

Caracterización agromorfológica de plantas madre del banco de germoplasma de “olivo “*Olea europaea* (Oleaceae) en la región Tacna

Agromorphological characterization of mother plants of the “olive” *Olea europaea* (Oleaceae) germplasm bank in the Tacna region

Luis León Mendoza

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

David Casanova Pavel

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

Justino Palma Quispe

Estación Experimental Agraria Tacna. Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Av. Collpa S/N La Agronomica, distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, PERÚ
<https://https://orcid.org/0000-0002-5448-5934>

José González Cabeza

Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ
CP 13006.
<https://orcid.org/0000-0003-3022-9423>

Recibido: 15-VII-2021; aceptado: 28-X-2021; publicado online: 31-XII-2021; publicado impreso: 31-XII-2021

Resumen

En Perú, el olivo es cultivado para la producción de aceite y/o aceituna, con un crecimiento y desarrollo sostenible, sustentado por mejoras agronómicas, incorporación de capital y mejoramiento productivo. La producción olivícola se concentra principalmente en el Sur del país, siendo la región Tacna la zona de mayor crecimiento, especialmente en las áreas de La Yarada, Los Palos, Magollo y Sama. Por tanto, la industria olivícola requiere cultivares de mayor producción, que implica que solo variedades comerciales sean cultivadas, mientras que las menos comerciales se encuentren restringidas, de ahí la importancia de la conservación, debido a que varios rasgos adaptativos podrían usarse en mejoramiento genético. En este contexto, se implementó el banco de germoplasma de olivo en la Estación Experimental Agraria Tacna, el objetivo de esta investigación fue realizar la caracterización agromorfológica de las plantas madre del banco de germoplasma de olivo. Los resultados obtenidos en la evaluación de fruto, endocarpio, hoja y árbol en 34 plantas madre, se ajustan a las características representativas de las variedades en cuestión. El resultado estadístico mostró que el endocarpio es la característica con mayor poder discriminante y heredable. Se asumió la posibilidad de dos sinonimias, una entre la variedad Cornezuelo y Cornicabra, la segunda entre Arauco y Sevillana Tacneña, sin embargo, los autores recomiendan realizar caracterización molecular para descartar esta posibilidad. Por último, es necesario realizar evaluaciones en las accesiones correspondientes del banco de germoplasma.

Palabras clave: Olivo, caracterización agromorfológica, endocarpio, Estación Experimental Agraria Tacna.

Abstract

In Peru, the olive tree is cultivated for the production of oil and / or olives, with sustainable growth and development, supported by agronomic improvements, incorporation of capital and productive improvement. Olive production is mainly concentrated in the south of the country, with the Tacna region being the fastest growing area, especially in the areas of La Yarada, Los Palos, Magollo and Sama. Therefore, the olive industry requires higher production cultivars, which implies that only commercial varieties are cultivated, while the less commercial ones are restricted, hence the importance of conservation, because several adaptive traits could be used in genetic improvement. In this context, the olive germplasm bank was implemented in the Tacna Agrarian Experimental Station, the objective of this research was to carry out the agromorphological characterization of the mother plants of the olive germplasm bank. The results obtained in the evaluation of fruit, endocarp, leaf and tree in 34 mother plants, are adjusted to the representative characteristics of the varieties in question. The statistical result showed that the endocarp is the characteristic with the highest discriminant and heritable power. The possibility of two synonyms was assumed, one between the Cornezuelo and Cornicabra varieties, the second between Arauco and Sevillana Tacneña, however, the authors recommend carrying out molecular characterization to rule out this possibility. Finally, it is necessary to carry out evaluations in the corresponding accessions of the germplasm bank.

Keywords: Olive tree, agromorphological characterization, endocarp, Tacna Agrarian Experimental Station

Citación: León, L.; D. Casanova; J. Palma & J. González. 2021. Caracterización agromorfológica de plantas madre del banco de germoplasma de “olivo” *Olea europaea* (Oleaceae) en la región Tacna. *Arnaldoa* 28(3): 593-612 doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.283.28307>

Introducción

El “olivo”, *Olea europea* L., pertenece a la familia botánica Oleaceae, que comprende especies y plantas distribuidas por las regiones tropicales y templadas del mundo. Las plantas de esta familia son mayormente árboles y arbustos, a veces trepadoras. Existen unas 35 especies en el género *Olea*. Incluida la especie *Olea europaea* L. están todos los olivos cultivados y silvestres. Hay controversia sobre cómo subclasificar a la especie, pero generalmente se considera que los olivos cultivados pertenecen a la subespecie sativa y los silvestres a la subespecie *sylvestris* (Barranco-Navero *et al.*, 2017).

De acuerdo con Al-Ruqaie *et al.* (2016), la especie *O. europaea* L. se origina posiblemente como un antiguo híbrido natural entre dos especies: *Olea ferruginea* y *Olea laperinii*. Tanto la especie *O. europaea* silvestre y domesticada se entrecruzan y da como resultado muchos cultivares locales diferentes. Son muy variables en tamaño, forma y forma de frutos, sus componentes químicos y requisitos de microclima. El origen y la distribución geográfica de tan alta variabilidad en la aceituna cultivada todavía está bajo investigación.

En Perú, el cultivo de olivo se inicia en la costa central alrededor del año 1560 con la introducción de plantones procedentes de Sevilla, España, difundiendo luego hacia el norte y sur del país, encontrando su nicho ecológico óptimo en la región sur (García & Tello, 2006). Desde el año 2000 en adelante, la actividad olivícola del Perú muestra un crecimiento y desarrollo sostenible, sustentado por mejoras agronómicas, incorporación de capital y mejoramiento productivo, lo que se tradujo en un importante posicionamiento competitivo; la producción olivícola se concentra

principalmente en Sur del país, siendo la región Tacna la zona de mayor crecimiento, las áreas de La Yarada, Los Palos, Magollo y Sama (Sepulveda-Chavera *eta al.*, 2013; García & Tello, 2006).

El “olivo” es cultivado para la producción de aceite y/o aceituna de mesa, con una gran diversidad genética (Dridi *et al.*, 2018). Por tanto, la industria olivícola requiere cultivares de mayor producción, lo que implica que solo unas variedades comerciales sean cultivadas, mientras que las variedades menos comerciales se encuentren restringidas, de ahí la importancia de la conservación, debido a que varios rasgos adaptativos podrían apoyar a los cultivos de olivo, especialmente en relación con efectos de cambio climático (D’Imperio *et al.*, 2011).

La implementación de bancos de germoplasma son herramientas útiles para el manejo de la diversidad genética, por tanto, todas las accesiones deben ser caracterizadas para eliminar casos de etiquetado incorrecto y redundancia (sinonimia), identificar la presencia de diferentes clones dentro del mismo cultivar, salvaguardando todos los cultivares evitando la diversidad genética (Alba *et al.*, 2009; Muzzalupo *et al.*, 2010).

En este contexto, la Estación Experimental Agraria Tacna – Predio Los Palos implementó el 22 de noviembre de 2019 el banco de germoplasma de olivo, conformado por 30 accesiones, por tanto, el objetivo de este estudio fue realizar la geolocalización y caracterización agromorfológica de plantas madres del banco de germoplasma y manejo agronómico del mismo.

Materiales y métodos

Georreferenciación de plantas madre

Para la georreferenciación se consideró lo mencionado por CanquiLlusco (2012), se usó un GPS Marca Garmin, modelo Montana ® 680, empleando el posicionamiento WGS84 coordenadas UTM, calibrándolo antes de cada punto de georreferenciación.

Caracterización agromorfológica

Para la caracterización agromorfológica del fruto se realizó de acuerdo a lo mencionado por García *et al.* (2021), se consideró los parámetros de peso (bajo, medio, elevado y muy elevado), forma (esférica, ovoide y alargada), grado de simetría (simétrico, ligeramente asimétrico y asimétrico), diámetro transversal máximo (hacia la base, centrado, hacia el ápice), ápice (apuntado, redondeado), base (truncada y redondeada), pezón (ausente, esbozado y evidente) y color de maduración (negro, rojo vinoso y violeta). Posteriormente, se evaluó el endocarpio, los parámetros fueron peso (bajo, medio, elevado y muy elevado), forma (esférica, ovoide y alargada), grado de simetría (simétrico, ligeramente asimétrico y asimétrico), diámetro transversal máximo (hacia la base, centrado, hacia el ápice), ápice (apuntado, redondeado), base (truncada y redondeada), superficie (lisa, rugosa y escabrosa), número de surcos fibrovasculares (bajo, medio y alto), distribución de surcos fibrovasculares (uniforme, agrupados) y terminación del ápice (con mucrón y sin mucrón).

La caracterización de la hoja se realizó de acuerdo a lo mencionado por García *et al.* (2021), se evaluó la forma (elíptica, elíptica-lanceolada y lanceolada), longitud (corta, media y larga), anchura (estrecha, media y ancha) y curvatura longitudinal del limbo (hiponástica, plana, epinástica y helicoidal).

Para la caracterización del árbol, se evaluó vigor (bajo, medio y elevado), porte (abierto y erguido) y densidad de la copa (clara, media y espesa) (Romero *et al.*, 2012).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico las plantas se agruparon de acuerdo a la finalidad productiva (mesa, aceite y doble propósito). Para los valores cuantitativos se realizó un análisis de componentes principales y un análisis de igualdad de varianzas. Se consideró un nivel de significancia de $p \leq 0.05$ mediante Minitab 19 Statistical Software (D'Imperio *et al.*, 2011).

Para los valores cualitativos se consideraron la diversidad y poder discriminante de las características agromorfológicas a partir del índice de Shannon's (Hj) y la probabilidad de confusión (Cj), que es la posibilidad de estimación que dos variedades de las evaluadas para una característica muestren los mismos estados, para posteriormente determinar la capacidad discriminante (Bernal Martínez, 2017).

Resultados y discusión

Georreferenciación de plantas madre

El banco de germoplasma de olivo en la Estación Experimental Agraria Tacna - Predio Los Palos, fue instalado el 22 de noviembre de 2019, está conformado por 30 accesiones con 12 clones por accesión (Tabla 1), sin embargo, solo se realizó la georreferenciación de 34 plantas madre, las accesiones de Lecchino, Maurillo, Azeradt y Conserbolia no cuentan con plantas madre disponibles, las accesiones Hojiblanca y Kalamata se obtuvieron a partir de plantines de un vivero de la región de Arequipa, no se pudo identificar las plantas madre. La accesión Ascolana Ternera cuenta con 3 plantas madre, Uovo di Piccione con 2, Sevillana Criolla Tacneña con 3, Barnea con 2, Picudo

con 2, Marrocaide Pichaloni con 3 y Cabaret con 2, el resto de accesiones cuenta con solo una planta madre (Tabla 2).

Caracterización agromorfológica

La caracterización agromorfológica del fruto se realizó en 15 plantas madres, esto debido a la disponibilidad del fruto (Tabla 3). La del endocarpio se realizó en 30 plantas madres (Tabla 4, Tabla 5), por último, la de hoja y árbol se realizó en 34 plantas madre (Tabla 6).

La caracterización agromorfológica de las variedades Sevillana Criolla Tacneña, Limoncillo, Cornezuelo, Vovo de Peccione y Manzanilla, son similares a los resultados de las obtenidos por García y Tello (2006), que realizaron la caracterización de 14 variedades diferentes de olivo en la región Tacna. Respecto a las variedades Arbequina, Ascolana Ternera, Barnea, Coratine, Cornicabra, Empeltre, Farga, Frantoio, Genovesa, Hojiblanca y Pendolino coinciden con García *et al.*, (2021), que evaluaron 8 variedades de importancia económica en la región Tacna y Moquegua.

Análisis estadístico

En la evaluación estadística de los resultados del caroso, se determinó que existe una diferencia estadística significativa de los valores cuantitativos entre las variedades agrupadas con finalidad productiva de mesa, aceite y doble propósito (Tabla 7). La variedad Gordal Sevillana presentó la mayor diferencia entre las variedades con finalidad de mesa. La variedad Cornezuelo, presentó la mayor diferencia entre las variedades de producción de aceite. Las variedades Picudo y Empeltre presentaron la mayor diferencia entre las variedades con finalidad de doble propósito. Respecto al fruto, se determinó que existe una diferencia estadística significativa de

los valores cuantitativos entre las variedades agrupadas con finalidad productiva de mesa, aceite y doble propósito (Tabla 7). La variedad Gordal Sevillana presentó la mayor diferencia entre las variedades con finalidad de mesa. La variedad Morailo, presentó la mayor diferencia entre las variedades de producción de aceite. Las variedades Picudo y Empeltre presentaron la mayor diferencia entre las variedades con finalidad de doble propósito. Al finalizar la evaluación agromorfológica de la hoja, se determinó que existe una diferencia estadística significativa de los valores cuantitativos entre las variedades agrupadas con finalidad productiva de mesa, aceite y doble propósito (Tabla 7). La variedad Ascolana Ternera 3 presentó la mayor diferencia entre las variedades con finalidad de mesa. La variedad Villalonga presentó la mayor diferencia entre las variedades de aceite. La variedad Empeltre presentó la mayor diferencia entre las variedades de doble propósito. De acuerdo con el análisis de componentes principales existe una diferencia significativa entre los valores cuantitativos del fruto, caroso y hoja. Además, existe una correlación positiva entre peso, longitud, diámetro del fruto; peso, longitud, diámetro del caroso. Una correlación negativa en el ancho de la hoja y número de surcos. Adicionalmente, ninguno de los resultados obtenidos presentó valores atípicos que pudieran afectar significativamente el análisis estadístico (Figura 1). Los valores de longitud del fruto, longitud del caroso, peso del fruto, diámetro del fruto, número de surcos, L/D de la hoja y diámetro del caroso, son los que presentaron mayor influencia discriminante (Figura 2).

Respecto a los resultados cualitativos obtenidos, en el caroso los parámetros de peso, forma, grado de simetría son las que presentaron mayor variabilidad y poder

discriminante. En el fruto los parámetros de peso, forma y grado de simetría son las que presentaron mayor variabilidad y poder discriminante. En la hoja los parámetros de ancho y curvatura del limbo presentaron mayor variabilidad y poder discriminante. Por último, en el árbol, el parámetro de vigor presentó mayor variabilidad y poder discriminante (Tabla 8). Respecto a variabilidad y poder discriminante entre el caroso, fruto, hoja y árbol, la sección del caroso es que presenta la mayor variabilidad y poder discriminante.

Mediante el análisis de igual de varianza, componentes principales, Índice de Shannon y poder discriminante, se asume que puede existir una posible sinonimia en el banco de germoplasma de olivo. Una de las sinonimias, debido a la similitud de resultados cuantitativos y cualitativo entre las variedades de Cornezuelo y Cornicabra. Otra de las sinonimias entre Arauco y Sevillana Criolla Tacneña, debido que son denominaciones de origen de la variedad Sevillana.

De acuerdo con D’Imperio *et al* (2011), existe evidencia de un importante control genético sobre características agromorfológicas en los parámetros agromorfológicos del fruto y endocarpio presentando una mejor diferenciación entre genotipos, a excepción de los caracteres de las hojas, esto debido a la influencia de la microvariación de las condiciones climáticas y factores agronómicos.

Asimismo, los resultados cualitativos obtenidos son similares a los de Bernal Martínez (2017), que destaca que los caracteres del caroso son muy heredables y conservados, por tanto, poco afectados por condiciones ambientales y manejo agronómico. Destacando parámetros como peso y forma como los de mayor poder

discriminante. El resultado de componentes principales fue similar a los obtenidos por Dridi *et al.*, (2018), que hacen mención que el mayor porcentaje de varianza esta correlacionado con el fruto y caroso, en los parámetros de peso, largo y ancho.

Respecto a la sinonimia entre las variedades Cornezuelo y Cornicabra, en la investigación realizada Nieva-Echevarría *et al.* (2020) evaluaron la estabilidad oxidativa de aceite de oliva extra virgen, haciendo mención de esta sinonimia, así mismo, el estudio García *et al.* (2021), hacen también mención de la sinonimia entra estas dos variedades, respectos sus características agromorfológicas. En caso de la variedad Arauco, de acuerdo con Del Campo *et al.* (2011), es una de las variedades más cultivadas y tradicionales en los valles Cordilleranos, caracterizada por la elevada resistencia al desprendimiento de los frutos, así como, tamaño, relación pulpa/carosa y consistencia de la pulpa. Las características de esta variedad coinciden con Azapa y Sevillana Criolla Tacneña, por tanto, la variedad Arauco sería una denominación de origen, sin embargo, es necesario realizar estudios moleculares para establecer una diferencia clara.

Conclusiones

Se identificaron 34 plantas madres correspondiente a 24 accesiones del banco de germoplasma, para las accesiones de las variedades de Kalamata, Azeradt, Hojiblanca, Mauriño, Conservolia y Lecchino, no fue posible su identificación y georreferenciación. El análisis de igualdad de varianza realizado demostró que existe una diferencia estadística significativa entre las variedades. El análisis de componentes principales demostró que existe una correlación significativa en parámetros cuantitativos del caroso. Respecto a los resultados

cuantitativos, la forma, diámetro y grado de simetría en el fruto y caroso, fueron los de mayor variabilidad y poder discriminante, en caso de la hoja fue el ancho y en el árbol el vigor. Entre el caroso, fruto, hoja y árbol, el caroso presenta mayor variabilidad y poder discriminante. Los autores consideraron la posible sinonimia entre la variedad Cornezuelo y Cornicabra, debido a su similitud agromorfológica. En el caso del Arauco y Sevillana Tacneña, siendo denominación de origen. Sin embargo, es necesario realizar evaluaciones moleculares para descartar esta posibilidad. Los autores también recomiendan realizar estudios de caracterización en las accesiones del banco de germoplasma de olivo, cuando se tenga a disposición material biológico como el fruto y endocarpio, al ser los de mayor capacidad discriminante y caracteres heredables.

Agradecimientos

Se agradece el financiamiento del Instituto Nacional de Innovación Agraria mediante la Estación Experimental Agraria Tacna y el Proyecto de Inversión “Mejoramiento de los Servicios de Investigación en la Caracterización de los Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad en 17 Departamentos del Perú –ProAgrobio con CUI 2480490.

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

J.P.Q. colaboró en la geolocalización de las plantas madres e implementación

del banco de germoplasma de olivo. L.L.M realizó la geolocalización, caracterización de las plantas madre y redacción del manuscrito inicial. D.C.P realizó la supervisión del proceso de caracterización y J.G.C. colaboró con la evaluación estadística y corrección del manuscrito final.

Información de financiamiento

Este estudio fue financiado por el Proyecto de Inversión “Mejoramiento de los Servicios de Investigación en la Caracterización de los Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad en 17 Departamentos del Perú –ProAgrobio con CUI 2480490.

Literatura citada

- Alba, V.; W. Sabetta; A. Blanco; A. Pasqualone & C. Montemurro.** 2009. Microsatellite markers to identify specific alleles in DNA extracted from monovarietal virgin olive oils. *European Food Research and Technology*, 229(3), 375-382.
- Al-Ruqaie, I.; N. S. Al-Khalifah & A. E. Shanavaskhan.** 2016. Morphological cladistic analysis of eight popular Olive (*Olea europaea* L.) cultivars grown in Saudi Arabia using Numerical Taxonomic System for personal computer to detect phyletic relationship and their proximate fruit composition. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(1), 115-121. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.05.008>.
- Barranco-Navero, D.; R. Fernandez-Escobar & L. Rallo-Romero.** 2017. El cultivo del olivo. Madrid, España: Mundi-Prensa Libros, S.A.
- Bernal Martínez, J.** 2017. Caracterización morfológica y molecular de variedades italianas de olivo (*Olea europaea* L.) instaladas en el jardín de introducción de INIA Las Brujas. Tesis de Doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo – Uruguay.
- CanquiLlusco, J. E.** 2012. Georreferenciación. *Revista de Información, Tecnología y Sociedad*, 22-24.
- D’Imperio, M.; V. Viscosi; M. T. Scarano; M. D’Andrea; B. A. Zullo & F. Pilla.** 2011. Integration between molecular and morphological markers for the exploitation of olive germoplasm (*Olea europaea*). *Scientia Horticulturae*, 130(1), 229-240. Doi: [10.1016/j.scienta.2011.06.050](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.06.050).

- Dridi, J.; M. Fendri; C. M. Breton & M. Msallem.** 2018. Characterization of olive progenies derived from a Tunisian breeding program by morphological traits and SSR markers. *Scientia Horticulturae*, 236, 127-136.
- Del Campo, M. G.; A. Morales-Sillero; F. V. Serman; M. C. Rousseaux & P. S. Searles.** 2011. Características del olivar de los valles áridos del noroeste de Argentina. *Vida rural* (332), 20-27.
- García, M. E. C., M. J. B. Angulo; N. C. Mamani & E. Chaparro-Aguilar.** 2021. Variedades de Olivo (*Olea europaea* L.) de importancia económica de los departamentos Tacna y Moquegua. *Ciencia & Desarrollo*, 20(1), 87-95. Doi: 10.33326/26176033.2021.1.111.
- García, R. D. A. & M. S. R. Tello.** 2006. Caracterización morfológica de trece variedades de olivo (*Olea europaea* L.) introducidas en el germoplasma del INPREX-Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, (10), 107-110. Doi: 10.33326/26176033.2006.10.212.
- Muzzalupo, I., A. Chiappetta; C. Benincasa & E. Perri.** 2010. Intra-cultivar variability of three major olive cultivars grown in different areas of central-southern Italy and studied using microsatellite markers. *Scientia Horticulturae*, 126(3), 324-329.
- Nieva-Echevarría, B.; E. Goicoechea & M. D. Guillén.** 2020. Oxidative stability of extra-virgin olive oil enriched or not with lycopene. Importance of the initial quality of the oil for its performance during in vitro gastrointestinal digestion. *Food Research International*, 130, 108987.
- Romero, B.N.; L. Saadi; M. Jorratti de Jiménez & C. Andrada.** 2012. Estudios Morfológicos de variedades de olivo (*Olea europaea* L.) del valle central de la provincia de Catamarca. *Biología en Agronomía*, 2(1), 7-15.
- Sepulveda-Chavera, G. F.; R. Salvatierra-Martínez & M. Rodríguez-Molina.** 2013. Sinopsis de la producción olivícola peruana: 2005-2011. *Idesia* (Arica), 31(1), 129-134. Doi: 10.4067/S0718-34292013000100015.

Tabla 1. Accesiones, número de clones y plantas madre del banco de germoplasma de olivo agrupadas de acuerdo a su finalidad productiva de mesa, aceite y doble propósito.

Finalidad Productiva	Accesión	Número de clones	Número Plantas madre
Mesa	Ascolana Tenera	11	3
	Gordal Sevillana	12	1
	Vovo de Piccione	12	2
	Hojiblanca	12	0
	Kalamata	12	0
Aceite	Frantoio	12	1
	Morailo	12	1
	Pendolino	12	1
	Cornezuelo	12	1
	Arbequina	12	1
	Serrana Espadan	11	1
	Liguria	12	1
	Villalonga	12	1
	Lecchino	12	0
	Cornicabra	12	1
Mauriño	11	0	
Doble propósito	Sevillana Criolla Tacneña	11	3
	Manzanilla Real	12	1
	Limoncillo	12	1
	Barnea	11	2
	Genovesa	12	1
	Empeltre	12	1
	Picudo	12	2
	Farga	12	1
	Coratine	12	1
	Arauco	12	1
	Azeradt	12	0
	Marrocaide Pichaloni	12	3
	Cabaret	12	2
	Conserbolia	12	0

Tabla 2. Ubicación geográfica de las plantas madres identificadas del banco de germoplasma de olivo.

N°	Planta madre	Latitud	Longitud	Elevación
1	Arauco	-18.25941	-70.39180	59
2	Arbequina	-18.26897	-70.39641	36
3	Ascolana Ternera 1	-18.26187	-70.39628	46
4	Ascolana Ternera 2	-18.26196	-70.39618	48
5	Ascolana Ternera 3	-18.26415	-70.39376	46
6	Barnea 1	-18.26893	-70.39185	47
7	Barnea 2	-18.269	-70.39181	48
8	Cabaret	-18.26573	-70.39703	18
9	Cabaret	-18.26577	-70.39698	20
10	Coratine	-18.26587	-70.39716	23
11	Cornezuelo	-18.26489	-70.39606	39
12	Cornicabra	-18.26548	-70.39656	50
13	Empeltre	-18.26075	-70.39484	49
14	Farga	-18.2661	-70.39715	22
15	Frantoio	-18.26886	-70.39629	31
16	Genovesa	-18.2601	-70.39264	41
17	Gordal Sevillana	-18.26103	-70.39079	47
18	Liguria	-18.2659	-70.39725	42
19	Limoncillo	-18.26474	-70.396	51
20	Manzanilla Real	-18.25931	-70.39158	55
21	Marrocaide Pichaloni 1	-18.26505	-70.39644	54
22	Marrocaide Pichaloni 2	-18.26519	-70.39630	48
23	Marrocaide Pichaloni 3	-18.26509	-70.39640	48
24	Morailo	-18.26071	-70.39341	52
25	Pendolio	-18.26608	-70.39722	36
26	Picudo 1	-18.26072	-70.39048	51
27	Picudo 2	-18.26081	-70.3904	52
28	Serrana Espadan	-18.26802	-70.39067	48
29	Sevillana Tacneña	-18.26745	-70.39539	29
30	Sevillana Tacneña	-18.26749	-70.39547	30
31	Sevillana Tacneña	-18.26815	-70.39604	30
32	Villalonga	-18.26771	-70.3901	43
33	Uovo di Piccione 1	-18.25931	-70.39174	55
34	Uovo di Piccione 2	-18.25934	-70.39164	55

Tabla 3. Caracterización agromorfológica del fruto de 15 plantas madre del banco de germoplasma de olivo en la región Tacna.

Finalidad Productiva	Planta madre	Peso	Longitud	Diámetro	Peso	Forma	Diámetro		
							Transversal	Ápice	Base
							máximo		
Mesa	Ascolana Tegnera	7.40	29.25	21.42	Muy Elevado	Ovoide	Centrado	Apuntado	Truncada
	Gordal Seviliana	14.40	39.74	25.26	Muy Elevado	Largada	Centrado	Apuntado	Truncada
Aceite	Frantoio	2.33	19.65	13.96	Medio	Ovoide	Centrado	Redondeado	Redondeada
	Morailo	4.18	24.38	17.78	Elevado	Ovoide	Centrado	Apuntado	Truncada
	Pendolino	2.38	17.75	15.55	Medio	Esférica	Centrado	Redondeado	Truncada
	Villalonga	5.00	23.56	19.04	Elevado	Esférica	Centrado	Redondeado	Redondeada
	Sevillana Tacña 1	8.90	30.86	22.24	Muy Elevado	Ovoide	Centrado	Apuntado	Truncada
	Sevillana Tacña 2	9.03	30.59	22.53	Muy Elevado	Ovoide	Centrado	Apuntado	Truncada
Doble pósito	Sevillana Tacña 3	9.05	38.85	22.65	Muy Elevado	Largada	Centrado	Apuntado	Truncada
	Limoncillo	4.95	26.89	18.16	Elevado	Largada	Centrado	Redondeado	Truncada
	Barnea 1	3.10	26.27	15.58	Medio	Largada	Centrado	Apuntado	Truncada
	Barnea 2	3.10	26.20	15.32	Medio	Largada	Centrado	Apuntado	Truncada
	Genovesa	3.53	23.56	19.04	Medio	Esférica	Centrado	Apuntado	Truncada
	Marrocaide Pichaloni 1	2.13	17.81	14.19	Medio	Ovoide	Centrado	Redondeado	Truncada
Marrocaide Pichaloni 3	Marrocaide Pichaloni 3	2.98	20.04	15.67	Medio	Ovoide	Centrado	Redondeado	Truncada
	Cabaret 1	6.10	26.80	20.16	Muy Elevado	Ovoide	Centrado	Redondeado	Truncada

Tabla 4. Caracterización cuantitativa del endocarpio de 30 plantas madre del banco de germoplasma de olivo en la región Tacna.

Finalidad Productiva	Planta madre	Peso	Longitud	Diámetro	Numero de surcos
Mesa	Ascolana Tenera	3.05	18.28	8.53	12
	Gordal Sevillana	1.05	27.48	9.89	6
	Vovo de Piccione 1	1.23	19.90	10.35	12
	Vovo de Piccione 2	1.36	17.28	9.85	12
Aceite	Frantoio	0.43	14.59	7.28	7
	Morailo	0.34	15.40	6.80	10
	Pendolino	0.46	14.55	7.48	12
	Cornezuelo	0.66	26.07	7.46	11
	Arbequina	0.34	10.87	7.23	11
	Serrana Espadan	0.46	16.12	7.65	12
	Liguria	0.30	12.72	6.54	15
	Villalonga	0.54	15.29	8.58	11
	Cornicabra	0.56	16.39	7.41	10

Sevillana Tacneña 1	0.73	18.57	8.43	12
Sevillana Tacneña 2	0.71	19.30	8.15	14
Sevillana Tacneña 3	1.16	19.18	8.28	11
Manzanilla Real	0.39	12.18	7.61	11
Limoncillo	0.53	17.91	7.64	11
Barnea 1	0.92	18.43	6.87	15
Barnea 2	0.48	18.60	6.85	13
Genovesa	0.35	15.52	6.89	9
Doble propósito Empeltre	0.82	20.90	8.70	9
Picudo	0.85	23.40	8.22	11
Farga	0.51	16.39	7.44	12
Coratine	0.91	17.93	8.85	10
Marrocaide Pichaloni 1	0.41	14.32	7.67	13
Marrocaide Pichaloni 2	0.50	15.35	7.95	12
Marrocaide Pichaloni 3	0.84	15.03	8.22	12
Cabaret 1	0.66	17.87	8.09	12
Cabaret 2	0.87	20.05	9.27	10

Tabla 5. Caracterización cualitativa del endocarpio de 30 plantas madre del banco de germoplasma de olivo en la región Tacna.

Finalidad Productiva	Planta madre	Surcos	Distribución de surcos	Superficie	Forma	Peso Característica	Ápice	Base	Grado de simetría	Diámetro transversal máximo
	Ascolana Tenera	Alto	Uniforme	Escabrosa	Elíptica	Muy Elevado	Apuntado	Apuntada	Ligeramente asimétrico	Centrado
Mesa	Gordal Sevillana	Bajo	Uniforme	Escabrosa	Alargada	Muy Elevado	Apuntado	Apuntada	Ligeramente asimétrico	Centrado
	Vovo de Piccione 1	Alto	Uniforme	Rugosa	Elíptica	Muy Elevado	Redondeado	Redondeado	Simétrico	Centrado
	Vovo de Piccione 2	Alto	Uniforme	Rugosa	Ovoide	Muy Elevado	Redondeado	Redondeado	Simétrico	Centrado
	Frantoio	Bajo	Uniforme	Liso	Elíptica	Medio	Redondeado	Apuntada	Simétrico	Centrado
	Morailo	Medio	Uniforme	Rugosa	Alargada	Medio	Apuntado	Apuntada	Ligeramente asimétrico	Centrado
	Pendolino	Alto	Uniforme	Liso	Elíptica		Redondeado	Redondeado	Simétrico	Hacia el ápice
Aceite	Cornezuelo	Alto	Uniforme	Liso	Alargada	Elevado	Apuntado	Apuntada	Asimétrico	Hacia la base
	Arbequina	Alto	Uniforme	Rugosa	Ovoide	Medio	Redondeado	Redondeado	Simétrico	Centrado
	Serrana Espadan	Alto	Uniforme	Rugosa	Elíptica	Elevado	Apuntado	Apuntada	Simétrico	Centrado
	Liguria	Alto	Uniforme	Liso	Elíptica		Redondeado	Apuntada	Simétrico	Centrado
	Villalonga	Alto	Uniforme	Rugosa	Ovoide	Elevado	Apuntado	Apuntada	Simétrico	Centrado
	Cornicabra	Medio	Uniforme	Rugosa	Alargada	Elevado	Apuntado	Apuntada	Asimétrico	Hacia la base

6. Caracterización agromorfológica de la hoja y árbol de 34 plantas madre del banco de germoplasma de olivo.

Finalidad Productiva	Planta madre	Longitud (mm)	Long.	Ancho (mm)	Ancho	Forma	Curvatura del limbo	Vigor	Porte	Densidad de la copa
Mesa	Ascolana Tene- nera	73.30	Larga	13.00	Medio	Lanceolada	Epinastica	Bajo	Abierto	Media
	Ascolana Tene- ra 2	85.67	Larga	13.04	Medio	Lanceolada	Epinastica	Bajo	Abierto	Media
	Ascolana Tene- ra 3	100.29	Larga	13.71	Medio	Lanceolada	Epinastica	Bajo	Abierto	Media
	Gordal Sevi- llana	82.62	Larga	9.61	Estrecho	Lanceolada	Plana	Bajo	Erguido	Media
	Vovo de Piccio- ne 1	80.17	Larga	15.50	Ancho	Elíptica Lanceo- lada	Plana	Bajo	Abierto	Media
	Vovo de Piccio- ne 2	80.17	Larga	15.50	Ancho	Elíptica Lanceo- lada	Plana	Bajo	Abierto	Media
Accite	Frantoio	68.51	Media	11.77	Medio	Elíptica Lanceo- lada	Epinastica	Eleva- do	Abierto	Media
	Morailo	75.48	Larga	14.38	Medio	Lanceolada	Plana	Medio	Abierto	Espesa
	Pendolino	57.41	Media	9.38	Estrecho	Lanceolada	Plana	Bajo	Abierto	Media
	Comezuelo	72.63	Media	6.72	Estrecho	Lanceolada	Plana	Bajo	Abierto	Media
	Arbequina	58.23	Media	9.53	Estrecho	Lanceolada	Epinastica	Bajo	Abierto	Espesa
	Serrana Espa- dan	50.13	Media	8.46	Estrecho	Elíptica Lanceo- lada	Hiponaastica	Bajo	Erguid	Media
	Liguria	55.14	Media	13.37	Medio	Elíptica Lanceo- lada	Plana	Eleva- do	Erguido	Media
	Villalonga	91.45	Larga	12.56	Medio	Lanceolada	Plana	Bajo	Erguido	Media
	Cornicabra	72.86	Larga	7.45	Estrecho	Lanceolada	Plana	Bajo	Abierto	Media

Sevillana Tac- neña 1	80.71	Larga	11.70	Medio	Lanceolada	Plana	Eleva- do	Abierto	Espesa
Sevillana Tac- neña 2	80.61	Larga	11.30	Medio	Lanceolada	Plana	Eleva- do	Abierto	Espesa
Sevillana Tac- neña 3	83.41	Larga	12.78	Medio	Lanceolada	Plana	Eleva- do	Abierto	Espesa
Manzanilla Real	77.08	Larga	13.31	Medio	Lanceolada	Plana	Bajo	Abierto	Media
Limoncillo	86.36	Larga	10.98	Medio	Lanceolada	Plana	Eleva- do	Abierto	Media
Barnea 1	80.12	Larga	12.81	Medio	Lanceolada	Plana	Medio	Abierto	Media
Barnea 2	84.28	Larga	14.06	Medio	Lanceolada	Plana	Medio	Abierto	Media
Genovesa	72.13	Larga	10.87	Medio	Lanceolada	Plana	Medio	Abierto	Media
Empeltre	106.27	Larga	13.21	Medio	Lanceolada	Epínastica	Medio	Abierto	Espesa
Picudo	78.89	Larga	12.21	Estrecho	Lanceolada	Plana	Medio	Erguido	Espesa
Picudo 2	79.14	Larga	10.14	Estrecho	Lanceolada	Plana	Medio	Erguido	Espesa
Farga	60.82	Media	9.21	Estrecho	Lanceolada	Plana	Bajo	Abierto	Media
Coratine	77.79	Larga	13.43	Medio	Elíptica Lanceo- lada	Plana	Bajo	Abierto	Media
Arauco	79.51	Larga	12.37	Medio	Lanceolada	Plana	Medio	Abierto	Media
Marrocaide Pichaloni 1	56.84	Media	12.38	Medio	Elíptica Lanceo- lada	Plana	Bajo	Abierto	Media
Marrocaide Pichaloni 2	53.24	Media	10.38	Medio	Elíptica Lanceo- lada	Plana	Bajo	Abierto	Media
Marrocaide Pichaloni 3	75.67	Larga	16.73	Medio	Lanceolada	Plana	Bajo	Abierto	Media
Cabaret 1	64.57	Media	11.03	Medio	Lanceolada	Plana	Bajo	Abierto	Media
Cabaret 2	74.62	Larga	9.96	Medio	Lanceolada	Plana	Bajo	Abierto	Media

Doble pro-
pósito

Tabla 7. Análisis de igualdad de varianza de los valores cuantitativos de la caracterización agromorfológica de fruto, endocarpio y hoja en plantas madre del banco de germoplasma de olivo.

Sección de la planta	Finalidad productiva	Método de evaluación	Estadística de prueba	Valor p
Endocarpio	Aceite	Comparaciones múltiples	–	0.844
		Levene	0.10	0.959
	Doble propósito	Comparaciones múltiples	–	0.956
		Levene	0.21	0.987
	Mesa	Comparaciones múltiples	–	1.000
		Levene	0.09	1.000
Fruto	Aceite	Comparaciones múltiples	–	0.938
		Levene	0.61	0.620
	Doble propósito	Comparaciones múltiples	–	1.000
		Levene	0.09	1.000
	Mesa	Comparaciones múltiples	0.24	0.628
		Levene	0.16	0.703
Hoja	Aceite	Comparaciones múltiples	–	0.990
		Levene	0.05	1.000
	Doble propósito	Comparaciones múltiples	–	1.000
		Levene	0.01	1.000
	Mesa	Comparaciones múltiples	–	0.994
		Levene	0.02	1.000

Tabla 8. Resultado del análisis de diversidad de Índice de Shannon y poder discriminante de la evaluación de valores cualitativos de endocarpio, fruto, hoja y árbol.

Sección de la planta	Característica	Numero de parámetros	Índice Shannon	Poder Discriminante
Caroso	Peso	4	1.20	1.68
	Forma	4	1.03	1.62
	Grado de simetría	3	1.00	1.61
	Diámetro transversal máximo	3	0.81	1.46
	Ápice	2	0.56	1.38
	Base	3	0.87	1.51
	Superficie	3	0.71	1.41
	Surcos	3	0.63	1.37
	Distribución del surco	2	0.00	0.00
	Terminación del ápice	2	0.00	0.00
Fruto	Peso	4	1.14	1.66
	Forma	3	0.97	1.58
	Grado de simetría	3	0.82	1.49
	Diámetro transversal máximo	3	0.36	1.17
	Ápice	2	0.66	1.47
	Base	2	0.29	1.15
	Pezón	3	0.86	1.50
	Color	3	0.00	0.00
Hoja	Longitud	3	0.80	1.52
	Ancho	3	0.86	1.52
	Forma	3	0.80	1.52
	Curvatura del limbo	4	0.98	1.59
Árbol	Vigor	3	0.96	1.58
	Porte	2	0.47	1.30
	Densidad de la copa	3	0.55	1.37

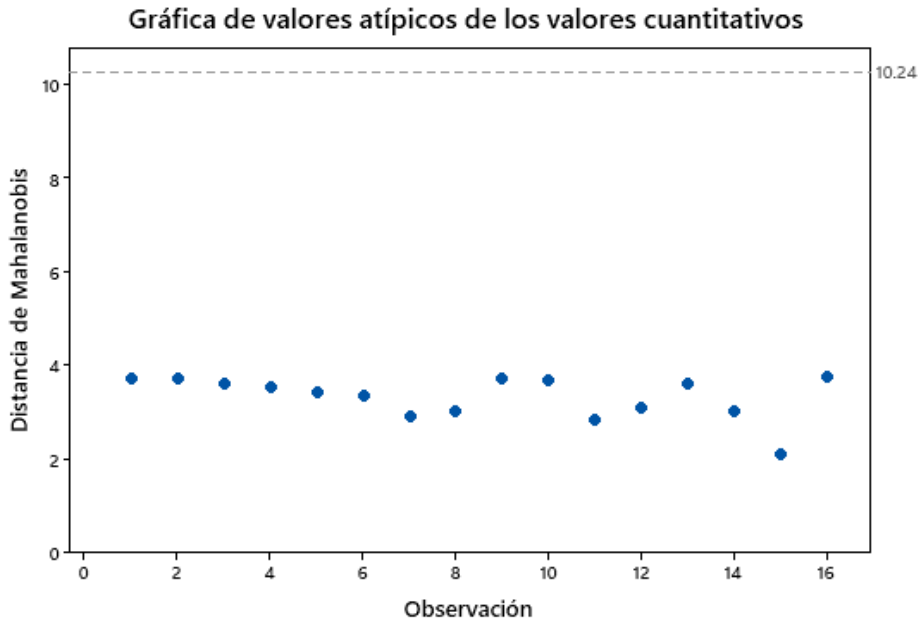


Fig. 1 Gráfica de valores atípicos del análisis de componentes principales de los resultados cuantitativos de fruto, caroso y hoja.

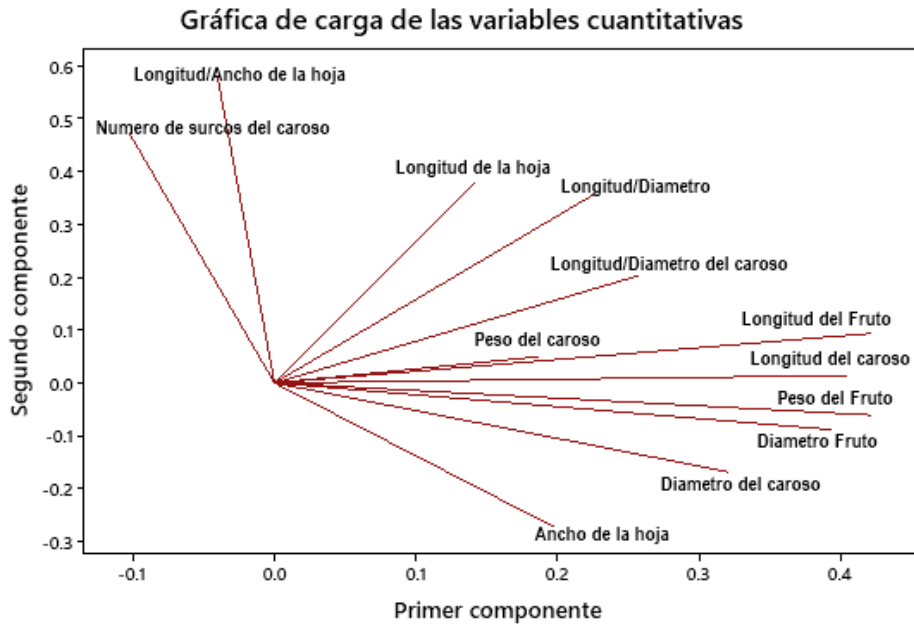


Fig. 2 Gráfica de influencia del ACP de los resultados cuantitativos de fruto, caroso y hoja.

