

## **Evaluación de la composición fisicoquímica y bioquímica de biol enriquecido con diferentes concentraciones de alperujo**

### **Evaluation of the physicochemical and biochemical composition of biol enriched with different concentrations of alperujo**

***David Casanova Pavel***

Estación Experimental Agraria Tacna. Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Av. Collpa S/N La Agronómica, distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, PERÚ  
<https://orcid.org/0000-0002-4824-3859>

***Luis León Mendoza***

Estación Experimental Agraria Tacna. Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Av. Collpa S/N La Agronómica, distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, PERÚ  
[leonmendoza9@gmail.com](mailto:leonmendoza9@gmail.com) // <https://orcid.org/0000-0001-9522-4784>

## Resumen

Las prácticas agroecológicas sustentables permiten reducir el impacto negativo medioambiental y socioeconómico en la agricultura. Dentro de estas prácticas, se encuentra el uso de compost y biol considerados como abonos, fertilizantes o enmiendas orgánicas con una efectividad, en muchos casos, superior a la que ejercen los estiércoles naturales. En este contexto, la industria agroalimentaria genera una gran variedad y cantidad de desechos y subproductos, que potencialmente pueden ser utilizados como fertilizantes y enmiendas del suelo debido a su alto contenido de materia orgánica y nutrientes vegetales. Por tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la composición fisicoquímica y bioquímica del biol con cinco concentraciones diferentes de alperujo (5, 10, 15, 2 y 25%). El análisis de varianza unidireccional de los resultados obtenidos en la concentración de materia orgánica, carbono orgánico, fosfatos, fenoles, nitratos y proteína no presentaron una diferencia estadística significativa, sin embargo, los autores recomiendan la concentración de alperujo al 25% debido a presentar una concentración de fenoles dentro de parámetros permisibles y elevada concentración de materia orgánica.

**Palabras clave:** Alperujo, biol, biofertilizante, "olivo", fenoles

## Abstract

Sustainable agroecological practices make it possible to reduce the negative environmental and socio-economic impact on agriculture. Among these practices, is the use of composts and biol found as fertilizers, fertilizers or organic amendments with an effectiveness, in many cases, higher than that exerted by natural manures. In this context, the agri-food industry generates a great variety and quantity of waste and by-products, which can potentially be used as fertilizers and soil amendments due to their high content of organic matter and plant nutrients. Therefore, the objective of the present investigation was to evaluate the physicochemical and biochemical composition of the biol with five different concentrations of alperujo (5, 10, 15, 2 and 25%). The unidirectional analysis of variance of the results obtained in the concentration of organic matter, organic carbon, phosphates, phenols, nitrates and protein did not show a significant statistical difference, however, the authors recommend the concentration of alperujo 25% due to presenting the lower concentration of phenols and high concentration of organic matter.

**Keywords:** Alperujo, biol, biofertilizer, "olive" tree, phenols

**Citación:** Casanova, D. & L. León. 2021. Evaluación de la composición fisicoquímica y bioquímica de biol enriquecido con diferentes concentraciones de alperujo.

Arnaldoa 28(2):409-416 doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.282.28210>

## Introducción

Las prácticas agroecológicas sustentables permiten reducir el impacto negativo medioambiental y socioeconómico en la agricultura. Basada en el empleo de los recursos locales o residuos generados por la agroindustria para su transformación y posterior aplicación en los sistemas agrícolas, así mismo, los beneficios de este tipo de prácticas es la incorporación de los procesos naturales en la producción agrícola, reducción de insumos externos

e insumos no renovables, acceso más equitativo a los recursos productivos, incrementar las relaciones ente productores y población rural, permitir la conservación eficiente del agua, suelo, energía y recursos biológicos (Solano *et al.*,2017).

Dentro de estas prácticas, se encuentra el uso de composts y biol considerados como abonos, fertilizantes o enmiendas orgánicas con una efectividad, en muchos casos, superior a la que ejercen los estiércoles naturales. Globalmente, el uso

de estos materiales mejora las propiedades físicas del suelo (porosidad, estabilidad de agregados, balance hídrico), aumentando su contenido en materia orgánica, así como los niveles de nutrientes totales y disponibles para el cultivo. Como consecuencia, los rendimientos de cosecha aumentan, observándose incrementos apreciables de los niveles de macro y micronutrientes en las plantas cultivada (Melgar *et al.*, 2003).

Sin embargo, antes de que un abono se pueda utilizar de forma segura en agricultura o producción hortícola, su estabilidad y madurez deben ser evaluado. La estabilidad generalmente se define en términos de biodisponibilidad de la materia orgánica, refiriéndose exclusivamente a la resistencia de la materia orgánica del compost a una mayor degradación. Materiales con alta proporción de materia orgánica biodisponible genera un alto nivel de actividad microbiana y se consideran inestables. La madurez se define, vagamente, como la idoneidad del material para el crecimiento de las plantas y, a menudo, se ha asociado con el grado de humificación del compost (Alburquerque *et al.*, 2006).

En este contexto, la industria agroalimentaria genera una gran variedad y cantidad de desechos y subproductos, que potencialmente pueden ser utilizados como fertilizantes y enmiendas del suelo debido a su alto contenido de materia orgánica y nutrientes vegetales. La industria del aceite de oliva comestible, produce grandes cantidades de residuos y subproductos con alto contenido de carga orgánica no estabilizada, que incluye orgánicos ácidos, compuestos fenólicos y grasas con antimicrobianos y fitotóxicas, pueden afectar las propiedades físicas, químicas y propiedades biológicas de un suelo si se aplica directamente (Alburquerque *et al.*, 2006). Por tanto, es necesario el compostaje del material lignocelulósico,

como el alperujo, el principal subproducto y cuya eliminación constituye una importante preocupación para los productores, siendo el compostaje un método apropiado para su reciclaje. Los compost resultantes son de buena calidad, no fitotóxicos, rico en potasio y materia orgánica parcialmente humificado (Alburquerque *et al.*, 2011).

El objetivo de este trabajo de investigación fue la evaluación de las propiedades fisicoquímica y bioquímicas del biol generado a partir del alperujo, subproducto de la industria de olivícola en la región Tacna (Perú), para permitir estimar su potencial como abono orgánico y su posible aplicación en los sistemas agrícolas de la región.

## Materiales y métodos

### Análisis fisicoquímico de carbono orgánico

El carbono orgánico se determinó de acuerdo a lo mencionado por Huamán-Carrión *et al.* (2021), mediante el método de oxidación, se pesó 0,5 g de muestra y se procedió a mezclar con 10 mL de dicromato de potasio, 20 mL de ácido sulfúrico y se dejó reposar durante 30 minutos, luego se añadió 200 mL de agua destilada, 5 mL de ácido fosfórico, después se adicionó de 5 a 10 gotas del indicador de difenilamina, para finalizar se realizó la titulación con una disolución de sulfato ferroso hasta obtener un color verde claro.

### Análisis fisicoquímico de materia orgánica

La materia orgánica se determinó por el método de ignición descrito por La Manna, Buduba *et al.* (2007), se utilizó 5 g de muestra, se tamizó a 2 mm, se sometió a una temperatura de 105°C por 24 h para calcular la humedad higroscópica. Luego de pesadas, las muestras fueron sometidas

a una temperatura de 430°C durante 24 h, para calcular la oxidación de la materia orgánica por diferencia gravimétrica.

#### **Análisis fisicoquímico de fosfatos**

La concentración de fosfatos se determinó de acuerdo a los mencionado por Rodríguez *et al.* (2016), se aplicó el método de espectrofotometría con azul de molibdeno. Se preparó la solución vanado-molibdato, 0,5 g de metavanadato amónico en 300 mL de agua destilada y 100 mL de ácido nítrico concentrado, se empleó una solución patrón de Ortofosfato (0,1 g/L). Para la muestra se tomó una alícuota de 5 mL, se adicionó 10 mL de la solución vanado-molibdato y se enrazó a 25 mL. Posteriormente, se realizó la medición en espectrofotómetro a una absorbancia de 420 nm.

#### **Análisis fisicoquímico de fenoles**

Los fenoles totales se determinaron de acuerdo a lo mencionado por Aguiñaga *et al.* (2020), se utilizó el método de Folin-Ciocalteu con modificaciones, en el cual se empleó una mezcla de ácidos wolfrámico y fosfomolibdico en medio básico, que se reduce al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio y molibdeno. La absorbancia se midió a 750 nm en espectrofotómetro. Se realizó una curva de calibración usando ácido gálico como patrón.

#### **Análisis fisicoquímico de nitratos**

La concentración de nitratos se determinó de acuerdo a los mencionado por Rodríguez *et al.* (2016), se aplicó el método de salicilato de sodio por espectrofotometría de absorción molecular. Se preparó las soluciones de trabajo de 0.03, 0.10, 2 y 5 mg N- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L. Si filtró la muestra con una membrana de acetato de celulosa de 0,45 micrómetros. Posteriormente, se adicionó

0.5 mL de solución de ácido clorhídrico (1 N) a la muestra y patrones. Las lecturas se realizaron en espectrofotómetro a una absorbancia de 220 y 275 nm.

#### **Análisis fisicoquímico de proteína**

Para la determinación del porcentaje de proteína, se empleó el método modificado de Kjeldahl que consistió en la digestión, destilación y titulación. Para la digestión, se adicionó 0,3 g de las muestras en balones con 1,5 g de sulfato de cobre-sulfato de potasio (relación 5:1) y 3,5 mL de ácido sulfúrico, se sometió a digestión hasta que la mezcla viró a un color verde grosella. Para la destilación, la mezcla fue enfriada y destilada con hidróxido de potasio, finalizada la destilación se adicionó ácido bórico como indicador. Finalmente, para la titulación se utilizó ácido clorhídrico hasta que la mezcla viró a un color rojo (Guerra *et al.*, 2015; León *et al.*, 2020).

#### **Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico, se realizará un estudio comparativo mediante el análisis de varianza unidireccional de los resultados fisicoquímico y bioquímico obtenidos, teniendo en cuenta un nivel de significancia de  $p \leq 0.05$  mediante Minitab 19 Statistical Software. Para establecer si existe una diferencia estadística significativa de los resultados a diferentes concentraciones de alperujo (Alburquerque *et al.*, 2011).

### **Resultados y discusión**

Cuando se hace alusión a la presencia de carbono en el suelo es para referirse al contenido de materia orgánica que es el propio carbono orgánico, sin que del mismo haga parte el carbono de la hojarasca o mantillo que se localizan sobre el suelo. La presencia del carbono en el suelo se puede considerar respecto al carbono orgánico del suelo (COS) o de la materia orgánica del

suelo (MOS), advirtiendo que el carbono tiene funciones nutricionales particulares y que el catabolismo de los microorganismos se realiza en los compuestos orgánicos, toda vez que la MOS es el consolidado de la materia orgánica muerta y la biomasa (Orjuela, 2018). El porcentaje de carbono orgánico obtenido en los diferentes tratamientos fue similar siendo la menor concentración de 0,88% en el tratamiento de 5% y la mayor concentración de 1,3% en el tratamiento de 25% (Tabla 1).

Los resultados obtenidos en el análisis materia orgánica fueron muy similares en los cinco tratamientos, siendo el tratamiento de 5% el de menor concentración con 1,51% y de mayor concentración el de 25% con 2,26% (Tabla 1). La materia orgánica es un componente fundamental en los edafológicos y tiene un efecto positivo en la productividad de los sistemas agrícolas, genera un efecto cementante sobre las partículas propicias la formación de agregados y mejora la estructura del suelo, incrementa los flujos de agua, aire y calor; y su proceso de descomposición aporta elementos nutritivos a la planta (Medina *et al.*, 2017).

El fosfato es un macronutriente esencial en el crecimiento de las plantas, por lo que sus niveles en el suelo son cruciales para que los cultivos alcancen altos rendimientos, un anión con afinidad por cationes como el calcio, el potasio y el aluminio, con los que forma compuestos insolubles y es gracias a factores como la actividad microbiana, el pH y los exudados de la raíz, que el fosfato puede quedar en disolución (Peña *et al.*, 2019). Los resultados obtenidos en la concentración de fosfatos fueron similares en los cinco tratamientos, se tuvo un valor igual en los tratamientos de 10% y 15% con una concentración de 79 mg/kg, siendo estos

los de mayor concentración. El tratamiento de 25% fue el de menor concentración, con un valor de 50 mg/kg (Tabla 1).

El alperujo son ricos en compuestos fenólicos, entre los que se encuentran taninos que presentan la capacidad de precipitar proteínas, lo que puede inactivar enzimas como la ureasa y afectar al desarrollo biológico, por tanto, es necesario establecer una adecuada de dosis de aportación al suelo para aprovechar los beneficios del residuo de alperujo. Asimismo, los polifenoles pueden presentar un efecto negativo en la actividad deshidrogenasa afectando los índices de germinación. Sin embargo, los fenoles son compuestos biodegradables, que pueden disminuir por la actividad respiratoria y microbiana, por tanto, una dosis recomendada es menor a 100 mg/ha (Roig *et al.*, 2005; Sierra *et al.*, 2007; López *et al.*, 2011; Sánchez, 2015). Los resultados obtenidos referente a la concentración de fenoles fueron de 1,64 mg/kg en el tratamiento más bajo de 5% y la concentración más elevada fue de 8,88 mg/kg en el tratamiento de 25% (Tabla 1).

El nitrógeno aportado por los fertilizantes orgánicos, amoniacales o por el agregado de materia orgánica, proteínas al suelo es transformado, por la acción microbiana, en nitratos. Bajo esta forma, su movilidad a través del perfil del suelo es muy grande, por lo que puede ser fácilmente lixiviado y alcanzar el agua subterránea. El comportamiento de los nitratos en el suelo está relacionado, directamente, con el manejo del recurso hídrico; esto compromete la calidad del suelo al disminuir su fertilidad por el lavado de nutrientes, especialmente del nitrógeno. La concentración de nitratos, fue disminuyendo conforme se incrementaba la concentración de alperujo, sin embargo, la proteína presento resultados menos

uniformes (Tabla 1).

Para el análisis estadístico de los resultados fisicoquímicos y bioquímicos, se aplicó un análisis de varianza unidireccional, no encontró una diferencia estadística significativa entre la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bioquímicos evaluados (Tabla 2). Sin embargo, el modelo está saturado y no hay suficientes grados de libertad para el error.

De acuerdo con Albuquerque *et al.* (2011), el biol de alperujo actúa como fuente de nutrientes disponibles y aumenta el carbono y nitrógeno orgánicos solubles en agua y fosfatos disponible, lo que indica una mejora en la fertilidad del suelo, adicionalmente restauran las propiedades químicas y microbiológicas del suelo, constituyendo una alternativa realista para su uso en la actividad agrícola actual.

### Conclusiones

El uso de biol es una de las prácticas agroecológicas más efectivas, siendo considerados como abonos, fertilizantes o enmiendas orgánicas con una efectividad, en muchos casos, superior a la que ejercen los estiércoles naturales. El alperujo es un excelente sustrato para la producción, por ser un subproducto abundante en la industria olivícola, sin embargo, se debe tener en consideración la concentración de fenoles, debido a que estos compuestos pueden ejercer una actividad fitotóxica en los cultivos. La presente investigación evaluó los parámetros de materia orgánica, carbono orgánico, fosfatos, fenoles, nitrato y proteína, sin encontrar una diferencia estadística significativa. Sin embargo, los autores recomiendan que la concentración de alperujo al 25% presenta un gran potencial como fertilizante orgánico debido a su concentración elevada de materia

orgánica entre otros compuestos y la concentración de fenoles se encuentran dentro de los parámetros permisibles.

### Agradecimientos

.....

### Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés alguno

### Declaración de disponibilidad de datos

Toda la data relevante a la investigación se muestra dentro del mismo manuscrito

### Contribución de los autores

D.C.P.: Definió la idea inicial y realizó las expediciones en campo. L.L.M.: Redactó el manuscrito inicial. L.L.M. y D.C.P. realizaron las correcciones finales.

### Información de financiamiento

Este estudio fue financiado por autores.

### Literatura citada

- Aguñaga-Bravo, A.; K. Medina-Dzul; R. Garruña Hernández; L. Latournerie Moreno & E. Ruíz Sánchez.** 2020. Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). Acta universitaria, 30.
- Albuquerque, J. A.; C. De La Fuente & M. P. Bernal.** 2011. Improvement of soil quality after "alperujo" compost application to two contaminated soils characterised by differing heavy metal solubility. Journal of Environmental Management, 92(3): 733-741.
- Albuquerque, J. A.; J. González; D. García & J. Cegarra.** 2006. Measuring detoxification and maturity in compost made from "alperujo", the solid by-product of extracting olive oil by the two-phase centrifugation system. Chemosphere, 64(3): 470-477.
- Huamán, M. L.; F. Espinoza; A. I. Barrial Lujan & Y. Ponce.** 2021. Influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de

- carbono orgánico de pastos naturales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*, 12(1): 83-90.
- Guerra, A. M. S.; D. C. V. Osorio; D. C. C. Martínez & G. A. H. Llanos.** 2015. Comparación de dos técnicas de deshidratación de “guayaba-pera” (*Psidium guajava* L.) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria. *Revista Lasallista de Investigación*, 12: 10-20.
- La Manna, L.; C. Buduba; V. Alonso; M. Davel; C. Puentes & J. Irisarri.** 2007. Comparación de métodos analíticos para la determinación de materia orgánica en suelos de la región andino-patagónica: efectos de la vegetación y el tipo de suelo. *Ciencia del suelo*, 25(2).
- León, L.; V. Herrera & J. González.** 2020. Selección de variedades trigo nativo con potencial para el malteado. *Arnaldoa*, 27(3): 769-780.
- López-Piñero, A.; A. Albarrán; J. M. Rato; D. Peña & D. Cabrera.** 2011. Long-term impacts of de-oiled two-phase olive mill waste on soil chemical properties, enzyme activities and productivity in a olive grove. *Soil and Tillage Research*, 114:175-182.
- Medina, J.; V. Volke; A. Galvis; J. I. Cortés & M. Santiago.** 2017. Incremento de la materia orgánica del suelo sobre el rendimiento del mango en luvsoles, Campeche, México. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2): 499-508.
- Melgar, R.; H. M. Y. Alvarez & R. Nogales.** 2003. Oli-21 Potencialidad del compost y vermicompost de alperujo para reducir la infección de semillas de “guisante” por *Pythium ultimum*, Dpto. Agroecología. Estación Experimental del Zaidin. Granada, España. Pp. 1-5.
- Orjuela, H. B.** 2018. El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1): 82-96.
- Peña, E. M. B.; J. A. A. Rodríguez & J. L. Bucio.** 2019. Interrelaciones entre la disponibilidad de fosfato y el ambiente biótico del suelo en el crecimiento y desarrollo de las plantas. *Ciencia Nicolaita*, (78): 59-74.
- Rodríguez, S. C.; C. L. De Asmundis & G. C. Martínez.** 2016. Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas. *Agrotecnia*, (24): 30-34.
- Roig, A.; M. L. Cayuela & M. A. Sánchez.** 2005. An overview on olive mill wastes and their valorisation methods. *Waste Management*, 26:960-969.
- Sánchez, N.** 2015. Valorización del alperujo a través del suelo. Evaluación como fertilizante.
- Sierra, J.; E. Martí; M. A. Garau & R. Cruañas.** 2007. Effects of the agronomic use of olive oil mill wastewater: field experiment. *Science of the Total Environment* 378:90–94.
- Solano, M. P.; V. M. Barbotó & D. Dueñas.** 2017. Evaluación de dos índices de diversidad para definir sustentabilidad biológica en una finca agrícola, del cantón Urdaneta. *Revista FADMI: Administración y Tecnología*, 1(1): 25-35.

**Tabla 1.** Resultados de análisis fisicoquímicos y bioquímicos de las diferentes concentraciones de biol de alperujo.

Biol	Análisis					
	Carbono orgánico (%)	Materia orgánica (%)	Fosfatos (mg/kg)	Fenoles (mg/kg)	Nitrato (mg/kg)	Proteína (F=6.25)
5%	0.88	1.51	58.5	1.64	10.72	0.63
10%	1.2	2.08	79.00	3.28	9.03	0.92
15%	1.26	2.17	79.00	4.92	7.90	1.60
20%	1.29	2.22	62.50	6.56	7.90	0.69
25%	1.31	2.26	50.75	8.88	6.77	0.74

**Tabla 2.** Análisis de variancia unidireccional de los resultados de análisis fisicoquímicos y bioquímicos de las diferentes concentraciones de biol de alperujo.

Variables	Fuente	GL	SC	MC	F	P
Análisis de varianza de Carbono orgánico (%)	Biol	4	0.1255	0.03137	*	*
	Error	0	*	*		
	Total	4	0.1255			
Análisis de varianza de Materia orgánica (%)	Biol	4	0.3799	0.09497	*	*
	Error	0	*	*		
	Total	4	0.3799			
Análisis de varianza de Fosfatos (mg/kg)	Biol	4	639.1	159.8	*	*
	Error	0	*	*		
	Total	4	639.1			
Análisis de varianza de Fenoles (mg/kg)	Biol	4	31.73	7.932	*	*
	Error	0	*	*		
	Total	4	31.73			
Análisis de varianza de Nitrato (mg/kg)	Biol	4	8.916	2.229	*	*
	Error	0	*	*		
	Total	4	8.916			
Análisis de varianza de Proteína	Biol	4	0.6317	0.1579	*	*
	Error	0	*	*		
	Total	4	0.6317			