

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE *Ganoderma lucidum* OBTENIDO DE  
RESIDUOS AGRÍCOLAS Y MADEREROS DE LA INDUSTRIA NARIÑENSE, SOBRE  
EL PERFIL SENSORIAL DEL CAFÉ EN TAZA**

**MARIO FERNANDO BENAVIDES PATIÑO**

**JAIME GILBERTO PORTILLA PEREZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2017**

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE *Ganoderma lucidum* OBTENIDO DE  
RESIDUOS AGRÍCOLAS Y MADEREROS DE LA INDUSTRIA NARIÑENSE, SOBRE  
EL PERFIL SENSORIAL DEL CAFÉ EN TAZA**

**MARIO FERNANDO BENAVIDES PATIÑO**

**JAIME GILBERTO PORTILLA PEREZ**

**Trabajo de Grado en Modalidad Investigación para optar al título de Ingeniero**

**Agroindustrial**

**Asesora:**

**OLGA LUCIA BENAVIDES,**

**Ing. Química, M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2017**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Febrero de 2017

## RESUMEN

Desde la antigüedad los hongos han sido usados por su alto valor nutritivo y sus propiedades benéficas para la salud. Muchos hongos comestibles ya tienen una gran aceptación por los consumidores occidentales, quienes los consideran un alimento nutritivo y saludable. En el área de la fitoterapia, actualmente son los hongos los que aportan a la industria farmacéutica una nueva fuente de salud, visualizándose como las drogas del futuro.

*Ganoderma lucidum* produce numerosos compuestos bioactivos, que han sido extensamente estudiados y aplicados en la elaboración de alimentos funcionales, suplementos dietarios y fitoterapéuticos. Este hongo puede ser cultivado en sustratos sólidos sintéticos formulados a base de diferentes residuos agroindustriales basados en madera dura, suplementado con materiales ricos en nitrógeno.

En el presente proyecto se determinó el perfil sensorial del café suplementado con el hongo *G. lucidum* cultivado en bloques sintéticos con el fin de aprovechar diferentes residuos provenientes de la industria agrícola y maderera del departamento de Nariño. El hongo se cultivó usando bloques con solo aserrín de Pandala, Achapo, Sajo y enriquecidos con un 20% de granza de Avena, todos los bloques se suplementaron con azúcar 1% y carbonato de calcio 2% y se ajustó el pH con ácido cítrico entre 5,5 y 5,8. El cultivo se realizó siguiendo un diseño experimental de bloques al azar. Se realizaron estudios para analizar la biotransformación del sustrato para la producción del hongo, se evaluó variables morfológicas y fenológicas de las setas en cada repetición de los tratamientos. Se observó que la composición del material influye considerablemente en la colonización del sustrato siendo el tratamiento T7 con granza de avena el que presentó menor tiempo de invasión del micelio, mientras que tratamientos T1, T3, T5, no alcanzaron la colonización completa del sustrato durante todo el tiempo de producción. Aunque

el tratamiento T7 presentó menor de precocidad, no fue el mejor en cuanto a eficiencia biológica con 3,38% mientras que el tratamiento T4 presentó la mejor EB (5,97%).

Para evaluar el efecto de la incorporación de *G. lucidum* sobre el perfil en taza de café se utilizó tres concentraciones y un patrón como testigo correspondiente a 0, 6, 8 y 10 % P/P respecto a la masa del café utilizado en la preparación de taza. La adición del hongo molido afectó el perfil sensorial del café en taza, la muestra patrón parte de un puntaje de 86 puntos según la escala SCAA (Specialty Coffee Association on America). La concentración del 6% es la que mejor aceptación presentó siendo la más parecida al patrón que obtuvo un puntaje promedio de 79,69 que según la SCAA está dentro del rango de calidad muy bueno y se clasifica como café especial, mientras que la mayor concentración presentó la mayor influencia sobre el puntaje total 76,75 que según SCAA está por debajo de la calidad de café especial.

La mayoría de los atributos no difieren mucho del testigo exceptuando los atributos de dulzura y taza limpia, ya que el hongo presenta una característica amarga y leñosa por lo cual no es soluble en agua y deja residuos.

Con la presente investigación se puede concluir que la incorporación del polvo de *G. lucidum* a un 6% (P/P) sobre el café presentó la mejor aceptación para una bebida de café suplementado con el hongo, cuya producción se favorece en el sustrato de aserrín de Achapo enriquecido con granza de Avena.

**Palabras claves:** *Ganoderma lucidum*, *sustrato*, *café*, *análisis sensorial*

## ABSTRACT

Since ancient times mushrooms have been used for their high nutritional value and beneficial properties for health. Many edible fungi are already widely accepted by Western consumers, who consider them a nutritious and healthy food. In the area of phytotherapy, it is now the fungi that give the pharmaceutical industry a new source of health, visualizing itself as the drugs of the future.

*Ganoderma lucidum* produces numerous bioactive compounds, which have been extensively studied and applied in the elaboration of functional foods, dietary and phytotherapeutic supplements. This fungus can be grown on synthetic solid substrates formulated from different agroindustrial residues based on hardwood, supplemented with materials rich in nitrogen.

In the present project the sensorial profile of the coffee supplemented with the fungus *G. lucidum* cultivated in synthetic blocks was determined in order to take advantage of different residues from the agricultural and logging industry of the department of Nariño. The fungus was cultivated using blocks with only sawdust from Pandala, Achapo, Sajo and enriched with 20% of Avena pellets, all blocks were supplemented with 1% sugar and 2% calcium carbonate and the pH adjusted with citric acid between 5.5 and 5.8. The culture was carried out following an experimental design of random blocks. Studies were carried out to analyze the biotransformation of the substrate for the production of the fungus. Morphological and phenological variables of the mushrooms were evaluated in each repetition of the treatments. It was observed that the composition of the material influences considerably the colonization of the substrate, being the T7 treatment with oat grain, which presented less time of invasion of the mycelium, whereas treatments T1, T3, T5, did not reach the complete colonization of the substrate throughout The time of production. Although the T7 treatment presented lower precocity, it was not the best in biological efficiency with 3.38% while the T4 treatment had the best EB (5.97%).

In order to evaluate the effect of the incorporation of *G. lucidum* on the coffee cup profile, three concentrations and a control standard of 0, 6, 8 and 10% P / P were used in relation to the mass of the coffee used in the preparation Of cup. The addition of the ground fungus affected the sensory profile of the coffee in cup, the standard sample part of a score of 86 points according to SCAA scale (Specialty Coffee Association on America). The concentration of 6% is the one that presented the best acceptance being the most similar to the standard that obtained an average score of 79.69 that according to the SCAA is within the range of very good quality and is classified as special coffee, while the highest concentration Presented the greatest influence on the total score 76.75 which according to SCAA is below the quality of special coffee.

Most of the attributes do not differ much from the control except for the attributes of sweetness and clean cup, since the fungus presents a bitter and woody characteristic for which it is not soluble in water and leaves residues.

With the present investigation it can be concluded that the incorporation of the powder of *G. lucidum* to 6% (P / P) on the coffee presented the best acceptance for a coffee drink supplemented with the fungus, whose production is favored in the substrate of Achapo sawdust enriched with Avena pellets.

**Key words:** *Ganoderma lucidum*, substrate, coffee, sensory analysis

**CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	17
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE .....	19
2.1 Generalidades .....	19
2.2 Hongos del género <i>Ganoderma</i> .....	19
2.3 Características y condiciones de cultivo.....	20
2.3.1 Relación carbono/nitrógeno.....	21
2.4 Composición y propiedades medicinales del <i>Ganoderma lucidum</i> .....	22
2.4.1 $\beta$ -glucanos del <i>Ganoderma lucidum</i> .....	22
2.4.2 Triterpenoides .....	23
2.5 Formas de consumo .....	24
2.6 Alimentos funcionales .....	24
2.7 Regulación de los alimentos funcionales .....	25
2.8 <i>G. lucidum</i> en alimentos.....	26
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	28
3.1 Objetivo general .....	28
3.2 Objetivos específicos.....	28
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
4.1 Determinación del mejor sustrato para la producción del hongo <i>Ganoderma lucidum</i> Mediante la variable de eficiencia biológica .....	29
4.1.1 Material experimental.....	29

4.1.2	Formulación de sustratos .....	30
4.1.3	Acondicionamiento de sustratos e inoculación.....	31
4.1.4	Condiciones ambientales de cultivo .....	33
4.1.5	Diseño experimental .....	35
4.1.6	Determinación de variables fenológicas y morfológicas .....	36
4.1.7	Evaluación de variables de rendimiento del cultivo de <i>Ganoderma lucidum</i> en diferentes sustratos.....	36
4.2	Determinación bromatológica de los sustratos con mayor rendimiento en la producción de <i>Ganoderma lucidum</i> . .....	37
4.3	Determinación del efecto de <i>Ganoderma lucidum</i> sobre el perfil sensorial del café en taza.....	37
4.3.1	Acondicionamiento de materiales experimentales. ....	37
4.3.2	Análisis sensorial .....	38
4.3.3	Análisis de catación .....	40
5.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
5.1	Componentes de rendimiento del cultivo .....	42
5.1.1	Eficiencia Biológica (EB).....	42
5.1.2	Variables Fenológicas.....	43
5.1.3	Variables Morfológicas.....	45
5.2	Análisis bromatológico de sustratos del cultivo de <i>G. lucidum</i> .....	48
5.3	Análisis sensorial.....	49
5.3.1	Determinación del efecto de la adición de <i>Ganoderma lucidum</i> Sobre el perfil sensorial de la bebida de café en taza .....	50

5.3.2 Perfil de taza para las diferentes procedencias de <i>G. lucidum</i> y diferentes concentraciones.....	53
5.3.3 Análisis de medias de la concentración de <i>G. lucidum</i> sobre la puntuación total .....	55
5.3.4 Análisis de medias de la procedencia de <i>G. lucidum</i> sobre la puntuación total .....	56
5.3.5 Análisis de interacción de la concentración y procedencia de <i>G. lucidum</i> sobre la puntuación total.....	57
6. CONCLUSIONES .....	58
7. RECOMENDACIONES .....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
ANEXOS.....	66

**LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Formulación de sustratos para el cultivo de <i>Ganoderma lucidum</i> .....	31
Tabla 2. Descripción del tratamiento.....	40
Tabla 3. Variación de eficiencia biológica del cultivo de <i>G. lucidum</i> .....	42
Tabla 4. Resultado de variables fenológicas de <i>G. lucidum</i> .....	44
Tabla 5. Número de fructificaciones por tratamiento de <i>G. lucidum</i> .....	46
Tabla 6. Rendimiento y pérdidas de proceso en cultivo de <i>G. lucidum</i> .....	47
Tabla 7. Resultados bromatológicos de sustratos iniciales y agotados del cultivo de <i>G. lucidum</i> .....	48
Tabla 8. ANOVA de dos factores (tratamientos, concentraciones) para los parámetros sensoriales .....	51

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Sustratos sin acondicionamiento.....	30
Figura 2. Sustratos acondicionados .....	32
Figura 3. Invasión micelial .....	33
Figura 4. Formación de primordios .....	34
Figura 5. Formación de cuerpos fructíferos .....	34
Figura 6. Cosecha de cuerpos fructíferos maduros .....	35
Figura 7. Perfil sensorial de taza de café en cuatro diferentes concentraciones: a. T1; b. T2; c. T4; d. T7 .....	54
Figura 8. Puntuación total (Medias y 95% de Fisher LSD) respecto al factor concentración.	55
Figura 9. Puntuación total (Medias y 95% de Fisher LSD) respecto al factor tratamiento.....	56
Figura 10. Grafico de interacción de los tratamientos para la puntuación total del análisis sensorial. ....	57

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. ANÁLISIS DE VARIANZA DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO.....	67
ANEXO B. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PARÁMETROS SENSORIALES DE BEBIDA DE CAFÉ.....	73

## INTRODUCCIÓN

Las nuevas tendencias en la alimentación indican una preferencia de los consumidores hacia productos que además de nutrición, aporten beneficios a la salud. La utilización de los cuerpos fructíferos de *G. lucidum* con fines medicinales está documentada desde hace al menos 2000 años en China (Wachtel-Galor, Tomlinson, & Benzie, 2004).

El género *Ganoderma* envuelve diferentes especies de hongos, la mayoría de las cuales son bien conocidas por sus propiedades medicinales y han sido utilizadas en varios países como alimento o ingrediente de productos con distintos beneficios para la salud. Las especies de *Ganoderma* son hongos degradadores lignina. Viven como parásitos o saprófito en el tronco vivo o seco de los árboles, sobre todo en bosques templados. Es un hongo de forma circular a reniforme, primeramente de color amarillento, con el tiempo toma color rojizo y cuando viejo cambia a color vinaceo púrpura cerca de la base del estípite, cubierto por una costra laqueada, con un margen de color blanco o anaranjado (Ramos & Garcia, 2009).

*G. lucidum* conocido comúnmente en China con el nombre de “Ling zhi”, y en el Japón con el nombre de “Reishi” durante miles de años se ha utilizado en la medicina Oriental, ya que es una fuente natural de compuestos activos como adenosina, proteínas, vitaminas, fenoles, oligoelementos, polisacáridos y triterpenoides entre otros; siendo los polisacáridos y triterpenoides las fracciones ampliamente estudiadas por sus propiedades antioxidantes, inmunoestimulantes, antitumorales, hepatoprotectoras, hipoglucemiantes, hipocolesterolemiantes, entre otras (Liang et al., 2014; Wang et al., 2014; Moreno P et al., 2011).

El hongo *G. lucidum* se puede consumir seco en polvo pero a diferencia de otros, no es palatable por su sabor amargo y consistencia leñosa; por eso, son importantes las presentaciones de sus productos mezclados con alimentos como café, té, chocolate y caldos, o pueden obtenerse

extractos ricos en productos activos para el desarrollo de fitoterápicos, nutraceuticos y alimentos funcionales.

En la naturaleza, la reproducción sexual mediante esporas conduce a una minúscula proporción de nuevos hongos. Sin la ayuda del conocimiento científico y la tecnología, la producción a niveles significativos no sería factible, siendo la optimización de su cultivo un avance clave para la oferta. El cultivo de *G. lucidum* produce rendimientos menores comparado con otros hongos comestibles y medicinales cultivables. Los medios modernos de cultivo de hongos utilizan aserrín de madera enriquecidos con diferentes suplementos ricos en nitrógeno, con el fin de mejorar los rendimientos así como para reducir el tiempo de cosecha (Erkel, 2009)

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

*G. lucidum* es un hongo causante de pudrición blanca y por consiguiente es capaz de degradar la lignina de la madera y otros sustratos sobre los que crece, gracias a la capacidad de producir enzimas ligninolíticas (Sánchez, 2009)

Por sus propiedades antioxidantes e inmunoestimulantes atribuidas a los polisacáridos y triterpenoides, *G. lucidum* presenta un atractivo potencial para el tratamiento de enfermedades como hipertensión, diabetes, glicemias, enfermedades coronarias, problemas cardiovasculares, además se presenta como alternativa para el tratamiento del cáncer (Liang et al., 2014; Wang et al., 2014; Moreno P et al., 2011)

Boh et al (2007), Chi H.J et al (2013), Ferreira et al (2015), Nie et al (2013) han realizado recopilaciones de numerosos estudios de investigaciones científicas que evalúan el efecto de los compuestos del hongo en el tratamiento, control y prevención de enfermedades, además de los medicamentos y alimentos enriquecidos con *G. lucidum*, comercializados por empresas multinivel como “GANO EXCEL”, “DXN”, “ÓRGANO GOLD” y las numerosas industrias farmacéuticas que comercializan el hongo que por su aceptación en el mercado se han difundido a nivel mundial. Estas empresas han desarrollado números productos como café, chocolate, aromáticas y otros, para los cuales utilizan materias primas con calidades desconocidas, ya que el principal factor de elección de los consumidores son los beneficios para la salud que aporta el hongo más no la procedencia ni las propiedades sensoriales. Dado el reconocimiento que presenta el café de Nariño a nivel mundial por sus atributos sensoriales y denominación de origen (Café de Nariño) es pertinente la elaboración de un producto que aparte de aportar beneficios para la salud presente características sensoriales agradables al consumidor.

La producción de *G. lucidum* en Colombia es insipiente por ende se realizó el cultivo, para lo cual se aprovechó los residuos lignocelulósicos de la industria agrícola del departamento de Nariño. El presente proyecto plantea la incorporación del hongo medicinal *G. lucidum* en café variedad caturra proveniente de la finca El Obraje, municipio de Tangua, departamento de Nariño y la determinación del perfil sensorial del café en taza; además del aprovechamiento de los residuos de industria de la madera y agrícola del departamento de Nariño, con el fin de utilizarlos como sustrato para la producción del hongo.

Por lo tanto surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se afecta el perfil sensorial de la bebida de café con la adición de los cuerpos fructíferos pulverizados de *Ganoderma lucidum* cultivado en diferentes residuos de la industria agrícola y maderera del departamento de Nariño?

En el departamento de Nariño no se han realizado investigaciones en cultivo y adición de *G. lucidum* en alimentos, por ende la importancia del desarrollo de este tipo de proyectos para encaminar las investigaciones futuras en lo referente a hongos medicinales.

## 2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

### 2.1 Generalidades

Los macromicetes son un grupo de organismos con carpóforos grandes y visibles, los ejemplos más representativos de hongos superiores son las “setas” que es la palabra que se utiliza en España para nombrar a los hongos comestibles. Estos organismos tienen tallo y sombrero y su hábitat natural es el bosque. La mayor parte de ellos no son comestibles aunque hay un grupo muy importante que sí pueden ser consumidos y aportan una cantidad importante de nutrientes además de poseer características medicinales, así mismo hay algunos de ellos que son venenosos y un muy bajo porcentaje son letales (Boa, 2005).

Los hongos comestibles y medicinales se producen en la naturaleza desde hace miles de años, sin embargo, en la actualidad se cultivan en hábitat artificiales hechos a base de algodón, cáscara de semilla de algodón, mazorcas, residuos de la caña de azúcar, aserrín, etc. que propician los nutrientes necesarios para el correcto desarrollo del cuerpo fructífero del hongo (MushWorld, 2004). Según Calonge, (2011) existe gran variedad de hongos que además de poseer alto grado nutritivo, también, poseen propiedades farmacológicas (Vinhai Costa Orsine et al., 2012).

### 2.2 Hongos del género *Ganoderma*

*G. lucidum* pertenece a la familia *Ganodermataceae* y envuelve diferentes especies de hongos, la mayoría de las cuales son conocidas por sus propiedades medicinales y han sido utilizadas en varios países como alimento o ingrediente de productos con distintos beneficios para la salud (Berovic et al. 2003). Este hongo es saprofito, ya que crece y se alimenta de material vegetal muerto y en descomposición, los robles y otros árboles de madera dura del género *Quercus* son su hábitat natural. Crece en bosques húmedos y tropicales con temperaturas que van desde 20°C hasta 28°C (Rodríguez, 2005).

El sombrero del hongo puede ser rojo pálido algunas veces muestra tonalidades cercanas al negro; tiene poros blanquecinos en la parte inferior que al contacto se torna de color marrón. Las áreas de crecimiento nuevo son blancas y se oscurecen de amarillo marrón a marrón rojizo, cuando el hongo llega a la madures se cosecha; estas áreas se observan frecuentemente en zonas concéntricas como patrón de crecimiento. Las esporas son de color marrón rojizo elipsoidales, las esporas se dispersan de la parte anterior del hongo recolectándose en la superficie de los sombreros. El pie es de color blanco a amarillo y eventualmente se oscurece a marrón o negro, y está unido en el centro o de manera lateral al sombrero; es usualmente sinuoso y puede tener entre 2 a 10 centímetros de largo.(Ramos & Garcia, 2009)

### **2.3 Características y condiciones de cultivo**

*G. lucidum* es un hongo muy difícil de encontrar en estado natural (aunque crece alrededor de todo el planeta en zonas húmedas y cálidas), por lo que la mayoría de los ejemplares de la actualidad proceden de cultivos artificiales hechos sobre árboles de robles, hayas y ciruelos a los que se les ha inoculado el micelio del hongo (Pegler, 2002).

Desde hace décadas el cultivo de *G. lucidum* ha venido estudiándose en diferentes medios de cultivo, tanto líquidos como sólidos. Un ejemplo de cultivo en medio líquido es la utilización de suero de leche en donde se obtuvo una mayor producción micelial y alto contenido de polisacáridos (1,2 g/l) a un pH de 4,2 y una temperatura de 28,3 °C (Lee et al., 2003).

Otros tipo de cultivo se realiza en troncos cuya humedad se encuentre en un 40%, pueden ser troncos largos y cortos los cuales se introducen directamente en la tierra y se inoculan con las esporas de *G.lucidum*, y la cosecha se realiza entre los 4 y 5 meses para los troncos cortos y después de un año en el caso de los cultivos en troncos largos (Rodríguez Valencia & Jaramillo López, 2005).

En la actualidad el cultivo de *G. lucidum* se realiza mediante fermentación en estado sólido, con sustratos artificiales elaborados con aserrines de maderas duras y enriquecidos con residuos de cosecha de cereales como la avena, la cebada, el trigo, el sorgo, el arroz, entre otros, dado que al adicionar dichos residuos al sustrato se aumenta el rendimiento considerablemente. Desde la inoculación hasta la cosecha se presenta un tiempo entre los 4 y 5 meses, pero Gracias al mejoramiento genético existen cultivos de hasta un mes (Postemsky et al., 2014; Rodríguez Valencia & Jaramillo López, 2005).

*G. lucidum* es un hongo susceptible a sufrir estrés por la variación de las condiciones climáticas cualquier cambio brusco puede detener su crecimiento de forma definitiva, por tal razón resulta de suma importancia controlar las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa e intensidad de luz de acuerdo a los requerimientos en su desarrollo (Kuhar, 2012)

### **2.3.1 Relación carbono/nitrógeno**

El cultivo de *G. lucidum* produce rendimientos menores comparado con otros hongos comestibles y medicinales cultivables los medios modernos de cultivo de hongos utilizan aserrín de madera enriquecidos con diferentes suplementos ricos en nitrógeno, con fin de mejorar los rendimientos así como para reducir el tiempo de cosecha (Erkel, 2009), los aserrines aportan mayoritariamente carbono mientras que el nitrógeno es aportado por residuos de cosechas de cereales.

La relación C/N óptima para el crecimiento y desarrollo de *G. lucidum* está entre 70 y 80 (Cristiane et al., 2015). Aunque pueden crecer en sustratos con relaciones C/N mayores el rendimiento disminuye ya que la alta presencia de carbono favorece el crecimiento de micelio mas no la fructificación, mientras que la alta presencia de nitrógeno favorece el crecimiento de los cuerpos fructíferos favoreciéndose el desarrollo celular (Martínez, 2012).

## 2.4 Composición y propiedades medicinales del *Ganoderma lucidum*

La composición del *G. lucidum* al igual que la mayoría de los hongos es 90% agua, siendo el 10% restante la parte de mayor importancia. en *G. lucidum* el 10% consiste en 26-28% carbohidratos, 3-5% grasa cruda, 59% fibra cruda, y 7-8% proteína cruda. Además contiene una amplia variedad de componentes bioactivos como terpenoides, esteroides, fenoles, glicoproteínas y polisacáridos (Chi H.J. Kao et al., 2013; Cilerdžić, Vukojević, Stajić, Stanojković, & Glamočlija, 2014).

### 2.4.1 $\beta$ -glucanos del *Ganoderma lucidum*

Los  $\beta$ -glucanos son polisacáridos ligados por enlaces glucosídicos que pueden variar de acuerdo a la masa molecular, solubilidad, tamaño, tipos de enlaces y configuración tridimensional. Suelen encontrarse en la pared celular de las plantas (avena, cebada), levaduras, hongos. Los polisacáridos como los  $\beta$ -glucanos, heteropolisacáridos y glicoproteínas han sido aislados y caracterizados como los de mayor actividad en el *G. lucidum*, los cuales presentan un peso molecular que varía entre los 10,000 hasta 200,000 Da (Hsieh et al., 2005). Se ha determinado que los principales polisacáridos bioactivos aislados de las especies de *Ganoderma* son heteropolisacáridos con diferentes combinaciones de glucosa, manosa, xilosa, galactosa, fucosa como también arabinosa con enlaces beta (1-3), beta (1-4), beta (1-6) D-Glucanos (Liu et al., 2014), la actividad de los  $\beta$ -glucanos depende de su configuración química, siendo la forma más activa de los  $\beta$ -glucanos, las unidades de D-glucosa unidas unas a otras en la posición (1,3) con cadenas laterales de D-glucosa unidas a la posición (1,6). Estas son referidas como 1,3/1,6- $\beta$ -Glucano. Algunos investigadores han sugerido que es la frecuencia, la ubicación y la longitud de la cadena lateral, en lugar de la columna vertebral de  $\beta$ -glucano, la que determina su actividad sobre el sistema inmune (Wang et al., 2014)

Los  $\beta$ -glucanos son mayoritariamente solubles en agua, se pueden extraer de los cuerpos fructíferos del *G. lucidum* mediante agua caliente y purificado mediante centrifugación del extracto acuoso por un método de precipitación con etanol simple (Liu et al., 2014),

Los polisacáridos son unos de los principales compuestos del *G. lucidum* que modulan la función inmune *in vivo* e *in vitro*; su efecto es múltiple: promueve la presentación del antígeno a las células, acción sobre células mononucleares e inmunidad celular (Huie & Di, 2004).

#### **2.4.2 Triterpenoides**

Los triterpenos son un subtipo de terpenos que son compuestos naturales formados por la unión de uno o varios isoprenos (Yue et al., 2010) Los triterpenos se encuentran ampliamente distribuidos en las frutas y vegetales y sus principales actividades son la cardiovascular y la antioxidante; una dieta rica en estos alimentos puede atenuar o retrasar significativamente enfermedades coronarias (Bakovic & Han, 2015).

En la naturaleza estos compuestos también se encuentran presentes en el hongo medicinal *G. lucidum*, siendo los principales los ácidos ganodericos que pueden ser aislados de los cuerpos fructíferos, esporas, micelio e incluso del medio de cultivo del hongo (Huie & Di, 2004).

Los triterpenos pueden ser aislados mediante la utilización de disoluciones de etanol con una concentración de alrededor 70% a temperatura ambiente, posteriormente se elimina el alcohol reduciendo la presión; de aquí en adelante los procedimientos varían dependiendo del tipo de triterpeno que se desea obtener, por ejemplo, para aislar lanostanos se emplea cloroformo (Qiu, Wang, & Song, 2016). Puede emplearse también solventes como el acetato de etilo para la extracción de triterpenos como lo descrito por Ma et al, (2015) en donde se utilizó vacío para la eliminación del solvente.

## 2.5 Formas de consumo

El hongo *G. lucidum* es comestible con notables propiedades medicinales y nutritivas pero a diferencia de otros, no es palatable por su sabor amargo y consistencia leñosa, por eso, son importantes las presentaciones de sus productos. El fruto del hongo seco molido puede ser consumido en infusiones, agregado a alimentos como café, té, chocolate y caldos, o ingerirse en cápsulas. Por otro lado, los extractos de polisacáridos y triterpenoides, dan la posibilidad de conocer la dosis de estos bioactivos, realizar formulaciones y desarrollar nuevos productos, por lo que estos extractos amplían considerablemente el campo de aplicación hacia el desarrollo de suplementos dietarios.

## 2.6 Alimentos funcionales

Mundialmente el consumidor ha cambiado el estilo de vida, enfocándose en la importancia que tiene la alimentación para cuidar la salud y la conciencia sobre las enfermedades que pueden ser causadas por malos hábitos. Lo anterior, ha influido en que la industria alimenticia dé un giro hacia los alimentos funcionales.

Los alimentos funcionales además de aportar componentes organolépticos y nutricionales, poseen un grupo especial de sustancias que aportan un beneficio extra al organismo, manteniendo o mejorando la salud del consumidor. El concepto de alimento funcional nació en Japón y en los años 80s se dio un nuevo enfoque a los alimentos con el concepto de FOSHU, abreviatura del inglés (Food with Specific Health Uses) correspondiente a aquellos alimentos desarrollados y destinados para mejorar la salud y para reducir el riesgo de contraer enfermedades. Los FOSHU se caracterizan por tener efectos benéficos específicos en la salud del consumidor como resultado de sus ingredientes (prebióticos, probióticos, antioxidantes, ácidos grasos omega-3, ácido fólico, fitoesteroles, fitoestrógenos, entre otros), o la remoción de algún componente que pueden tener un efecto perjudicial en la salud, como alérgenos, irritantes, hipercalóricos, entre otros (Yamada

et al., 2008). El efecto positivo de estas modificaciones alimentarias, de adición o de remoción, debe ser evaluado previamente con criterios técnicos y respaldo científico. En Japón actualmente los productos aprobados como FOSHU, se presentan en forma de alimentos procesados y no en cápsulas, comprimidos, pastillas, grajeas, u otras formas farmacéuticas (Valenzuela, Valenzuela B, Sanhueza, & Morales, 2014).

## **2.7 Regulación de los alimentos funcionales**

La regulación de los alimentos en toda la unión europea, relativo a las características nutricionales y de salud se rigen al Reglamento EC1924 / 2006, el cual declara que los alimentos funcionales son productos alimenticios convencionales con sustancias añadidas para promover la salud. Cuyos beneficios serán soportados por evidencia científica, además de la declaración en su etiqueta del compuesto funcional y sus beneficios para la salud (Moors, 2012)

En Latinoamérica el concepto de alimento funcional es reciente y la regulación de productos con beneficio para la salud es poco conocida. En Colombia para que un alimento pueda tener declaraciones funcionales necesita acoplarse a la resolución 333 del 2011 que es “por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano” que especifica en el artículo 23 cuales son los únicos ingredientes que pueden ser comercializados con declaraciones de salud, (Ministerio de la Protección Social, 2011)

La normativa para el hongo *G. lucidum* se encuentra bien denotada en Estados Unidos donde la comercialización de productos a base de hongo *G. lucidum* (Reishi) está regulado por la Ley de Salud de Suplementos Dietéticos y Educación de 1994 (DSHEA, siglas en Inglés) como un producto que está destinado a complementar la dieta.

La Administración de Drogas y Alimentos, (Food and Drug Administration FDA), ha aceptado la notificación de la afirmación de GRAS (Generalmente Reconocido como Seguros,

por sus siglas en inglés Generally Recognized as Safe) a los  $\beta$ -glucanos aislados del hongo *G. lucidum* (GRAS 000413, 2012) En la actualidad, la FDA aprueba el consumo de los  $\beta$ -glucanos, derivados del *G. lucidum* como ingrediente alimentario en una cantidad de 150 mg por porción en: productos de panadería, bebidas, cereales y productos de cereales, leche y productos lácteos, productos de proteínas vegetales, frutas y jugos de frutas, caramelos blandos y sopas (GRAS 000413, 2012).

### **2.8 *G. lucidum* en alimentos**

La industrialización del *G. lucidum* para el aprovechamiento de sus compuestos activos se realiza por compañías multinivel como “GANO EXCEL”, “DXN”, “ÓRGANO GOLD” que incorporan las diferentes partes del hongo como cuerpo fructífero, micelio y esporas en diversos alimentos, los cuales adquieren el potencial nutracéutico del hongo desarrollando alimentos funcionales así como cápsulas o pastillas que ofrecen aliviar diferentes enfermedades y mantener la salud de las personas.

Existen numerosos productos que utilizan el café como matriz para la incorporación del hongo entre los que se destacan GanoCafé, Café OrganoGold, Café Saludable Lingzhi, Café de León, Lingzhi Café 3 en 1 y otros, los cuales poseen diferentes partes de *G. lucidum*, como micelio, esporas, cuerpos fructíferos o en combinación, los que se han adicionado tras una molienda fina.

El café es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial, donde se consume en múltiples presentaciones, siendo el café tostado y molido la principal forma con la cual se prepara la bebida de café. Colombia produce café arábigo el cual es el más apetecido en el mercado, ocupando el tercer lugar en producción en el mundo después de Vietnam y Brasil, quienes ocupan el primer y segundo lugar respectivamente; además en años como el 2012 alcanzó un movimiento monetario de alrededor 70 mil millones de pesos superada únicamente por el petróleo. Dado que el café se adapta fácilmente a distintas condiciones, se puede cultivar en gran parte del territorio

Colombiano generando ingresos a más de 500 mil familias (BolPress, 2012) en los últimos años se ha venido impulsando el consumo de café en los países productores del mismo para fortalecer el precio del grano, situación que evidencia un incremento del consumo en los próximos años en los países latinoamericanos productores.

Son pocos los estudios que se han realizado sobre el efecto de la incorporación del hongo pulverizado o extractos del mismo sobre las propiedades físicoquímicas de los alimentos a los cuales se adiciona.

La adición de derivados de *G. lucidum* se ha realizado sobre diferentes matrices alimenticias. Pinzon (2014) realizó la inclusión de los  $\beta$ -glucanos del hongo en yogur batido, para el desarrollo de una bebida funcional, Los  $\beta$ -glucanos fueron adicionados en cinco niveles de concentración (0-1.25%) en dos momentos diferentes de adición (antes de la pasteurización, y después de la inoculación). Se evaluaron los efectos de esta adición sobre: las propiedades físicoquímicas (pH, acidez, sinéresis, viscoelasticidad), microbiológicas (conteo de cepas probióticas) y sensoriales (aceptabilidad general) del yogur. Los resultados obtenidos indican que ni el nivel de concentración ni el momento de adición afectan significativamente las propiedades microbiológicas y sensoriales del yogur. Además, la concentración de  $\beta$ -glucanos fue mantenida durante la vida útil del producto.

Leskosek-Cukalovic et al (2009) evaluaron la adición de extracto de *G. lucidum* en la producción de tipos de cerveza especial. En las pruebas sensoriales los consumidores aprecian la amargura que presentó la cerveza enriquecida con el extracto, siendo éste compatible con la cerveza estándar.

### 3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

#### 3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la incorporación de cuerpos fructíferos de *Ganoderma lucidum* pulverizados obtenidos a partir de residuos agrícolas y madereros de la industria nariñense sobre el perfil sensorial del café en taza

#### 3.2 Objetivos específicos

- ❖ Determinar el mejor sustrato para la producción del hongo *Ganoderma lucidum* mediante eficiencia biológica
- ❖ Determinar el efecto de la adición de *Ganoderma lucidum* sobre el perfil sensorial de la bebida de café en taza

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Determinación del mejor sustrato para la producción del hongo *Ganoderma lucidum*

#### Mediante la variable de eficiencia biológica

##### 4.1.1 Material experimental

La cepa de *Ganoderma lucidum* fue suministrada por la directora del grupo de investigación BIOTA. La semilla se mantuvo en refrigeración hasta su utilización. El hongo se cultivó usando aserrín de Pandala (*Pandala talaumanariñensis*), Achapo (*Cedrelinga cateniformis*), Sajo (*Camptosperma panamensis*) y granza de Avena (*Avena sativa*). Los aserrines se recolectaron en los aserríos del municipio de Pasto, (barrio Las Lunas) y la granza de avena en los cultivos experimentales de Corpoica. La granza de avena se sometió a una reducción de tamaño entre 0,5 a 2 cm de longitud empleando una trituradora/picadora (TP-8 2411) ubicada en la Planta Piloto de la Universidad de Nariño. Todo el material se sometió a lavado y posterior secado.



Aserrín de Pandala



Aserrín de Achapo



Aserrín de Sajo



Granza de Avena

**Figura 1. Sustratos sin acondicionamiento**

#### 4.1.2 Formulación de sustratos

Se proyectó un cultivo con sustratos elaborados al 70% de humedad, 1% de carbonato de calcio, 1% de azúcar y 20% de granza de avena (en los ratamientos enriquecidos). La composición en base seca de los tratamientos empleados en la investigación se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.

**Formulación de sustratos para el cultivo de *Ganoderma lucidum***

TRATAMIENTO	Aserrín de madera (%)	Carbonato		Granza de avena (%)
		de calcio (%)	Sacarosa (%)	
T1	98 P	1	1	-
T2	78 P	1	1	20 G
T3	98 S	1	1	-
T4	78 S	1	1	20 G
T5	98 A	1	1	-
T6	78 A	1	1	20 G
T7	-	1	1	98 G

Dónde: P=*Pandala* S=*Sajo*, A=*Achapo*, G= *Granza de avena*

**4.1.3 Acondicionamiento de sustratos e inoculación**

Para la preparación de los sustratos se realizó mezclas de los materiales de *Pandala* (T1), *Sajo* (T3) y *Achapo* (T5) con *Granza de Avena* T2 (PG), T4 (SG), T6 (AG) y T7 (G) que es el tratamiento control. A todos los tratamientos se les adicionó carbonato de calcio 1% y azúcar al 1% representado en base seca como se muestra en la tabla 1. Todos los tratamientos de les adiciona agua hasta alcanzar una humedad de 70%. Los sustratos se llenaron en bolsas de polietileno (500g) y se sometieron a esterilización en autoclave (P5-A 052) (1 hora a 121°C). Para lograr un ambiente aséptico la inoculación se realizó en cámara de flujo laminar (BIOBASE BBS-1300 HGS), se inocularon las bolsas al 4% (base húmeda) con *G. lucidum*, se realizó una mezcla para esparcir el micelio por todo el sustrato facilitando su invasión. Se procedió a cerrar las bolsas utilizando una selladora eléctrica

(CD - 200) Los bloques se trasladaron al invernadero del grupo Biota en la Universidad de Nariño, para proporcionar un ambiente favorable para su crecimiento.



**Mezcla de componentes**



**Esterilización de sustratos**



**Sustrato acondicionado**



**Inoculación de sustratos**



**Adición de agua**



**Distribución de sustratos inoculados**

**Figura 2. Sustratos acondicionados**

#### 4.1.4 Condiciones ambientales de cultivo

*G. lucidum* durante su ciclo reproductivo requiere de condiciones ambientales diferentes que favorezcan su desarrollo, las condiciones ambientales se trabajaron teniendo en cuenta lo descrito por Rodríguez & Jaramillo (2005)

**Colonización:** En esta etapa se proporcionó oscuridad con poli sombras, para mantener la temperatura en las noches se utilizó una estufa eléctrica como fuente de calor ubicada en la base del estante y se cubrió con un plástico logrando mantener la temperatura entre 20 y 28°C, al mismo tiempo el sistema de plástico alrededor del estante permitió regular la humedad relativa entre 80 y 85%, con menor utilización de agua. Estas condiciones se mantuvieron hasta que el hongo invadió de forma parcial y total en algunos sustratos.



**Invasión micelial parcial**



**Invasión micelial total**

**Figura 3. Invasión micelial**

**Inicio de primordios:** se mantuvo una humedad relativa entre 90 y 95%, mediante la utilización de un sistema de riego instalado en el invernadero, de igual manera la irrigación permitió regular la temperatura durante los días soleados manteniéndola entre 20 y 25°C estas variables se midieron con un termohigrometro (Brixco 5015), la fuente de calor se mantuvo en las noches con las mismas condiciones que en la colonización, para garantizar la iluminación de hongo se retiró el plástico y se mantuvo una poli sombra durante el día utilizando un luxometro

(Enviro-Meter LM8000A) manteniendo una iluminación de 200 hasta 500 lux. Estas condiciones favorecieron la formación de primordios o protuberancias en el sustrato invadido del hongo.



**Figura 4. Formación de primordios**

**Formación del sombrero:** se mantuvo a una humedad relativa de 90 - 95%, utilizando el sistema de riego de igual manera este favoreció la temperatura entre 25 y 28°C, se mantuvo la utilización de la estufa durante la noche y la poli sombra en el día permitiendo una iluminación de 500 -750 lux. Garantizando el crecimiento del hongo observándose la forma más común de los hongos en forma de seta.



**Figura 5. Formación de cuerpos fructíferos**

**Cosecha:** se suspendió la irrigación en horas de la mañana hasta alcanzar una humedad relativa entre 40 y 50% y una temperatura de 20 a 25°C. Esta etapa se determinó mediante la coloración rojo oscuro en la totalidad de la seta.



**Figura 6. Cosecha de cuerpos fructíferos maduros**

#### **4.1.5 Diseño experimental**

Se analizó 7 tratamientos (T1 a T7), cada tratamiento con 7 repeticiones (R1 a R7). Para un total de 49 unidades experimentales. Las repeticiones de los tratamientos se ubicaron según un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA).

Como variables de respuesta experimental se analizaron los componentes de rendimiento del cultivo (variables fenológicas, variables morfológicas, variables de rendimiento), se determinó el contenido de nitrógeno, carbono, relación carbono/nitrógeno de los sustratos que presentaron mayor eficiencia biológica en los tratamientos (Benavides, 2013).

Para todas las variables se realizó el análisis de varianza de los tratamientos (ANOVA). La comparación de medias se determinó mediante la prueba de Fischer LSD. El análisis estadístico se desarrolló mediante el uso del paquete estadístico Statgraphic Centurion XV.11

#### 4.1.6 Determinación de variables fenológicas y morfológicas

Las variables fenológicas y morfológicas se determinaron para las repeticiones de cada tratamiento según lo descrito por (Benavides, 2013)

**Fructificaciones/tratamiento:** Se determinó el número total de hongos generados en cada tratamiento.

**Precocidad:** Se registró el tiempo transcurrido desde la siembra de micelio hasta la aparición de los primordios, en días.

**Tiempo a cosecha:** se registró el tiempo transcurrido desde la siembra de micelio hasta la cosecha, en días.

#### 4.1.7 Evaluación de variables de rendimiento del cultivo de *Ganoderma lucidum* en diferentes sustratos.

La eficiencia biológica y pérdida del proceso se determinó para las repeticiones de cada tratamiento según lo descrito por Benavides et al, (2016) y Benavides, (2013).

**Eficiencia biológica:** Se pesaron los cuerpos fructíferos cosechados teniendo en cuenta el peso del sustrato en base seca, aplicando la ecuación 1.

$$\text{Eficiencia biológica} = \frac{\text{Peso cuerpos fructíferos cosechados}}{\text{Peso inicial de sustrato seco}} * 100 \text{ (Ec. 1)}$$

**Rendimiento:** Se pesaron los hongos cosechados teniendo en cuenta el peso del sustrato en base húmeda, se utilizó la ecuación 2.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Masa de hongos}}{\text{Masa de sustrato húmedo}} * 100 \text{ (Ec. 2)}$$

**Pérdidas del proceso:** Para cada tratamiento, se determinó el número de unidades improductivas con respecto al número total de unidades inoculadas. Para su cálculo se utilizó la ecuación 3

$$Pérdidas\ del\ proceso = \frac{No.\ de\ bolsas\ improductivas}{No.\ de\ bolsas\ inoculadas} \quad (Ec.\ 3)$$

#### **4.2 Determinación bromatológica de los sustratos con mayor rendimiento en la producción de *Ganoderma lucidum*.**

Para establecer la calidad de los sustratos como medio de cultivo para el crecimiento de *G. lucidum* se realizó un análisis bromatológico para determinar nitrógeno y carbono de los sustratos al inicio del cultivo y los sustratos agotados después de la cosecha siguiendo la metodología utilizada por Benavides (2013). Los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño.

#### **4.3 Determinación del efecto de *Ganoderma lucidum* sobre el perfil sensorial del café en taza**

##### **4.3.1 Acondicionamiento de materiales experimentales.**

Los cuerpos fructíferos del *G. lucidum* se sometieron a un lavado y desinfección con hipoclorito de sodio a 30 ppm, posteriormente se trocearon y se sometieron a secado en horno secador (SYQ CT.C) a 60°C. La reducción de tamaño del hongo seco se realizó utilizando un molino de cuchillas (JK A-10) . El polvo resultante de la molienda se empaco en bolsas de polietileno de alta densidad y se conservó a temperatura de refrigeración (2°C) para su posterior uso.

El café empleado es de alta calidad, cultivado en el departamento de Nariño, el cual presenta un puntaje superior a 80 puntos en la escala SCAA. Para asegurar la calidad, éste se compró a la Promotora Café de Altura S.A empresa que realiza exportación de cafés especiales y cuenta con los instrumentos necesarios para dicha labor. El café fue tostado y molido en las instalaciones de dicha empresa.

El proceso de tostión siguió los parámetros establecidos en la metodología SCAA, para alcanzar un grado de tostión ligero/medio (SCAA tostado No. 55). La molienda se realizó de tal forma que un 70 a 75% de las partículas puedan quedar retenidas a través de un tamiz tamaño 20 estándar de los Estados Unidos.

#### **4.3.2 Análisis sensorial**

Se realizó un análisis sensorial, que tuvo por finalidad determinar el perfil de taza o el perfil de sabores de las muestras de café incorporadas con el hongo pulverizado en relación a un patrón sin *Ganoderma lucidum*. El análisis sensorial se realizó en la Promotora Café de Altura S.A la cual cuenta con personal certificado en ‘Q Grader’, por el Coffe Quality Institute (CQI), organismo internacional que certifica a los catadores de café. El panel de catación evaluó los atributos y defectos de taza de cada muestra en particular. El análisis organoléptico de las muestras de café fue realizado según los protocolos de catación de la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA).

#### **Metodología SCAA**

El formato de registro provee los medios para registrar 11 atributos importantes del sabor del café: Fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia, dulzura, defectos y nota global. Las cualidades específicas del sabor reciben puntajes positivos de su calidad que reflejan un juicio de valoración del catador, los defectos reciben puntajes negativos que denotan sensaciones desagradables del sabor, la nota global se basa en la

experiencia del saber del catador individual como valoración personal. Estos elementos son calificados en una escala de 16 puntajes que representan niveles de calidad con incremento de un cuarto de punto entre los valores numéricos a partir de 6 hasta 9.75. La escala anterior se extiende teóricamente de un valor mínimo de 0 a un valor máximo de 10 puntos. El extremo inferior de la escala está debajo de la especialidad (SCAA, 2008).

**Puntaje Final:** El puntaje final es calculado primero sumando los puntajes individuales dados para cada uno de los atributos primarios en el cuadro marcado “Cuenta Total”. Los defectos entonces se restan a la “Cuenta total” para llegar a la “Cuenta Final.” El puntaje obtenido relaciona unos descriptores de especialidad según la puntuación obtenida.

#### **Preparación para perfilación de taza (SCAA).**

La relación agua/café es de 5,5% siendo la relación óptima de café/agua 8,25 gramos de café tostado y molido por 150 ml de agua, la cual corresponde al punto medio de las recetas de balance óptimo.

#### **Dosificación de *G. lucidum***

Para la dosificación del *G. lucidum* se utilizó el cuerpo fructífero del hongo pulverizado y se tomó como referencia aquellos productos comerciales que contienen el hongo, así como productos farmacológicos (cápsulas) que se conocen en el mercado, cuya composición y dosificación se presenta a continuación (Ganoexcelglobal, 2016)

#### ***Ganoderma lucidum* - Reishi Esporas en Cápsulas.**

Composición: 80 % Esporas puras y 20 % Cuerpo fructífero (Carpóforo) del hongo *Ganoderma lucidum*, 0,3 g/cápsula (4-10 % Polisacáridos, 1-2 % Triterpenos por cápsula).

***Moss Instant Coffee***

Presenta la siguiente descripción “Moss Instant Coffee es el único que incluye *reishi* puro en polvo, no es un extracto, ni un derivado, ni un concentrado, ni polvo de hongo; es 100% polvo puro de setas de *reishi* (300 mg por stick de 3g).

***Reishi Esporas en Aceite (Perlas).***

Composición: 100 % Esporas Aceite del hongo *Ganoderma lucidum*, 0,3 g/perla (1-2 % Polisacáridos, 12-15 % Triterpenos por perla) 100 % natural biológico, sin aditivos, es decir, 100 % Esporas Aceite.

Dado lo anterior, se establecieron 3 niveles de concentración para el polvo del hongo en la bebida de café, que proporcionan la concentración recomendada para obtener beneficios en una dieta normal de consumo. Según la Federación Nacional de Cafeteros y el programa “Toma Café” el consumo nacional es de 3 tazas de café diarias por persona, por lo cual, en esta investigación se evaluaron las dosificaciones indicadas en la tabla 2.

**4.3.3 Análisis de catación*****Tabla 2.******Descripción del tratamiento***

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción del tratamiento</b>
T-1	Café sin polvo de <i>G. lucidum</i> (testigo)
T-2	Café + 6% polvo de <i>G. lucidum</i>
T-3	Café + 8% polvo de <i>G. lucidum</i>
T-4	Café + 10% polvo de <i>G. lucidum</i>

Las variables analizadas fueron 10 atributos del sabor del café: Fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, taza limpia, dulzura, defectos y nota global.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con los mejores resultados de eficiencia biológica y 3 concentraciones; se realizaron 3 repeticiones por tratamiento.

Se realizó la comparación mediante el gráfico radar o araña utilizada para la determinación de perfiles sensoriales. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores (tratamiento, concentración), incluyendo el análisis de interacción entre ambos con el fin de comprobar las diferencias en la apreciación de la bebida de café con adición de polvo de *G. lucidum* cultivado en diferentes sustratos y a niveles diferentes de concentración y se realizó la prueba Fisher LSD con el fin de encontrar diferencias significativas (5%). Para lo cual, se empleó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV.II.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 Componentes de rendimiento del cultivo

Los resultados de los componentes de rendimiento del cultivo de *G. lucidum* (eficiencia biológica, variables fenológicas y morfológicas) en la primera y única etapa de producción se describe a continuación:

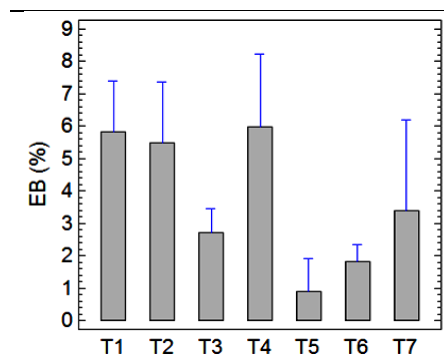
#### 5.1.1 Eficiencia Biológica (EB).

El análisis estadístico referente a la eficiencia biológica del cultivo de *Ganoderma lucidum*, con relación a cada uno de los tratamientos empleados, determino que los tratamiento T1, T2, y T4 son estadísticamente diferentes a los tratamientos T3, T5, T6 y T7 con un P-valor = 0,0000. El análisis de varianza de los tratamientos se indica en el Anexo 1. En la Tabla 3 se muestra las medias de eficiencias biológicas obtenidas en cada uno de los tratamientos con su respectiva desviación estándar.

**Tabla 3.**

**Variación de eficiencia biológica del cultivo de *G. lucidum***

Tratamiento	EB (%)	T6	1,83 <sup>bc</sup> ± 0,51
		T7	3,38 <sup>b</sup> ± 2,82
T1	5,83 <sup>a</sup> ± 1,55		
T2	5,49 <sup>a</sup> ± 1,86		
T3	2,72 <sup>bc</sup> ± 0,74		
T4	5,97 <sup>a</sup> ± 2,25		
T5	0,91 <sup>c</sup> ± 0,99		



EB: Eficiencia biológica. Datos expresados como media ± desviación estándar de 7 repeticiones. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos (Prueba Fischer)

Fuente: Esta investigación

Se evidencia que la eficiencia biológica depende de la composición del material usado como medio de cultivo, los tratamientos donde solo se utilizó aserrín de madera como sustrato (T1, T3, T5) presentaron diferencias en su eficiencia biológica entre T1 (Pandala) con un valor de 5,83% respecto a T3 (Sajo) y T5 (Achapo) con valores de EB de 2,72% y 0,91% respectivamente, mientras que estos últimos no presentan diferencia significativa entre sí. La utilización de granza de avena en los tratamientos (T2, T4, T6) solo presentó diferencia significativa en el tratamiento T4 (Sajo y Granza de Avena) con una EB de 5,97% respecto al tratamiento con aserrín de solo Sajo como sustrato con una EB de 2,72%. Para los tratamientos T2 (Pandala y Granza de Avena) y T6 (Achapo y Granza de Avena) la adición de Granza de avena no presentó diferencias estadísticamente significativas.

El tratamiento testigo T7 (Granza de Avena) presentó una EB de 3,38%, este valor se encuentra en un valor promedio respecto al mejor T4 de 5,97% y la más baja T5 con 0,91%. En la presente investigación la mayor eficiencia biológica se obtuvo en el tratamiento T4 que contiene 78% aserrín de Sajo y 20% granza de avena, este valor se encuentra por debajo de los resultados reportados por Bidegain et al (2014) que cultivaron *Ganoderma lucidum* en cascarilla de girasol donde obtuvieron una eficiencia biológica de 12,6% en una sola cosecha. Gurung, Budathoki, & Parajuli, (2013) evaluaron el crecimiento de *Ganoderma lucidum* sobre diferentes sustratos obteniendo como mejor sustrato aserrines de *Alnus nepalensis* enriquecido con harina de garbanzo alcanzando una eficiencia biológica de 22,62%, Postemsky et al (2014) obtuvo una eficiencia biológica de 13,5% en una sola cosecha, cultivando *G. lucidum* E47 sobre residuos agroindustriales de arroz como paja, cascarilla y salvado.

### 5.1.2 Variables Fenológicas

La prueba de comparación de medias de Fisher ( $P < 0,05$ ) arrojó que el tratamiento en el que se empleó únicamente granza de avena (T7) fue el que presentó una media menor en lo referente a

precocidad con un valor de 20,14 días, aunque éste no presenta diferencias significativas con los tratamientos T1, T2, T3 y T4 que presentan medias similares. Caso contrario ocurre con los tratamientos T5 y T6 que presentaron diferencias significativas entre sí y con el grupo de tratamientos anteriormente mencionados, siendo T5 y T6 los que más tiempo tardaron en la formación de primordios con unas medias de 25,57 y 28,29 días, respectivamente. Por otra parte en lo referente al tiempo a cosecha los tratamientos que presentaron las cosechas más tempranas fueron T7 y T6 con un valor de 50,14 días en los dos casos y el que presentó un tiempo más prolongado hasta la cosecha fue T5 con un valor de 53,00; en esta variable no se presentaron diferencias significativas ya que todos los tratamientos comparten grupos en la prueba de Rangos Múltiples.

Los resultados obtenidos en el cultivo de *G. lucidum* de las variables fenológicas Precocidad (P) y Tiempo a cosecha (TC) se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.**

**Resultado de variables fenológicas de *G. lucidum***

<b>Tratamiento</b>	<b>P (Días)</b>	<b>TC (Días)</b>
T1	23 <sup>b</sup> ± 2,83	52,43 <sup>b</sup> ± 1,51
T2	22 <sup>ab</sup> ± 2,08	51,86 <sup>ab</sup> ± 1,95
T3	22,14 <sup>ab</sup> ± 2,41	51,29 <sup>ab</sup> ± 2,14
T4	20,86 <sup>ab</sup> ± 1,57	52,43 <sup>b</sup> ± 1,51
T5	28,29 <sup>d</sup> ± 1,11	53,00 <sup>b</sup> ± 0,00
T6	25,57 <sup>c</sup> ± 2,51	50,14 <sup>a</sup> ± 1,95
T7	20,14 <sup>a</sup> ± 1,57	50,14 <sup>a</sup> ± 1,95

P: Precocidad. TC: Tiempo a cosecha. Datos expresados como media ± desviación estándar de 7 repeticiones. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos (Prueba Fischer)

Fuente: Esta investigación

Las variables fenológicas son unas de las formas de evaluar el mejor sustrato para el cultivo de hongos a través de la velocidad de desarrollo del mismo, es decir el material que presente la mayor precocidad y corto tiempo a cosecha. En el presente trabajo la mejor precocidad se alcanzó en 20 días en el tratamiento T7 con granza de avena (tratamiento patrón), y 50 días el tiempo de cosecha en el mismo tratamiento, este valor es menor a los reportados por Gurung, Budathoki, & Parajuli., (2013) con un valor de 66 días en el tratamiento de solo aserrín y 60 días para los tratamientos compuestos por aserrín de *Alnus nepalensis* en relación 9:1 con harina de garbanzo. Postemsky et al., (2014) cultivó *G. lucidum* E47 sobre residuos agroindustriales de arroz como paja, cascarilla y salvado obteniendo un tiempo de cosecha de 34 días, valor inferior al presentado en el presente estudio

### **5.1.3 Variables Morfológicas**

La Tabla 5 muestra los resultados de las medias obtenidas del número de fructificaciones en cada uno de los tratamientos. A pesar de que no existe diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tratamientos ( $P=0,0509$ ), puede observarse que el valor predominante es 1,00 presente en tres (T2, T3, T7) de los siete tratamientos empleados. Puede observarse además que el tratamiento T1 presenta la media de número de fructificaciones más elevada con un valor de 2,14 y T5 por el contrario presenta el menor número de fructificaciones media con un valor de 0,71, esto se debe a que en dicho tratamiento se presentaron unidades experimentales improductivas.

**Tabla 5.****Número de fructificaciones por tratamiento de *G. lucidum***

Tratamiento	NF (unidad)
T1	2,14 <sup>c</sup> ± 1,68
T2	1,00 <sup>ab</sup> ± 0,00
T3	1,00 <sup>ab</sup> ± 0,00
T4	1,86 <sup>bc</sup> ± 1,46
T5	0,71 <sup>a</sup> ± 0,76
T6	1,29 <sup>abc</sup> ± 0,49
T7	1,00 <sup>ab</sup> ± 0,00

NF: Numero de fructificaciones. Datos expresados como media ± desviación estándar de 7 repeticiones. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos (Prueba Fischer)

Fuente: Esta investigación

La variable morfológica Numero de fructificaciones (NF) presenta el mismo comportamiento que la Eficiencia biológica (EB) en donde los tratamientos suplementados con granza de avena no tienen una influencia determinante en el crecimiento del hongo, además en el tratamiento T2 (Pandala, Granza de Avena) presentó un valor inferior a T1 en el cual se utilizó únicamente aserrín de Pandala (*Pandala talaumanariñensis*).

Los bajos rendimientos de *G. lucidum* pueden ser justificados por las condiciones ambientales, ya que estas son determinantes para el correcto desarrollo de este hongo y una variación extrema puede parar de forma definitiva el crecimiento del hongo, (Kuhar, 2012). La producción de hongos del presente proyecto no presentaron formación de estipe, esta situación puede ser explicada por la exposición directa de luz al momento de retirar las bolsas, así como las corrientes de aire que no permiten la acumulación de gases como dióxido de carbono. Según Kuhar (2012) Se produjeron cuerpos fructíferos normales en los cultivos que se transfirieron a luz

de baja intensidad al abrirse la bolsa, mientras que bajo luz de alta intensidad se detuvo la elongación de los primordios.

#### 5.1.4 Rendimiento y Pérdidas de Proceso

Los resultados obtenidos de Rendimiento (R) y Pérdidas de proceso (Pp) se muestran en la Tabla 6. El rendimiento en cosecha es un parámetro que está directamente relacionado con la Eficiencia biológica (EB) razón por la cual al igual que en EB el tratamiento que presentó mayor R fue T4, aunque no existe diferencias significativas entre éste y los tratamientos T1 y T2. Por otra parte T5 fue el tratamiento que presentó menor rendimiento puesto que en este se presentaron unidades experimentales improductivas atribuidas principalmente a compactación del sustrato; lo que ocasionó una excesiva retención de humedad y una aireación baja impidiendo una invasión micelial y formación de primordios adecuada. La compactación del material, se cree, ocurrió debido al diminuto tamaño de partícula del aserrín de Achapo (*Cedrelinga cateniformis*) empleado.

**Tabla 6.**

#### *Rendimiento y pérdidas de proceso en cultivo de G. lucidum*

<b>Tratamiento</b>	<b>R (%)</b>	<b>Pp (%)</b>
T1	1,75 <sup>a</sup> ± 0,86	0,00 <sup>a</sup> ± 0,00
T2	1,65 <sup>a</sup> ± 0,56	0,00 <sup>a</sup> ± 0,00
T3	0,82 <sup>bc</sup> ± 0,22	0,00 <sup>a</sup> ± 0,00
T4	1,79 <sup>a</sup> ± 0,67	0,00 <sup>a</sup> ± 0,00
T5	0,27 <sup>c</sup> ± 0,30	6,12 <sup>b</sup> ± 7,64
T6	0,55 <sup>bc</sup> ± 0,15	0,00 <sup>a</sup> ± 0,00
T7	1,02 <sup>b</sup> ± 0,85	0,00 <sup>a</sup> ± 0,00

R: Rendimiento. Pp: Pérdidas de proceso. Datos expresados como media ± desviación estándar de 7 repeticiones.

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos (Prueba Fischer)

Fuente: Esta investigación

En el cultivo de *G. lucidum* es de gran importancia que no haya bolsas improductivas dado que como se observa en la variable Número de fructificaciones (NF) el valor es mínimo y esto conllevaría a pérdidas importantes en la producción del macromicete.

## 5.2 Análisis bromatológico de sustratos del cultivo de *G. lucidum*

**Tabla 7.**

### **Resultados bromatológicos de sustratos iniciales y agotados del cultivo de *G. lucidum***

ANÁLISIS		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
%	N	Inicial	0,06	0,07	0,02	0,05	0,05	0,07	0,17
		Agotado	0,10↑	0,11↑	0,04↑	0,09↑	0,05↓	0,07↓	0,31↑
	C	Inicial	17,20	14,70	15,80	15,20	15,90	16,60	14,40
		Agotado	18,50↑	17,90↑	14,10↓	17,90↑	14,80↓	13,10↓	21,90↑
	C/N	Inicial	286,67	210,00	790,00	304,00	318,00	237,14	84,71
		Agotado	185,00↓	162,73↓	352,50↓	198,89↓	296,00↓	187,14↓	70,65↓

N: Nitrógeno. C: Carbono, C/N: Relación carbono nitrógeno obtenido mediante cálculo matemático. Datos expresados como porcentaje en base húmeda del sustrato.

Fuente: Esta investigación

*G. lucidum* es un hongo causante de pudrición blanca y por consiguiente es capaz de degradar la lignina de la madera y otros sustratos sobre los que crece, por tal razón su crecimiento está directamente relacionado con la composición de los sustratos, en este estudio se realizó el análisis bromatológico de los sustratos sobre los cuales se cultivó el hongo tanto para sustratos iniciales como para finales. La relación carbono nitrógeno (C/N) que presentó una mejor invasión del micelio fue la relación C/N de 85 correspondiente al tratamiento T7 que fue la más baja en comparación con el resto de tratamientos y presento un comportamiento similar a la investigación de Hsieh & Yang (2004), en la cual se obtuvo mejore invasión micelial, rendimiento y formación

de cuerpos fructíferos para relaciones C/N 80, cuando *G. lucidum* fue cultivado en aserrines de madera enriquecidos con salvado de cereales.

Se evidencia que en los tratamientos T2, T4 y T6 (suplementados con granza de avena) la cantidad de nitrógeno aumenta con relación a los que únicamente están compuestos por aserrines; considerando únicamente la relación C/N como factor influyente en el crecimiento y desarrollo del hongo, podría decirse que los tratamientos suplementados con granza de avena presentarían EB superiores, pero al influir otros factores como por ejemplo compactación del material los resultados pueden variar como sucedió en la presente investigación, en donde se observó que los tratamientos que contenían aserrín achapo dentro de su formulación (T5 y T6) se apelmazaron y no permitieron una correcta aireación influyendo drásticamente en las variables de rendimiento. Dicho apelmazamiento está ligado directamente al tipo de aserrín empleado ya que a todos los tratamientos se les realizó procesos de acondicionamiento idénticos.

Puede observarse además, que el contenido inicial de nitrógeno en todos los tratamientos se incrementa en todos los sustratos agotados de todos los tratamientos después de la cosecha, excepto en T5 y T6 en donde se mantuvo constante, comportamiento atribuido principalmente a que en estos tratamientos hubo parcial y/o nula invasión micelial. El micelio de todos los hongos comestibles y medicinales se caracteriza por su alto contenido de nitrógeno

### **5.3 Análisis sensorial**

Las propiedades sensoriales se vieron afectadas con la adición de *G. lucidum* disminuyendo el puntaje total del perfil en taza, este efecto se encuentra dentro de lo esperado ya que el hongo presenta un sabor amargo característico, por ende los alimentos enriquecidos con el hongo adquieren dicho sabor. De igual manera esta característica es similar a la presentada por los productos con *G. lucidum* que hay en el mercado como gano café clásico, gano café 3 en 1, entre otros.

La calificación total del perfil de taza de las muestras con adición del hongo disminuyó respecto al patrón cuya calificación fue de 86 puntos, observándose un efecto inverso, es decir a mayor concentración de hongo en el café menor calificación del perfil de taza.

### **5.3.1 Determinación del efecto de la adición de *Ganoderma lucidum* Sobre el perfil sensorial de la bebida de café en taza**

En la tabla 8 se observa los datos de los p-valor para los efectos principales de los factores tratamiento y concentración respecto a los parámetros sensoriales, los valores medios correspondientes a los 4 tratamientos y 4 concentraciones y los p-valores correspondientes a la interacción de los dos factores.

Para el análisis sensorial se utilizó los tratamientos T1, T2, T4 y T7 dado que estos fueron los que presentaron mayor eficiencia biológica en comparación con los demás tratamientos.

**Tabla 8.****ANOVA de dos factores (tratamientos, concentraciones) para los parámetros sensoriales**

TRAT.	FIA	TL	B	NG	A	D	C	SR	S	PT
<b>T1</b>	7,88 a	8,08 a	7,70 a	7,69 a	7,91 a	8,55 a	7,86 a	7,53 a	7,88 a	79,35 a
<b>T2</b>	8,00 a	8,22 a	7,98 b	7,92 b	7,97 a	8,55 a	8,00 a	7,50 a	7,81 a	80,32 a
<b>T4</b>	8,06 a	8,33 a	7,94 b	7,86 ab	7,88 a	8,42 a	7,91 a	7,73 a	7,89 a	80,41 a
<b>T7</b>	7,95 a	8,22 a	7,88 ab	7,89 b	7,89 a	8,48 a	7,91 a	7,70 a	7,92 a	80,22 a
<b>P-valor</b>	0,4576	0,2778	0,0265	0,0960	0,8300	0,5641	0,4062	0,1664	0,8659	0,4920

**CONCENTRACIÓN**

<b>0</b>	8,00 ab	10,00 c	8,00 bc	8,00 b	8,00 b	10,00 b	8,00 b	8,00 c	8,00 ab	86,00 c
<b>6</b>	8,14 b	7,80 b	8,03 c	7,97 b	8,17 b	7,95 a	8,00 b	7,67 b	7,97 b	79,69 b
<b>8</b>	7,95 ab	7,67 b	7,81 ab	7,75 a	7,72 a	8,08 a	7,83 a	7,41 a	7,84 b	77,85 a
<b>10</b>	7,78 a	7,38 a	7,65 a	7,64 a	7,75 a	7,97 a	7,84 ab	7,38 a	7,69 a	76,75 a
<b>P-valor</b>	0,0310	0,0000	0,0007	0,0013	0,0002	0,0000	0,0658	0,0000	0,0873	0,0000

**INTERACCIÓN**

<b>P-valor</b>	0,4652	0,6330	0,2694	0,3465	0,9354	0,6709	0,7493	0,8373	0,3874	0,8699
----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

FIA: Flavor/Aroma. TL: Taza limpia. B: Balance. NG: Nota global. A: Acidez. D: Dulzura. C:

Cuerpo. SR: Sabor residual. S: Sabor. PT: Puntaje total. Datos expresados como media de cuatro repeticiones. .

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos (Prueba Fischer)

Fuente: Esta investigación

En cuanto al factor “tratamiento” los resultados obtenidos muestran que no hay diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos. Se puede apreciar pequeñas diferencias únicamente en los atributos balance y nota global entre los tratamientos, sin embargo estadísticamente no tienen relevancia, por lo tanto todas las puntuaciones de los tratamientos en relación a todos los atributos sensoriales, se pueden considerar idénticas.

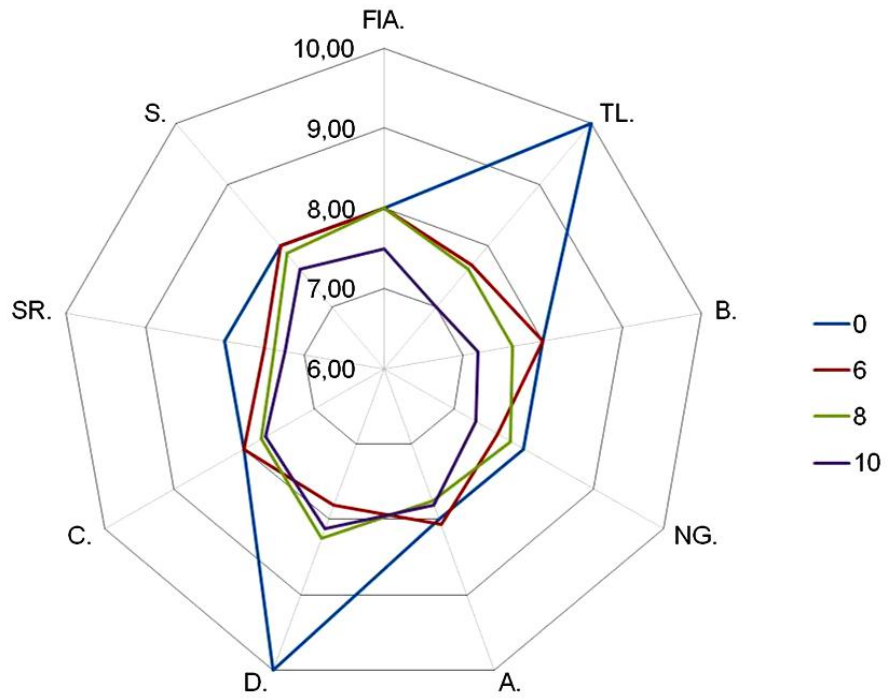
Con respecto al factor “concentración”, se aprecia que hay diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de atributos excepto en fragancia/aroma, balance, cuerpo y sabor en

donde si existen pequeñas diferencias pero estadísticamente no son relevantes. En términos generales la puntuación asignada por el catador tiende a bajar con la adición de los cuerpos fructíferos de *G. lucidum* a diferentes concentraciones.

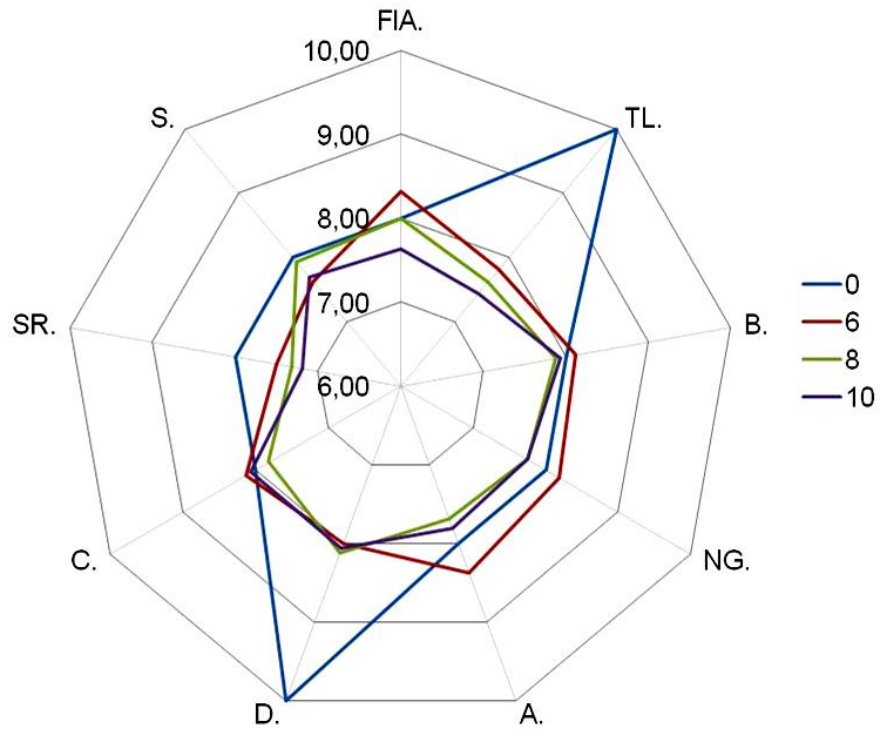
No es significativa la interacción entre los dos factores en ninguno de los parámetros sensoriales. Lo que quiere decir que a pesar de que los valores medios de los atributos sensoriales en cuanto al factor concentración son diferentes, dentro de cada grupo de concentraciones tampoco se han encontrado diferencias entre las bebidas de café distintas a las observadas al analizar el efecto principal del factor tratamiento

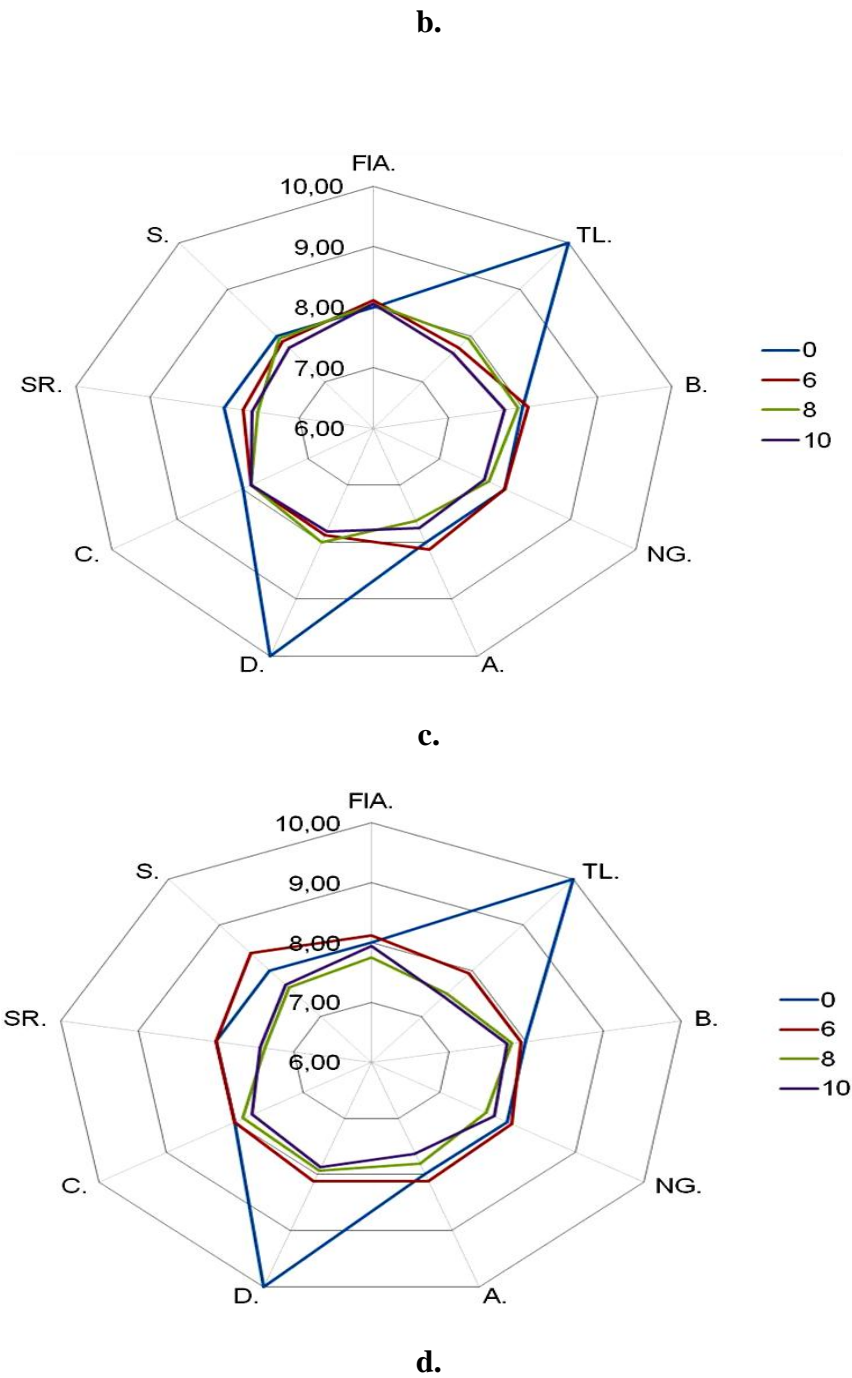
La puntuación total es la suma de los atributos sensoriales que representa el perfil de taza y que permite de manera puntual describir una muestra por su grado de especialidad, en la investigación se partió de un café con puntaje de 86 puntos, que según la escala SCAA se encuentra dentro del rango de calidad excelente y clasificado como de origen especial. Para la concentración de 6% se obtuvo una puntuación aproximado de 80 que según la SCAA está dentro del rango de calidad muy bueno y se clasifica como especial. Para las concentraciones 8% y 10% se obtuvo puntajes inferiores a 80 que según SCAA está dentro del rango debajo de la calidad especial y clasificada debajo de especial.

**5.3.2 Perfil de taza para las diferentes procedencias de *G. lucidum* y diferentes concentraciones.**



**a.**



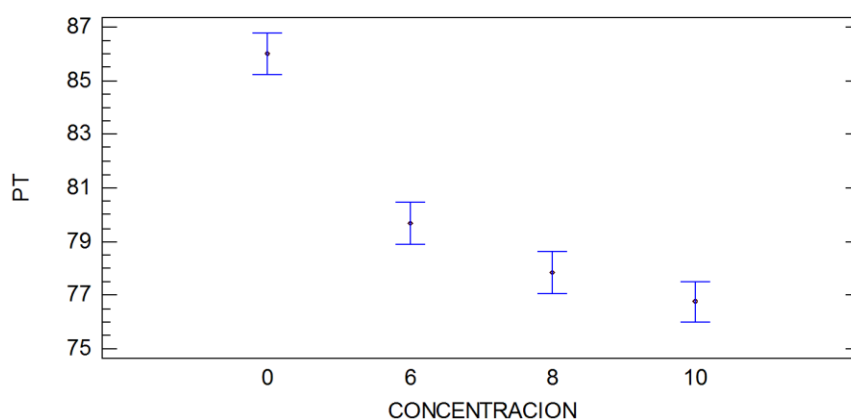


**Figura 7. Perfil sensorial de taza de café en cuatro diferentes concentraciones: a. T1; b. T2; c. T4; d. T7**

En la figura 7 se observa el perfil sensorial donde la puntuación de los atributos se mantiene relativamente constante alrededor de los 8.0 puntos exceptuando la dulzura y la

taza limpia que son los atributos que presentan mayor variación en la puntuación respecto al patrón, pasando de puntuación 10 (denominada excepcional) hasta un valor que oscila entre 7.35 y 8.08, manteniéndose dentro del rango muy bueno a excelente para los dos atributos. Esta disminución se debe principalmente a las partículas insolubles del hongo y a su característico sabor amargo como lo reportado por Leskosek-Cukalovic et al (2009) quien realizó pruebas sensoriales de cerveza enriquecida con extracto de *G. lucidum*.

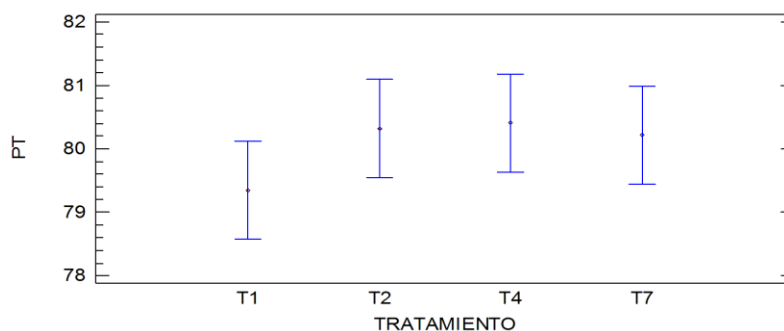
### 5.3.3 Análisis de medias de la concentración de *G. lucidum* sobre la puntuación total



**Figura 8. Puntuación total (Medias y 95% de Fisher LSD) respecto al factor concentración.**

En la figura 8 se observa diferencia significativa entre el nivel de concentración 0 (patrón) y los demás niveles de concentración, respecto al puntaje total (ver tabla B10.2 del anexo B). Se presenta además diferencia entre la concentración 6 con la 8 y la 10, de igual manera no se presentan diferencias entre las concentraciones 8 y 10. La puntuación total del perfil sensorial que mejor se acerca al patrón es la concentración 6 con un valor de 79,69; mientras que la concentración 10 es la que más se aleja a la puntuación de la muestra patrón con un puntaje de 76,75.

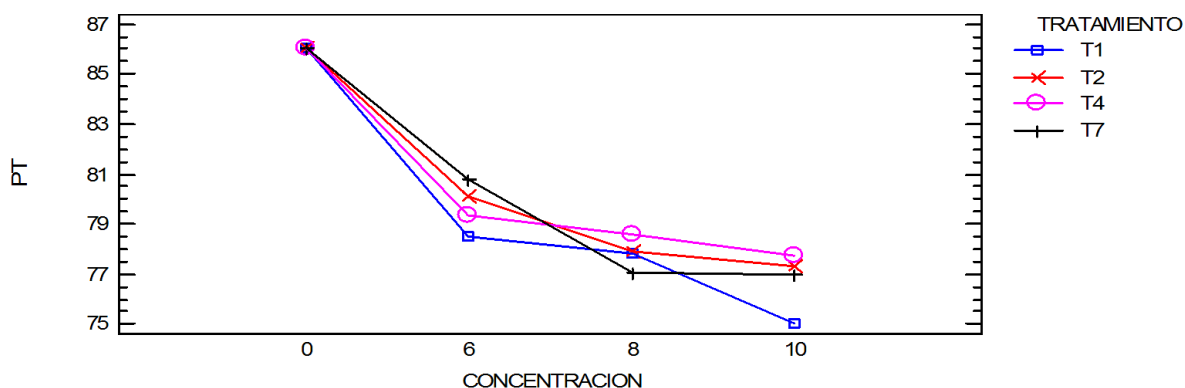
### 5.3.4 Análisis de medias de la procedencia de *G. lucidum* sobre la puntuación total



**Figura 9. Puntuación total (Medias y 95% de Fisher LSD) respecto al factor tratamiento.**

En la figura 9 se puede observar que entre los diferentes tratamientos en los cuales se cultivó *G. lucidum* no existen diferencias estadísticamente significativas respecto a la puntuación total asignada en la catación, tal como se evidencia la tabla B10.1 del anexo B. Razón por la cual se recomienda la suplementación del café con el tratamiento en el cual se obtuvo una mayor eficiencia biológica con el fin de reducir costos de producción que para efectos de esta investigación fue el tratamiento preparado con aserrín de sajo suplementado con granza de avena.

### 5.3.5 Análisis de interacción de la concentración y procedencia de *G. lucidum* sobre la puntuación total.



**Figura 10. Grafico de interacción de los tratamientos para la puntuación total del análisis sensorial.**

En el figura 10 se aprecia como la puntuación total asignada por el catador desciende con la adición del cuerpo fructífero pulverizado de *Ganoderma lucidum* partiendo de un valor de 86 puntos en la concentración 0 (muestra patrón) hasta un puntaje de 75 puntos en la concentración 10% con el tratamiento T1. Puede observarse además en la tabla B10 del anexo B que no existe una interacción estadísticamente significativa entre el factor tratamiento y el factor concentración (valor- $p=0,8699$ ).

## 6. CONCLUSIONES

La producción de *G. lucidum* puede verse afectada por factores como la relación C/N, la compactación del bloque del sustrato y las condiciones ambientales. En el presente estudio la suplementación de los sustratos mejoró la eficiencia biológica en dos de los tres materiales empleados (aserrín de sajo y achapo), mientras que al emplear aserrín de pandala sin suplemento la eficiencia biológica fue superior al suplementado. La mejor eficiencia biológica se obtuvo con la mezcla de aserrín de sajo 78% y 20% de granza de avena con un 5,97%. Mientras que la menor eficiencia biológica la presentó el aserrín de achapo con 0,91%, dado que hubo unidades experimentales improductivas ocasionadas por las características fisicoquímicas y sobrehumidificación de los sustratos.

La adición del hongo pulverizado disminuye la calificación total del perfil de taza del café, ya que su característica insoluble y sabor amargo reduce principalmente la dulzura y taza limpia. En consecuencia el tratamiento con menor concentración del hongo (6% P/P), resultó con la mejor aceptación con un puntaje de 80 puntos según la escala SCAA.

La procedencia del sustrato de cultivo del hongo no afecta de manera drástica el perfil sensorial del café, por lo que es preferible la utilización de sustrato a base de aserrín de madera de sajo y granza de avena, el cual presentó mejor rendimiento, favoreciendo la rentabilidad en futuras investigaciones.

## **7. RECOMENDACIONES**

Estandarizar las condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura, luminosidad) y formulación de sustratos para la optimización del cultivo.

Desarrollar investigación para la obtención de los compuestos activos solubles de *G. lucidum* para aplicación en alimentos instantáneos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Bakovic, M., & Han, N. (2015). Biologically Active Triterpenoids and Their Cardioprotective and Anti- Inflammatory Effects. *Journal of Bioanalysis & Biomedicine*, 01(s12). <https://doi.org/10.4172/1948-593X.S12-005>
- Benavides, O. (2013). *Aprovechamiento de residuos lignocelulosicos para el cultivo de orellnas (Pleurotus ostreatus)*. Universidad de Nariño.
- Benavides, O., Ruiz, H., & Araujo, D. (2016). Eficiencia biológica como variable de bioprocesamiento de residuos lignocelulósicos para la producción del hongo comestible y medicinal (*Pleurotus ostreatus*). *Vitae*, 23, 518–521.
- Berovic M., Habijanac J., Zore I., Wraber B., Hodzjar D., Boh B., Pohleven F. 2003. Submerged cultivation of *Ganoderma lucidum* biomass and immunostimulatory effects of fungal polysaccharides. *Journal of Biotechnology*; 103: 77-86
- Bidegain, M., Postemsky, P., González Matute, R., Figlas, D., Devalis, R., & Delmastro, S. (2014). Optimización de la producción del hongo medicinal Reishi (*Ganoderma lucidum*) para el desarrollo de nutracéuticos y fitoterápicos. In *V Jornadas de la RedVITEC: 10 años de experiencias de cooperación: Universidad–Entorno Socioproductivo–Estado*.
- Boa, E. (2005). Los hongos silvestres comestibles: Perspectiva global de su uso e importancia para la población. In FAO (Ed.), *Productos forestales no madereros* (p. 163). Roma, Italia.
- Boh, B., Berovic, M., Zhang, J., & Zhi-Bin, L. (2007). *Ganoderma lucidum* and its pharmaceutically active compounds. *Biotechnology Annual Review* (Vol. 13). [https://doi.org/10.1016/S1387-2656\(07\)13010-6](https://doi.org/10.1016/S1387-2656(07)13010-6)

- BolPress. (2012). Vietnam destrona a Brasil como el primer exportador mundial de café. Retrieved from <http://www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detalle/es/c/155590/>
- Calonge, F. de D. (2011). *Hongos Medicinales*. (E. Mundi-Prensa, Ed.) (p. 130). Madrid, España.
- Chi H.J. Kao, Amalini C. Jesuthasan, Karen S. Bishop, Marcus P. Glucina, & Ferguson, L. R. (2013). Anti-cancer activities of *Ganoderma lucidum* active ingredients and pathways. *Functional Foods in Health and Disease*, 3(2), 48–65. <https://doi.org/10.3390/molecules19045360>
- Cilerdžić, J., Vukojević, J., Stajić, M., Stanojković, T., & Glamočlija, J. (2014). Biological activity of *Ganoderma lucidum* basidiocarps cultivated on alternative and commercial substrate. *Journal of Ethnopharmacology*, 155(1), 312–9. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.05.036>
- Cristiane, S. M. D. C., Ceci, S.-C., Leise, P. D. C., Marli, T. D. A. M., Andre, L. M. S., Guilherme, P. A., & Meire, C. N. D. A. (2015). Cultivation and bromatological analysis of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst cultivated in agricultural waste. *African Journal of Biotechnology*, 14(5), 412–418. <https://doi.org/10.5897/AJB2014.14022>
- Erkel, E. I. (2009). The effect of different substrate mediums on yield of *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(3-4), 841–844.
- Ferreira, I. C. F. R., Heleno, S. A., Reis, F. S., Stojkovic, D., Queiroz, M. J. R. P., Vasconcelos, M. H., & Sokovic, M. (2015). Chemical features of *Ganoderma* polysaccharides with antioxidant, antitumor and antimicrobial activities. *Phytochemistry*, 114, 38–55. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.10.011>

- Gurung, O. K., Budathoki, U., & Parajuli, G. (2013). Effect of Different Substrates on the Production of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) Karst. *Our Nature*, *10*(1), 191–198.
- Hsieh, C., Hsu, T. H., & Yang, F. C. (2005). Production of polysaccharides of *Ganoderma lucidum* (CCRC36021) by reusing thin stillage. *Process Biochemistry*, *40*(2), 909–916.  
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.02.004>
- Hsieh, C., & Yang, F. C. (2004). Reusing soy residue for the solid-state fermentation of *Ganoderma lucidum*. *Bioresource Technology*, *91*(1), 105–109.  
[https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00157-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00157-3)
- Huie, C. W., & Di, X. (2004). Chromatographic and electrophoretic methods for Lingzhi pharmacologically active components. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*.  
<https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2004.08.038>
- Kuhar, J. F. (2012). Cultivo de *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. y evaluación de su aplicación a la biorremediación. Universidad De Buenos Aires Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Lee, H., Song, M., Yu, Y., & Hwang, S. (2003). Production of *Ganoderma lucidum* mycelium using cheese whey as an alternative substrate: response surface analysis and biokinetics. *Biochemical Engineering Journal*, *15*(2), 93–99.  
[https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00211-5](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00211-5)
- Leskosek-Cukalovic, I., Despotovic, S., Nedovic, V., & Niksic, M. (2009). Medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* in the production of special beer types. *Zbornik Matice Srpske Za Prirodne Nauke*, (117), 111–117.  
<https://doi.org/10.2298/ZMSPN0917111L>

- Liang, Z., Yi, Y., Guo, Y., Wang, R., Hu, Q., & Xiong, X. (2014). Chemical characterization and antitumor activities of polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum*. *International Journal of Molecular Sciences*, *15*(5), 9103–16. <https://doi.org/10.3390/ijms15059103>
- Liu, Y., Zhang, J., Tang, Q., Yang, Y., Guo, Q., Wang, Q., ... Cui, S. W. (2014). Physicochemical characterization of a high molecular weight bioactive  $\beta$ -d-glucan from the fruiting bodies of *Ganoderma lucidum*. *Carbohydrate Polymers*, *101*(1), 968–974. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.10.024>
- Ma, K., Li, L., Bao, L., He, L., Sun, C., Zhou, B., ... Liu, H. (2015). Six new 3,4-seco-27-norlanostane triterpenes from the medicinal mushroom *Ganoderma boninense* and their antiplasmodial activity and agonistic activity to LXR $\beta$ . *Tetrahedron*, *71*(12), 1808–1814. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2015.02.002>
- Martínez, J. (2012). Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en el valle de el fuerte, sinaloa: una alternativa de aprovechamiento de esquilmos agrícolas. Universidad Autónoma Indígena De México.
- Moors, E. H. M. (2012). Functional foods: regulation and innovations in the EU. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, *25*(4), 424–440. <https://doi.org/10.1080/13511610.2012.726407>
- MushWorld. (2004). *Mushroom Growers' Handbook 1: Oyster Mushroom Cultivation*. (MushWorld, Ed.) (p. 298). Seoul, Korea: MushWorld-Heineart Inc.
- Nie, S., Zhang, H., Li, W., & Xie, M. (2013). Current development of polysaccharides from *Ganoderma*: Isolation, structure and bioactivities. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, *1*(1), 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2013.01.001>

- Pegler, D. N. (2002). Useful Fungi of the World: the Ling-zhi – The mushroom of immortality, *I6*(August), 100–101. <https://doi.org/10.1017/S0269915X02003049>
- Pinzon, J. (2014). Evaluación de la inclusión de los  $\beta$ -glucanos de *Ganoderma lucidum* en yogur. Universidad Nacional de Colombia.
- Postemsky, P., Bidegain, M., Devalis, R., Figlas, D., González Matute, R., & Delmastro, S. (2014). Aprovechamiento de residuos agroindustriales del arroz para el cultivo del hongo medicinal *Ganoderma lucidum*. *V Jornadas de La RedVITEC: 10 Años de Experiencias de Cooperación: Universidad–Entorno Socioproductivo–Estado*, (Ii).
- Postemsky, P. D., Delmastro, S. E., & Curvetto, N. R. (2014). Effect of edible oils and Cu (II) on the biodegradation of rice by-products by *Ganoderma lucidum* mushroom. *International Biodeterioration & Biodegradation*, *93*, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.05.006>
- Qiu, J., Wang, X., & Song, C. (2016). Neuroprotective and antioxidant lanostanoid triterpenes from the fruiting bodies of *Ganoderma atrum*. *Fitoterapia*, *109*, 75–9. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2015.12.008>
- Ramos, D., & Garcia, S. (2009). Revisión del género *Ganoderma* (Basidiomycota) para el estado de Tabasco. *Kuxulkab*, *16*(1665-0514).
- Rodríguez Valencia, N., & Jaramillo López, C. (2005). *Cultivo de hongos medicinales en residuos agrícolas de la zona cafetera*. (H. F. Ospina Ospina & M. L. S. Milena, Eds.), *Boletín Técnico*. Caldas, Colombia. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Cultivo+de+hongos+medicinales+en+residuos+agricolas+de+la+zona+cafetera#2>

- Sánchez, C. (2009). Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. *Biotechnology Advances*, 27(2), 185–194. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.11.001>
- Valenzuela, A., Valenzuela B, R., Sanhueza, J., & Morales, G. (2014). Alimentos funcionales, nutraceuticos y foshu: ¿vamos hacia un nuevo concepto de alimentación? *Chil Nutr*, 41(4).
- Vinhal Costa Orsine, J., Vinhal da Costa, R., & Carvalho Garbi Novaes, M. R. (2012). Mushrooms of the genus *Agaricus* as functional foods. *Nutrición Hospitalaria*, 27(4), 1017–24. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.4.5841>
- Wachtel-Galor, S., Tomlinson, B., & Benzie, I. F. F. (2004). *Ganoderma lucidum* (“Lingzhi”), a Chinese medicinal mushroom: biomarker responses in a controlled human supplementation study. *The British Journal of Nutrition*, 91(2), 263–9. <https://doi.org/10.1079/BJN20041039>
- Wang, J., Yuan, Y., & Yue, T. (2014). Immunostimulatory activities of  $\beta$ -d-glucan from *Ganoderma Lucidum*. *Carbohydrate Polymers*, 102(1), 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.10.087>
- Yamada, K., Sato-Mito, N., Nagata, J., & Umegaki, K. (2008). Health claim evidence requirements in Japan. *The Journal of Nutrition*, 138(6), 1192S–8S.
- Yue, Q.-X., Song, X.-Y., Ma, C., Feng, L.-X., Guan, S.-H., Wu, W.-Y., ... Guo, D. (2010). Effects of triterpenes from *Ganoderma lucidum* on protein expression profile of HeLa cells. *Phytomedicine : International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*, 17(8-9), 606–13. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2009.12.013>

## **ANEXOS**

**ANEXO A. ANÁLISIS DE VARIANZA DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO  
EFICIENCIA BIOLÓGICA (EB)**

STATGRAPHICS Centurion – Componentes de rendimiento.sgp – [ANOVA Simple – EB por Tratamiento]

**Tabla A1. ANOVA para EB por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	176,584	6	29,4306	9,96	0,0000
Intra grupos	124,055	42	2,95369		
Total (Corr.)	300,639	48			

**Tabla A1.1. Pruebas de Múltiple Rangos para EB por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T5	7	0,912857	X
T6	7	1,825714	XX
T3	7	2,718571	XX
T7	7	3,38143	X
T2	7	5,49	X
T1	7	5,82857	X
T4	7	5,97	X

**PRECOCIDAD (P)**

STATGRAPHICS Centurion – Componentes de rendimiento.sgp – [ANOVA Simple – EB por Tratamiento]

**Tabla A2. ANOVA para P por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	342,286	6	57,0476	13,04	0,0000
Intra grupos	183,714	42	4,37415		
Total (Corr.)	526,0	48			

**Tabla A2.1. Pruebas de Múltiple Rangos para P por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T7	7	20,1429	X
T4	7	20,8571	XX
T2	7	22,0	XX
T3	7	22,1429	XX
T1	7	23,0	X
T6	7	25,5714	X
T5	7	28,2857	X

**TIEMPO A COSECHA (TC)**

STATGRAPHICS Centurion – Componentes de rendimiento.sgp – [ANOVA Simple – TC por Tratamiento]

**Tabla A3. ANOVA para TC por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	54,2041	6	9,03401	3,07	0,0138
Intra grupos	123,429	42	2,93878		
Total (Corr.)	177,633	48			

**Tabla A3.1. Pruebas de Múltiple Rangos para TC por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T6	7	50,1429	X
T7	7	50,1429	X
T3	7	51,2857	XX
T2	7	51,8571	XX
T4	7	52,4286	X
T1	7	52,4286	X
T5	7	53,0	X

**NUMERO DE FRUCTIFICACIONES (NF)**

STATGRAPHICS Centurion – Componentes de rendimiento.sgp – [ANOVA Simple – NF por Tratamiento]

**Tabla A4. ANOVA para NF por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	11,4286	6	1,90476	2,31	0,0509
Intra grupos	34,5714	42	0,823129		
Total (Corr.)	46,0	48			

**Tabla A4.1. Pruebas de Múltiple Rangos para NF por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T5	7	0,714286	X
T3	7	1,0	XX
T2	7	1,0	XX
T7	7	1,0	XX
T6	7	1,28571	XXX
T4	7	1,85714	XX
T1	7	2,14286	X

**RENDIMIENTO (R)**

STATGRAPHICS Centurion – Componentes de rendimiento.sgp – [ANOVA Simple – R por Tratamiento]

**Tabla A5. ANOVA para R por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	15,899	6	2,64983	9,98	0,0000
Intra grupos	11,1514	42	0,26551		
Total (Corr.)	27,0504	48			

**Tabla A5.1. Pruebas de Múltiple Rangos para R por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T5	7	0,27285	X
		7	
T6	7	0,54714	XX
		3	
T3	7	0,81571	XX
		4	
T7	7	1,01571	X
T2	7	1,64714	X
T1	7	1,74714	X
T4	7	1,79143	X

**PERDIDAS DE PROCESO (Pp)**

STATGRAPHICS Centurion – Componentes de rendimiento.sgp – [ANOVA Simple – Pp por Tratamiento]

**Tabla A6. ANOVA para Pp por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	225,041	6	37,5069	4,50	0,0013
Intra grupos	350,064	42	8,33486		
Total (Corr.)	575,105	48			

**Tabla A6.1. Pruebas de Múltiple Rangos para Pp por Tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	7	0,0	X
T3	7	0,0	X
T4	7	0,0	X
T2	7	0,0	X
T6	7	0,0	X
T7	7	0,0	X
T5	7	6,12429	X

**ANEXO B. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PARÁMETROS SENSORIALES DE  
BEBIDA DE CAFÉ**

**FRAGANCIA/AROMA (FIA)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial - FIA]

**Tabla B1. Análisis de Varianza para FIA - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Gl Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	
EFFECTOS PRINCIPALES						
A:TRATAMIENTO	0,289063	3	0,0963542	0,90	0,4803	(1)
B:CONCENTRACION	1,05469	3	0,351563	3,21	0,0310	(0)
INTERACCIONES						
AB	0,96875	9	0,107639	0,98	0,4652	(0)
RESIDUOS	5,25	48	0,109375			
TOTAL (CORREGIDO)	7,5625	63				

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B1.1. Pruebas de Múltiple Rangos para FIA por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	16	7,875	0,082020 9	X
T7	16	7,95313	0,082020 9	X
T2	16	7,98438	0,082020 9	X
T4	16	8,0625	0,082020 9	X

**Tabla B1.2. Pruebas de Múltiple Rangos para FIA por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10	16	7,78125	0,082679 7	X
8	16	7,95313	0,082679 7	XX
0	16	8,0	0,082679 7	XX
6	16	8,14063	0,082679 7	X

**SABOR (S)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial - S]

**Tabla B2. Análisis de Varianza para S - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	
EFFECTOS PRINCIPALES						
A:TRATAMIENTO	0,101563	3	0,0338542	0,22	0,8781	(1)
B:CONCENTRACION	0,96875	3	0,322917	2,32	0,0873	(0)
INTERACCIONES						
AB	1,36719	9	0,15191	1,09	0,3874	(0)
RESIDUOS	6,6875	48	0,139323			
TOTAL (CORREGIDO)	9,125	63				

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B2.1. Pruebas de Múltiple Rangos para S por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	16	7,8125	0,09743 9	X
T1	16	7,875	0,09743 9	X
T4	16	7,89063	0,09743 9	X
T7	16	7,92188	0,09743 9	X

**Tabla B2.2. Pruebas de Múltiple Rangos para S por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10	16	7,6875	0,09331 5	X
8	16	7,84375	0,09331 5	XX
6	16	7,96875	0,09331 5	X
0	16	8,0	0,09331 5	X

**SABOR RESIDUAL (SR)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial - SR]

**Tabla B3. Análisis de Varianza para SR - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTO	0,675781	3	0,22526	1,77	0,1664
B:CONCENTRACION	4,07422	3	1,35807	10,64	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,621094	9	0,0690104	0,54	0,8373
RESIDUOS	6,125	48	0,127604		
TOTAL (CORREGIDO)	11,4961	63			

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B3.1. Pruebas de Múltiple Rangos para SR por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	16	7,5	0,089304 3	X
T1	16	7,53125	0,089304 3	X
T7	16	7,70313	0,089304 3	X
T4	16	7,73438	0,089304 3	X

**Tabla B3.2. Pruebas de Múltiple Rangos para SR por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10	16	7,375	0,089304 3	X
8	16	7,40625	0,089304 3	X
6	16	7,6875	0,089304 3	X
0	16	8,0	0,089304 3	X

**CUERPO (C)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial - C]

**Tabla B4. Análisis de Varianza para C - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTO	0,166992	3	0,0556641	0,99	0,4062
B:CONCENTRACION	0,432617	3	0,144206	2,56	0,0658
INTERACCIONES					
AB	0,329102	9	0,0365668	0,65	0,7493
RESIDUOS	2,70313	48	0,0563151		
TOTAL (CORREGIDO)	3,63184	63			

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B4.1. Pruebas de Múltiple Rangos para C por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i> <i>LS</i>	<i>Sigma</i> <i>LS</i>	<i>Grupos</i> <i>Homogéneos</i>
T1	16	7,85938	0,05932 7	X
T4	16	7,90625	0,05932 7	X
T7	16	7,90625	0,05932 7	X
T2	16	8,0	0,05932 7	X

**Tabla B4.2. Pruebas de Múltiple Rangos para C por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i> <i>LS</i>	<i>Sigma</i> <i>LS</i>	<i>Grupos</i> <i>Homogéneos</i>
8	16	7,82813	0,05932 7	X
10	16	7,84375	0,05932 7	XX
6	16	8,0	0,05932 7	X
0	16	8,0	0,05932 7	X

**DULZURA (D)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial - D]

**Tabla B5. Análisis de Varianza para D - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	
EFFECTOS PRINCIPALES						
A:TRATAMIENTO	0,171875	3	0,0572917	0,93	0,4654	(1)
B:CONCENTRACION	48,1484	3	16,0495	192,59	0,0000	(0)
INTERACCIONES						
AB	0,554687	9	0,0616319	0,74	0,6709	(0)
RESIDUOS	4,0	48	0,0833333			
TOTAL (CORREGIDO)	52,875	63				

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B5.1. Pruebas de Múltiple Rangos para D por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	16	8,42188	0,072168 8	X
T7	16	8,48438	0,072168 8	X
T2	16	8,54688	0,072168 8	X
T1	16	8,54688	0,072168 8	X

**Tabla B5.2. Pruebas de Múltiple Rangos para D por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
6	16	7,95313	0,072168 8	X
10	16	7,96875	0,072168 8	X
8	16	8,07813	0,072168 8	X
0	16	10,0	0,072168 8	X

**ACIDEZ (A)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial – A]

**Tabla B6. Análisis de Varianza para A – Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	
EFFECTOS PRINCIPALES						
A:TRATAMIENTO	0,0810547	3	0,0270182	0,76	0,5458	(1)
B:CONCENTRACION	2,22168	3	0,74056	8,04	0,0002	(0)
INTERACCIONES						
AB	0,321289	9	0,0356988	0,39	0,9354	(0)
RESIDUOS	4,42188	48	0,0921224			
TOTAL (CORREGIDO)	7,0459	63				

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B6.1. Pruebas de Múltiple Rangos para A por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T4	16	7,875	0,075879 2	X
T7	16	7,89063	0,075879 2	X
T1	16	7,90625	0,075879 2	X
T2	16	7,96875	0,075879 2	X

**Tabla B6.2. Pruebas de Múltiple Rangos para A por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
8	16	7,71875	0,075879 2	X
10	16	7,75	0,075879 2	X
0	16	8,0	0,075879 2	X
6	16	8,17188	0,075879 2	X

**NOTA GLOBAL (NG)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial – NG]

**Tabla B7. Análisis de Varianza para NG - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	
EFFECTOS PRINCIPALES						
A:TRATAMIENTO	0,526367	3	0,175456	1,94	0,1936	(1)
B:CONCENTRACION	1,44043	3	0,480143	6,12	0,0013	(0)
INTERACCIONES						
AB	0,813477	9	0,0903863	1,15	0,3465	(0)
RESIDUOS	3,76563	48	0,0784505			
TOTAL (CORREGIDO)	6,5459	63				

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B7.1. Pruebas de Múltiple Rangos para NG por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	16	7,6875	0,070022 6	X
T4	16	7,85938	0,070022 6	XX
T7	16	7,89063	0,070022 6	X
T2	16	7,92188	0,070022 6	X

**Tabla B7.2. Pruebas de Múltiple Rangos para NG por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10	16	7,64063	0,070022 6	X
8	16	7,75	0,070022 6	X
6	16	7,96875	0,070022 6	X
0	16	8,0	0,070022 6	X

**BALANCE (B)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial – B]

**Tabla B8. Análisis de Varianza para B - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	
EFFECTOS PRINCIPALES						
A:TRATAMIENTO	0,726563	3	0,242188	2,61	0,1160	(1)
B:CONCENTRACION	1,46875	3	0,489583	6,77	0,0007	(0)
INTERACCIONES						
AB	0,835937	9	0,0928819	1,29	0,2694	(0)
RESIDUOS	3,46875	48	0,0722656			
TOTAL (CORREGIDO)	6,5	63				

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B8.1. Pruebas de Múltiple Rangos para B por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	16	7,70313	0,067205 7	X
T7	16	7,875	0,067205 7	XX
T4	16	7,9375	0,067205 7	X
T2	16	7,98438	0,067205 7	X

**Tabla B8.2. Pruebas de Múltiple Rangos para B por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10	16	7,65625	0,067205 7	X
8	16	7,8125	0,067205 7	XX
0	16	8,0	0,067205 7	XX
6	16	8,03125	0,067205 7	X

**TAZA LIMPIA (TL)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial – TL]

**Tabla B9. Análisis de Varianza para TL – Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	
EFFECTOS PRINCIPALES						
A:TRATAMIENTO	0,503906	3	0,167969	1,69	0,2380	(1)
B:CONCENTRACION	69,7852	3	23,2617	183,23	0,0000	(0)
INTERACCIONES						
AB	0,894531	9	0,0993924	0,78	0,6330	(0)
RESIDUOS	6,09375	48	0,126953			
TOTAL (CORREGIDO)	77,2773	63				

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B9.1. Pruebas de Múltiple Rangos para TL por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	16	8,07813	0,089076 2	X
T2	16	8,21875	0,089076 2	X
T7	16	8,21875	0,089076 2	X
T4	16	8,32813	0,089076 2	X

**Tabla B9.2. Pruebas de Múltiple Rangos para TL por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10	16	7,375	0,089076 2	X
8	16	7,67188	0,089076 2	X
6	16	7,79688	0,089076 2	X
0	16	10,0	0,089076 2	X

**PUNTAJE TOTAL (PT)**

STATGRAPHICS Centurion – Parámetros sensoriales.sgp – [ANOVA Multifactorial – PT]

**Tabla B10. Análisis de Varianza para PT - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTO	11,5096	3	3,83654	0,81	0,4920
B:CONCENTRACION	819,875	3	273,292	58,04	0,0000
INTERACCIONES					
AB	21,0207	9	2,33563	0,50	0,8699
RESIDUOS	226,008	48	4,7085		
TOTAL (CORREGIDO)	1078,41	63			

Las Razones-F se basan en los siguientes cuadrados medios:

(0) Residuo

(1) AB

**Tabla B10.1. Pruebas de Múltiple Rangos para PT por TRATAMIENTO**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i> <i>LS</i>	<i>Sigma</i> <i>LS</i>	<i>Grupos</i> <i>Homogéneos</i>
T1	16	79,3475	0,54247 7	X
T7	16	80,2162	0,54247 7	X
T2	16	80,32	0,54247 7	X
T4	16	80,4069	0,54247 7	X

**Tabla B10.2. Pruebas de Múltiple Rangos para PT por CONCENTRACION**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>CONCENTRACION</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i> <i>LS</i>	<i>Sigma</i> <i>LS</i>	<i>Grupos</i> <i>Homogéneos</i>
10	16	76,7537	0,54247 7	X
8	16	77,8487	0,54247 7	X
6	16	79,6881	0,54247 7	X
0	16	86,0	0,54247 7	X