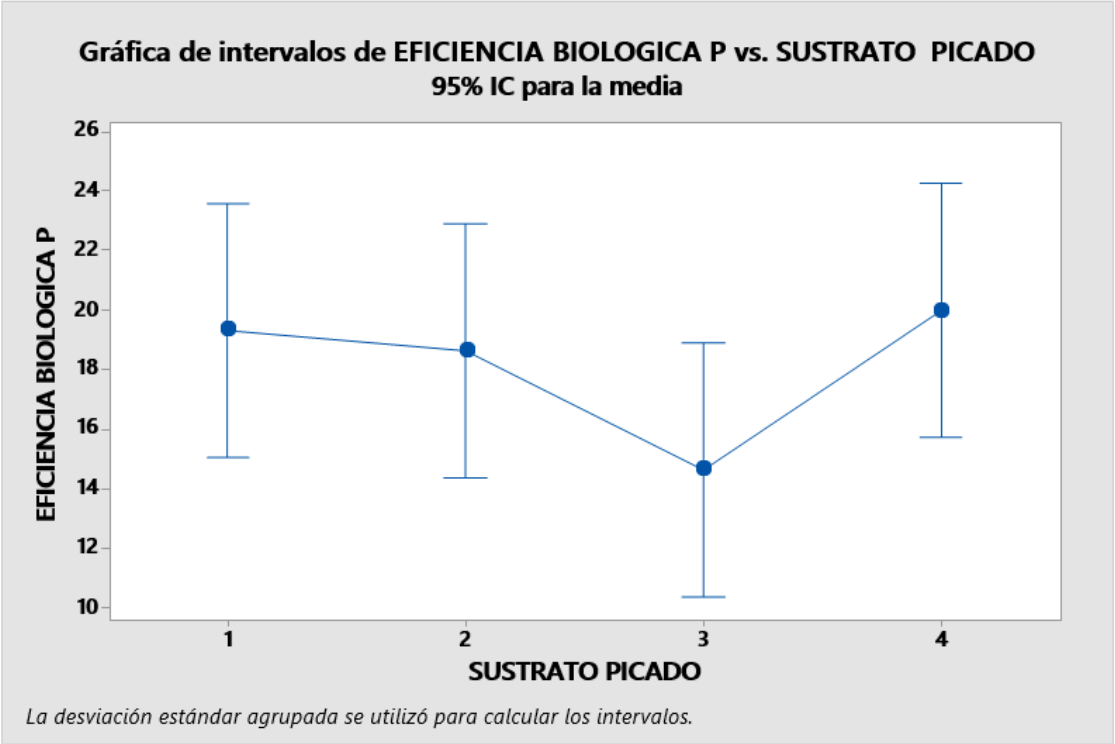
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
3.20156	38.65%	15.65%	184.5	0.00%

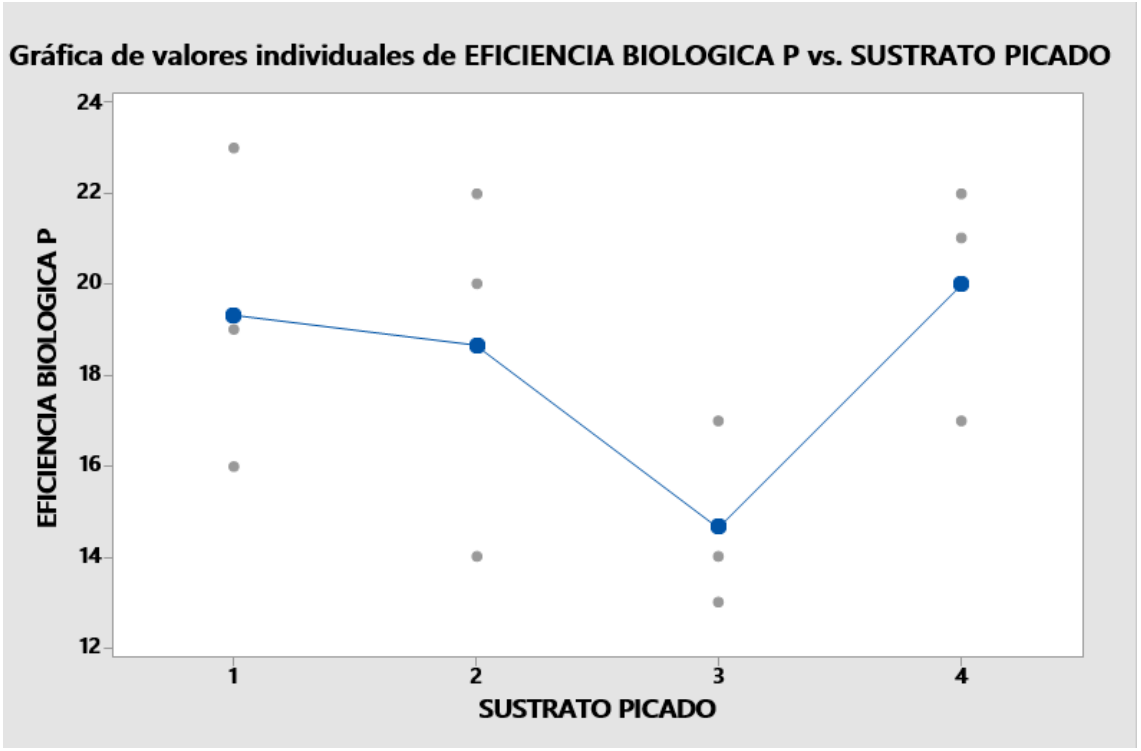
9.7.5. Medias

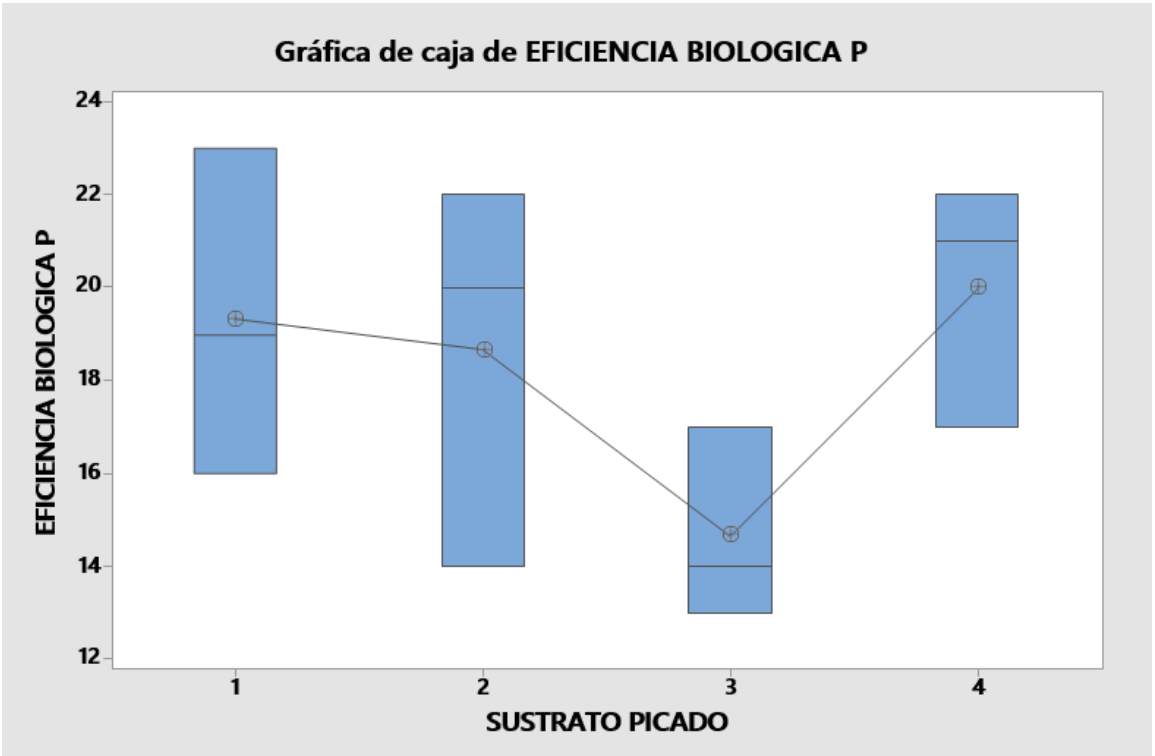
SUSTRATO PICADO	N	Media	Desv.Est.	IC de95%
1	3	19.33	3.51	(15.07; 23.60)
2	3	18.67	4.16	(14.40; 22.93)

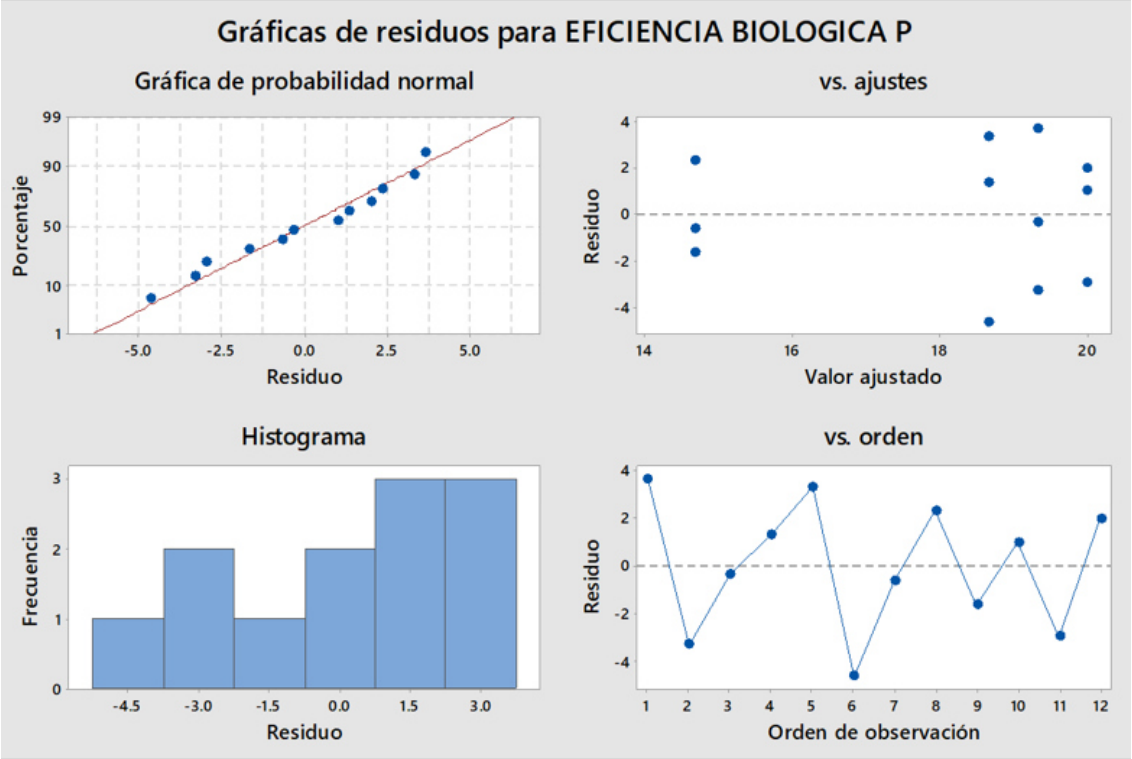
3	3	14.67	2.08	(10.40; 18.93)
4	3	20.00	2.65	(15.74; 24.26)

Desv.Est. agrupada = 3.20156




Gráfica de valores individuales de EFICIENCIA BIOLOGICA P vs. SUSTRATO PICADO
EFICIENCIA BIOLOGICA P
24
22
20
18
16
14
12
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO


Gráfica de caja de EFICIENCIA BIOLOGICA P
EFICIENCIA BIOLOGICA P
24
22
20
18
16
14
12
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO



9.8. ANOVA de un solo factor: tasa de producción p vs. sustrato picado

9.8.1. Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.8.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO PICADO	4	1; 2; 3; 4

9.8.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO PICADO	3	0.05349	56.77%	0.05349	0.017831	3.50	0.069
Error	8	0.04073	43.23%	0.04073	0.005092		
Total	11	0.09422	100.00%				

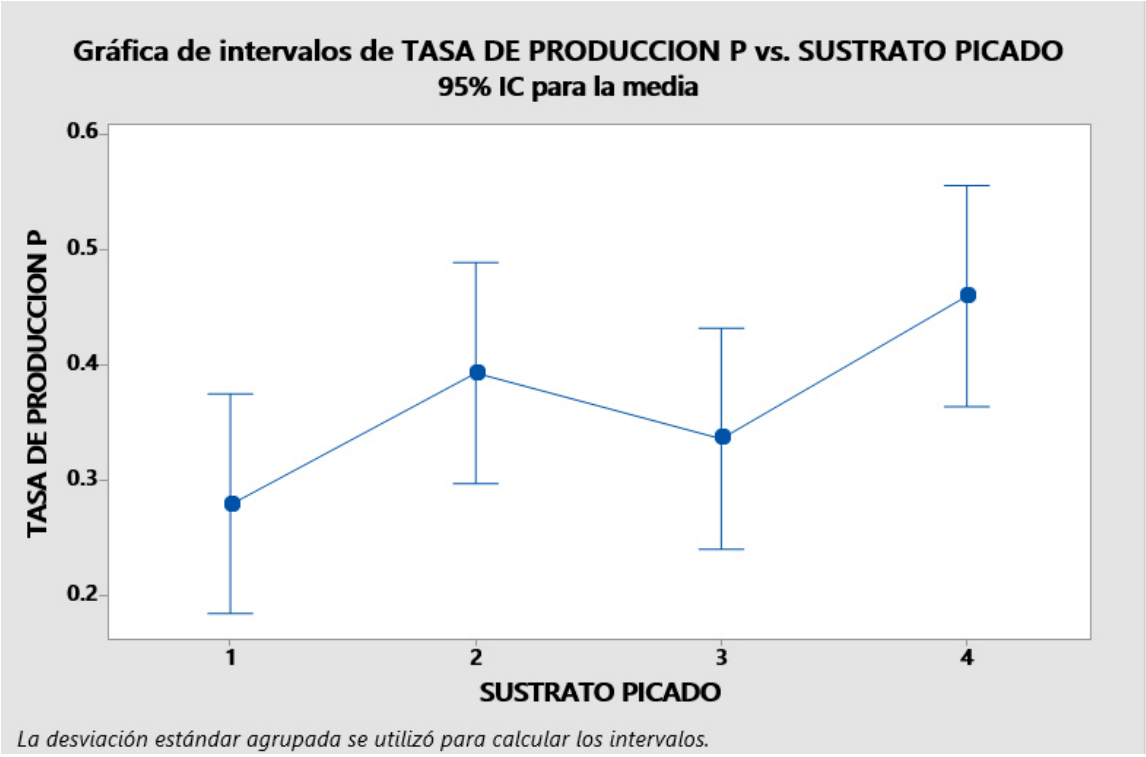
9.8.4. Resumen del modelo

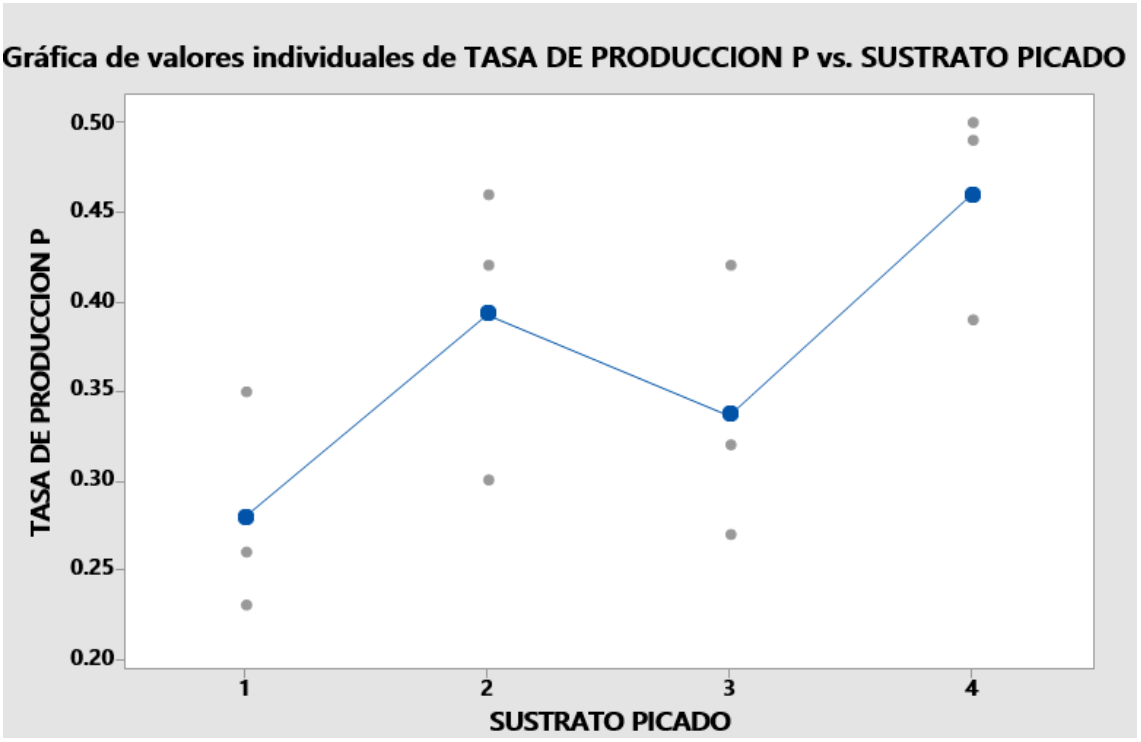
S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0.0713559	56.77%	40.56%	0.09165	2.73%

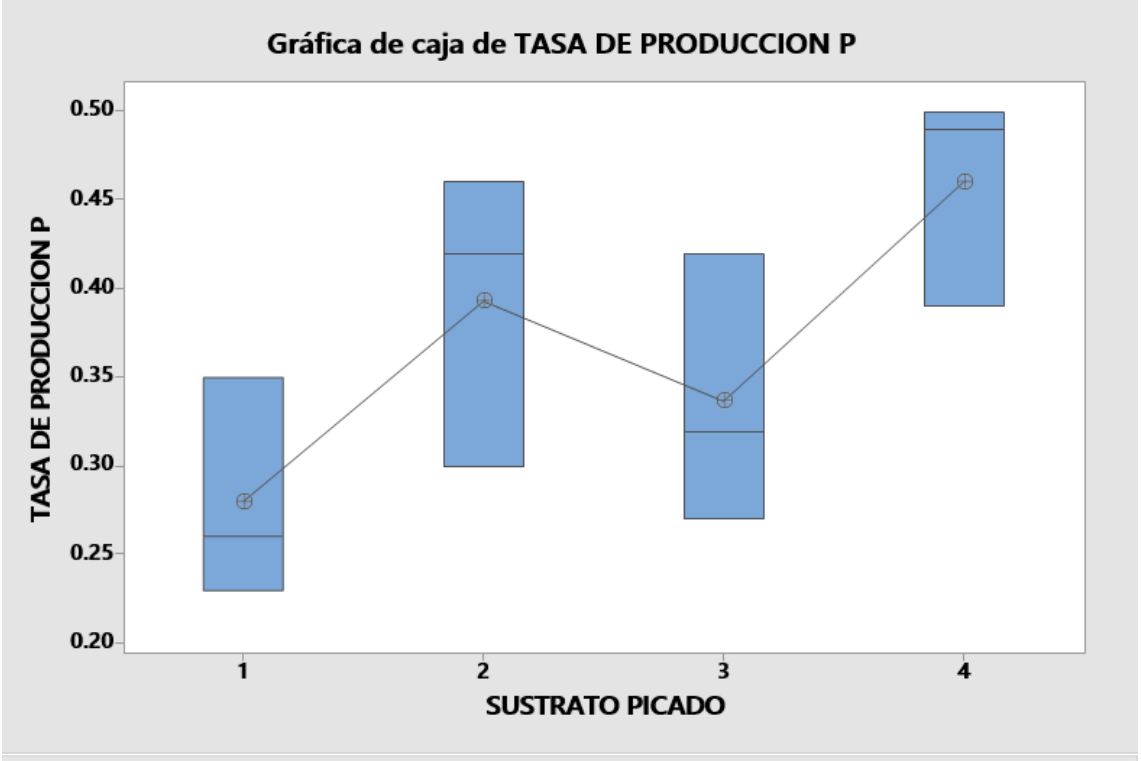
9.8.5. Medias

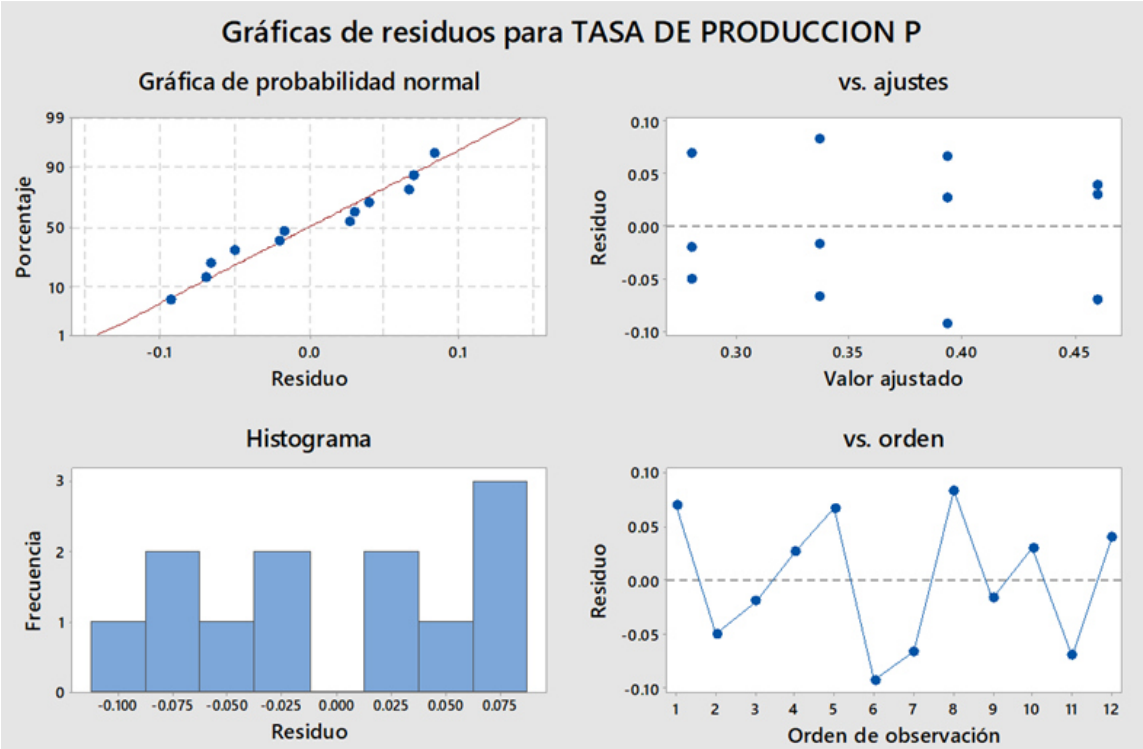
SUSTRATO PICADO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	3	0.2800	0.0624	(0.1850; 0.3750)
2	3	0.3933	0.0833	(0.2983; 0.4883)
3	3	0.3367	0.0764	(0.2417; 0.4317)
4	3	0.4600	0.0608	(0.3650; 0.5550)

Desv.Est. agrupada = 0.0713559




Gráfica de valores individuales de TASA DE PRODUCCION P vs. SUSTRATO PICADO
TASA DE PRODUCCION P
0.50
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO


Gráfica de caja de TASA DE PRODUCCION P
TASA DE PRODUCCION P
0.50
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO



9.9. ANOVA de un solo factor: tasa de biodegradación p vs. sustrato picado

9.9.1. Método

Hipótesis nula	Medias iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.9.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO PICADO	4	1; 2; 3; 4

9.9.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO PICADO	3	122.5	54.47%	122.5	40.84	3.19	0.084
Error	8	102.4	45.53%	102.4	12.80		
Total	11	224.9	100.00%				

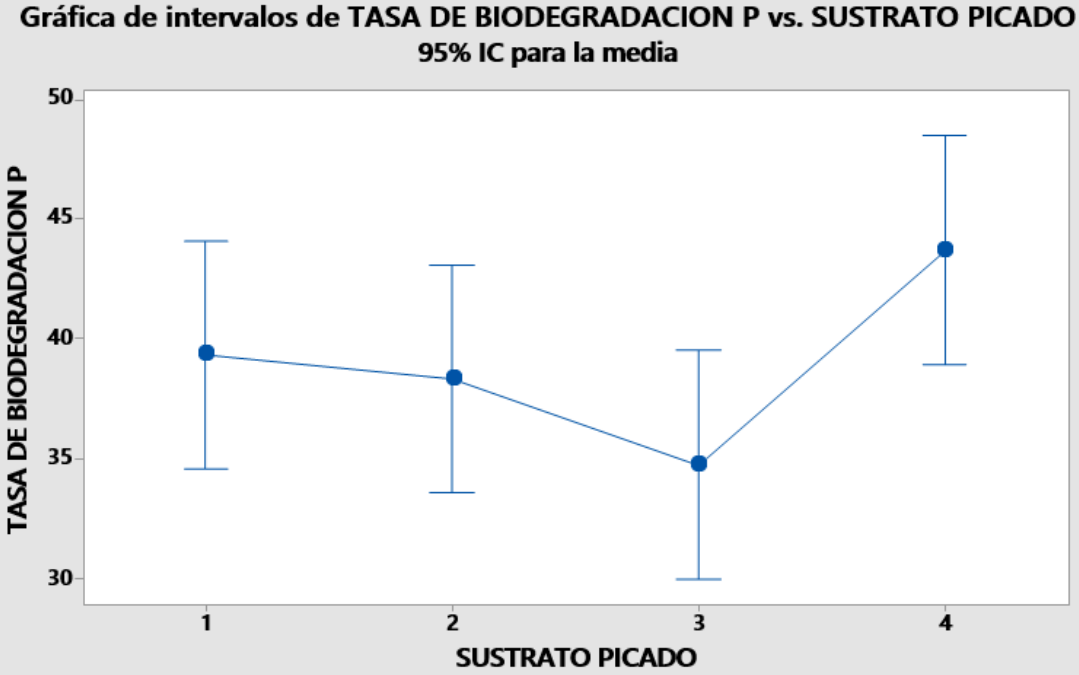
9.9.4. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
3.57793	54.47%	37.39%	230.429	0.00%

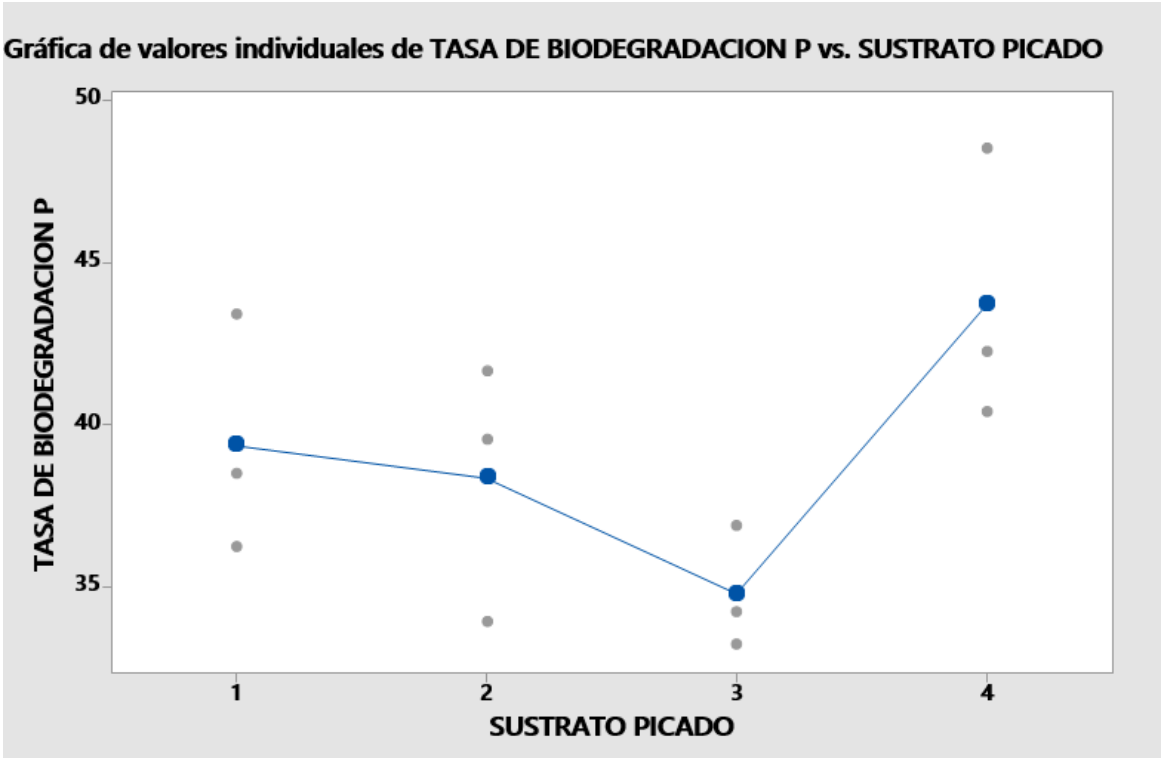
9.9.5. Medias

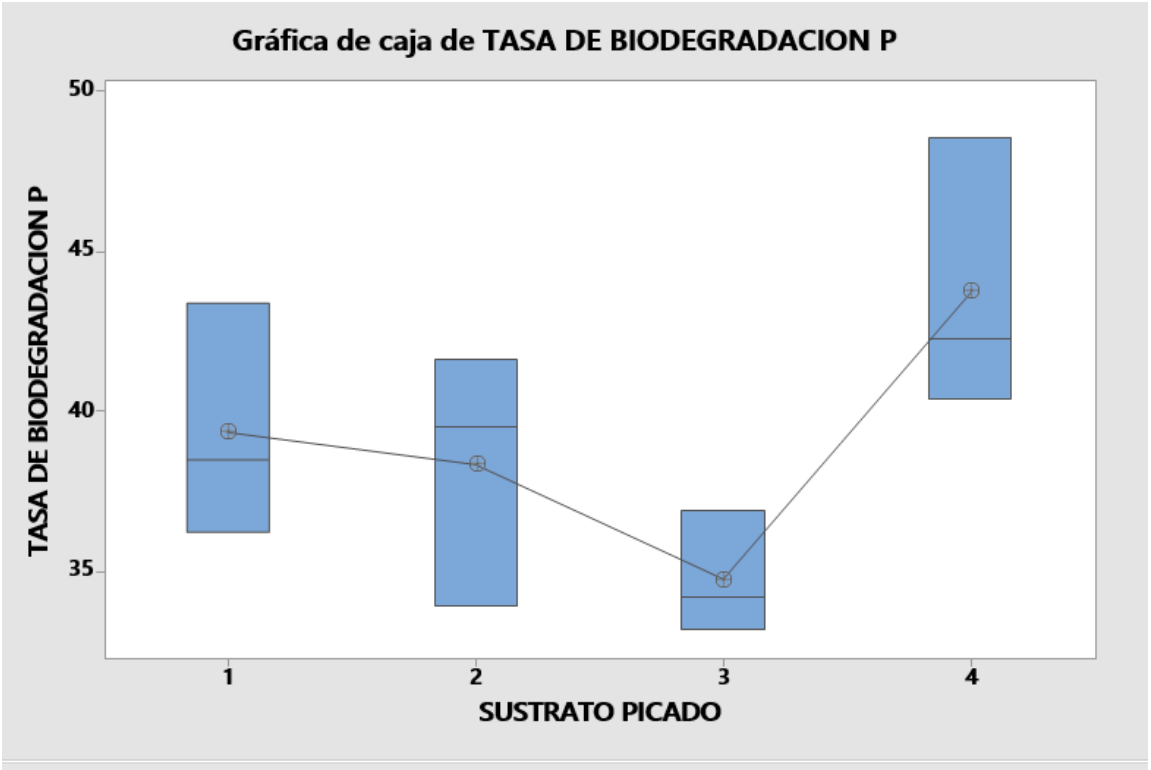
SUSTRATO PICADO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	3	39.39	3.66	(34.63; 44.15)
2	3	38.37	3.99	(33.61; 43.14)
3	3	34.79	1.90	(30.02; 39.55)
4	3	43.75	4.28	(38.99; 48.51)

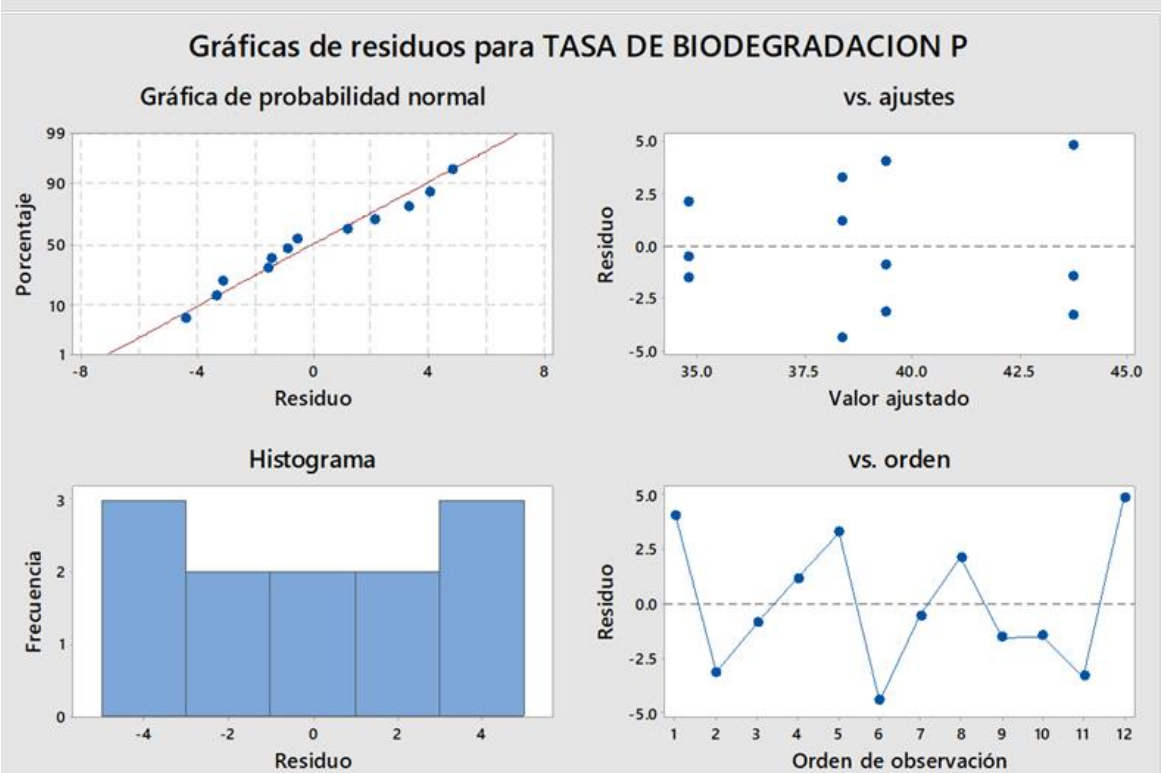
Desv.Est. agrupada = 3.57793



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.


Gráfica de valores individuales de TASA DE BIODEGRADACION P vs. SUSTRATO PICADO
TASA DE BIODEGRADACION P
50
45
40
35
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO


Gráfica de caja de TASA DE BIODEGRADACION P
TASA DE BIODEGRADACION P
50
45
40
35
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO



9.10. ANOVA de un solo factor: tamaño del sombrero p vs. sustrato picado

9.10.1. Método

Hipótesis nula	Medias iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

9.10.2. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUSTRATO PICADO	4	1; 2; 3; 4

9.10.3. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUSTRATO PICADO	3	18.706	92.61%	18.706	6.2353	33.42	0.000
Error	8	1.492	7.39%	1.492	0.1866		
Total	11	20.198	100.00%				

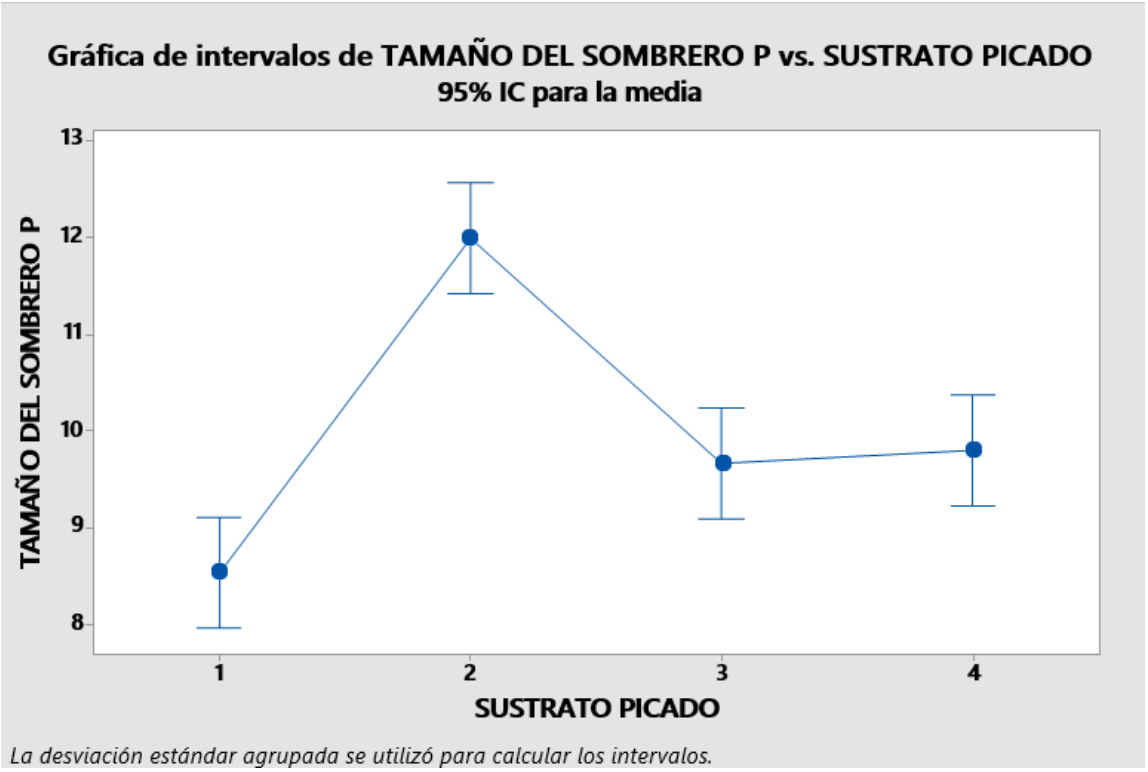
9.10.4. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0.431924	92.61%	89.84%	3.35805	83.37%

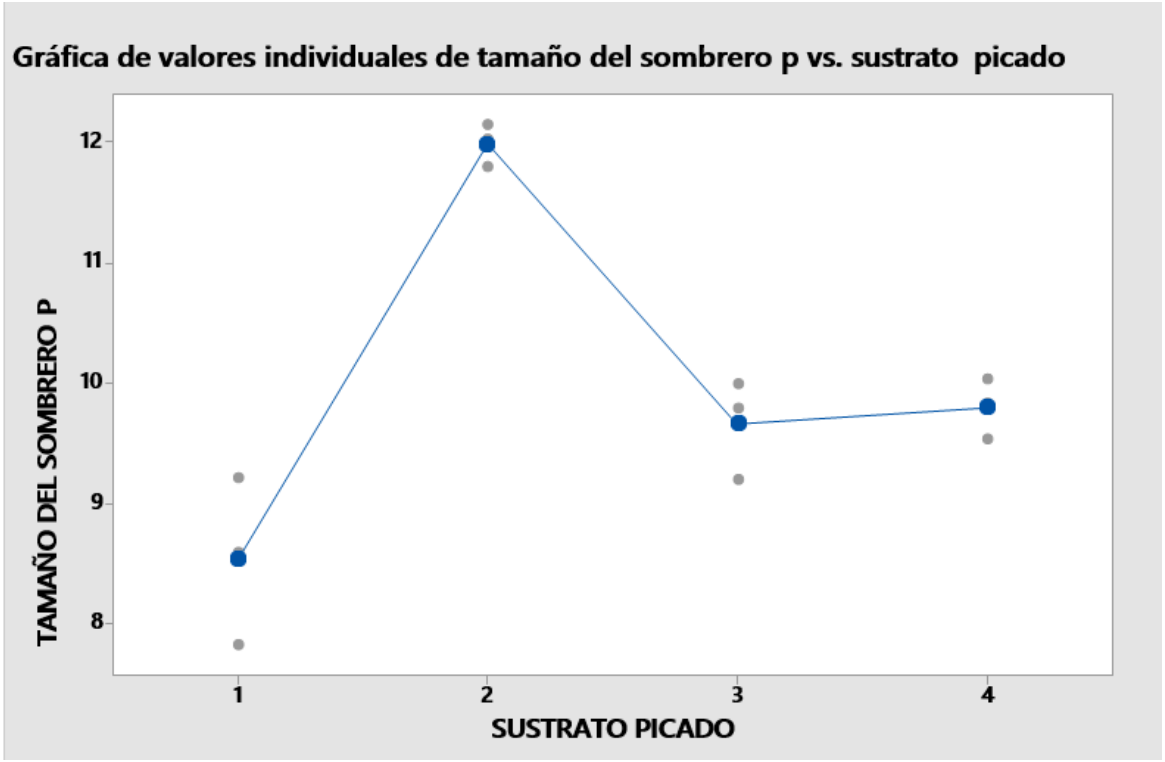
9.10.5. Medias

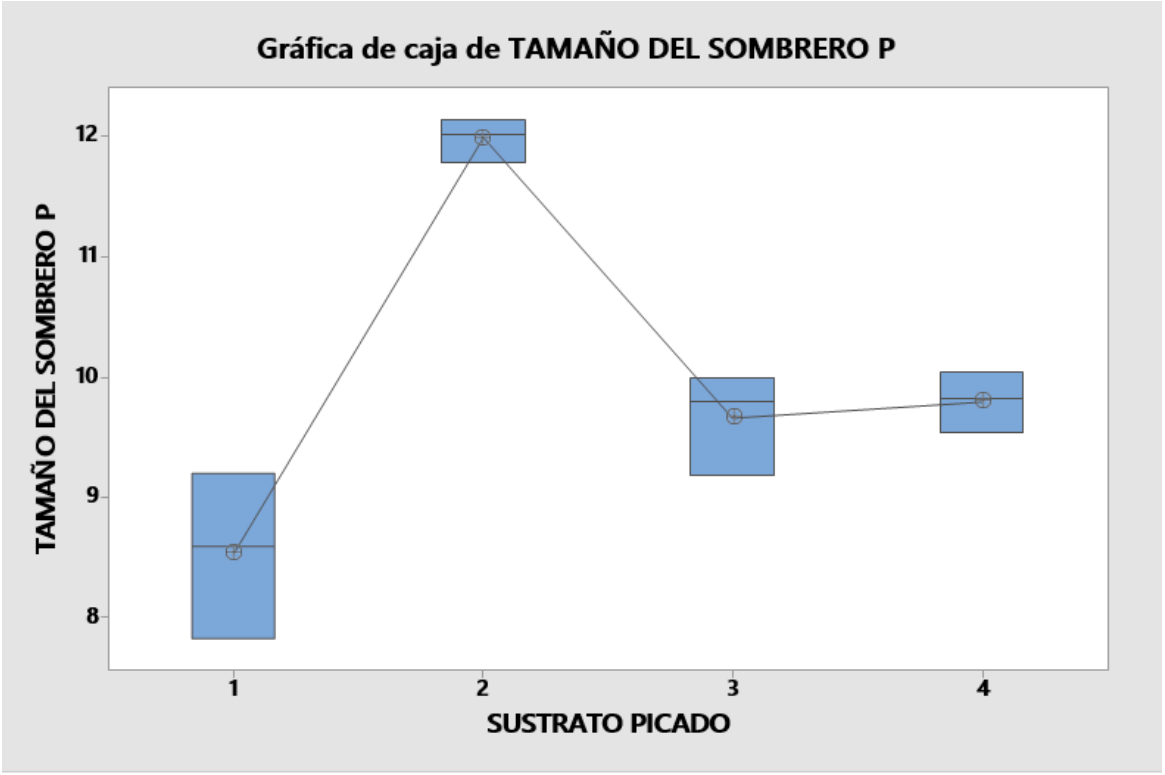
SUSTRATO PICADO	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	3	8.547	0.692	(7.972; 9.122)
2	3	11.993	0.178	(11.418; 12.568)
3	3	9.667	0.416	(9.092; 10.242)
4	3	9.803	0.251	(9.228; 10.378)

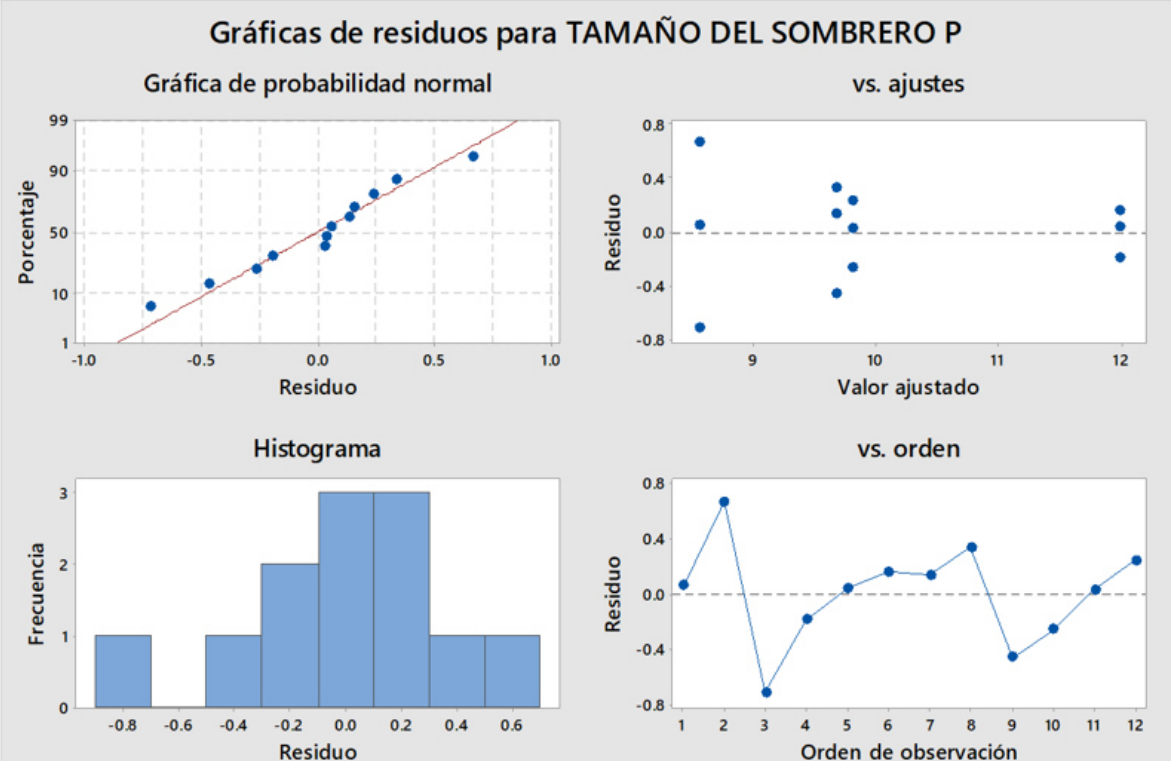
Desv.Est. agrupada = 0.431924



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.


Gráfica de valores individuales de tamaño del sombrero p vs. sustrato picado
TAMAÑO DEL SOMBRERO P
12
11
10
9
8
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO


Gráfica de caja de TAMAÑO DEL SOMBRERO P
TAMAÑO DEL SOMBRERO P
12
11
10
9
8
1
2
3
4
SUSTRATO PICADO



LEYENDA

CLAVE	Sustrato Molido	Sustrato Picado
1	Broza Molida	Bagazo Picado
2	Bagazo Molido	Hoja de caña Picado
3	Hoja de Caña Molido	Broza Picado
4	Paja de Trigo Molido	Paja de Trigo Picado