

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA
MÉDICA CON ESPECIALIDAD EN
LABORATORIO CLINICO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**HONGOS EN LA DESCOMPOSICIÓN CADAVÉRICA DE *Sus Scrofa*
L. (CERDO) EN LAS CONDICIONES DE CAMPO DEL SECTOR EL
ALMENDRAL JAÉN. SETIEMBRE -DICIEMBRE 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO TECNOLOGO MÉDICO EN
LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA
PATOLÓGICA**

Autor: Bach. Estefanny Maricelo Fernandez Delgado

Asesor: Dra. Cinthya Y. Santa Cruz López

JAÉN -PERÚ, NOVIEMBRE 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU /CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día lunes 28 de noviembre del año 2022, siendo las 5:00pm, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: **Dr. José Celso Paredes Carranza**

Secretario: **Mg. Diomer Marino Jara Llanos**

Vocal : **M.Cs. Yudelly Torrejón Rodríguez**

Para evaluar la Sustentación de:

- () Trabajo de Investigación
() Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulada: **“HONGOS EN LA DESCOMPENSACIÓN CADAVÉRICA DE Sus scrofa L. (CERDO) EN LAS CONDICIONES DE CAMPO EN EL SECTOR EL ALMENDRAL-JAÉN. SETIEMBRE-DICIEMBRE 2019”**, de la Bachiller Estefany Maricielo Fernandez Delgado, de la Carrera Profesional de Tecnología Médica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- () Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | (13) |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |


Siendo las 6:00pm del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Dr. José Celso Paredes Carranza

Presidente Jurado Evaluador


Mg. Diomer Marino Jara Llanos

Secretario Jurado Evaluador


M.Cs. Yudelly Torrejón Rodríguez

Vocal Jurado Evaluador

ÍNDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCIÓN	8
II. OBJETIVO	13
2.1 General	13
2.2 Específicos	13
III. MATERIALES Y METODOS	14
3.1. Población y muestra de estudio	14
3.2. Variables de estudio	14
3.3. Métodos y técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos	14
3.3.1. Procedimiento para la recolección de datos	15
3.3.3.1. Ubicación	15
3.3.3.2. Diseño de la jaula para Sus scrofa L	15
3.3.4. Recolección de muestras	15
3.3.4.1. Aislamiento e identificación de los hongos	16
3.3.4.2. características macroscópicas de los hongos	16
3.4.4. técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.4. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSION	22
VI. CONCLUSIÓN	29
VII. RECOMENDACIONES	29
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
DEDICATORIA	35
AGRADECIMIENTO	36
ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Especies de hongos miceliales y levaduriformes en la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre - diciembre 2019 **19**
- Tabla 2.** Prevalencia de hongos en la boca, el lomo, ano, antebrazo durante la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre - diciembre 2019 **20**
- Tabla 3.** Prevalencia de hongos en las diferentes fases de descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre - diciembre 2019. **21**
- Tabla 4.** Índice de Similaridad de Jaccard (IS_J) entre las especies fúngicas asociadas a las fases de descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo), en las condiciones de campo en el sector el Almendral–Jaén Setiembre–diciembre 2019 **43**
- Tabla 5.** Registro de temperatura ambiental durante la descomposición cadavérica *Sus scrofa* L. (cerdo) en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Setiembre – diciembre 2019 **46**
- Tabla 6.** Duración de las fases de descomposición de *Sus scrofa* L. (cerdo) en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Setiembre – diciembre 2019 **42**

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación del área de estudio en el sector El Almendra 39
- Figura 2.** Temperatura corporal registrada en la boca, ano, lomo y antebrazo de *Sus scrofa* L. (cerdo) en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Septiembre – diciembre 2019 41
- Figura 3.** Dendrograma de similaridad entre las especies fúngicas asociadas a la boca del cadáver de *Sus scrofa* L. (cerdo) en las condiciones de campo en el sector el Almendral – Jaén. Septiembre – diciembre 2019 43
- Figura 4.** Dendrograma de similaridad en base al Índice de Jaccard entre las especies fúngicas asociadas al lomo del cadáver de *Sus scrofa* L. (cerdo) en las condiciones de campo en el sector el Almendral – Jaén. Septiembre – diciembre 2019. 44
- Figura 5.** Dendrograma de similaridad en base al Índice de Jaccard entre las especies fúngicas asociadas al antebrazo del cadáver de *Sus scrofa* L. (cerdo) en las condiciones de campo en el sector el Almendral – Jaén. Septiembre – diciembre 2019 45
- Figura 6.** Dendrograma de Similaridad en base al Índice de Jaccard entre las especies fúngicas asociadas al ano del segundo cadáver de *Sus scrofa* L. (cerdo), durante el periodo de estudio 45
- Figura 7.** Presencia de especies fúngicas observadas durante la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo), en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Setiembre – diciembre 2019 47
- Figura 8.** Prevalencia de especies fúngicas presentes en la boca, lomo, antebrazo y ano de *Sus scrofa* L. (cerdo) en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Setiembre – diciembre 2019 48
- Figura 9.** *Aspergillus* sp. A. Anverso de la placa Petri B. cultivo puro del agar czapeck C. Tinción de azul de lactofenol (40x) 49
- Figura 10.** *Penicillium* sp. A) Anverso de la placa de Petri; B. cultivo puro de agar czapeck C) Tinción de azul de lactofenol (400x) 50
- Figura 11.** *Mucor* sp. A) Anverso de la placa de Petri; B) Cultivo puro de agar czapeck Tinción con azul de lactofenol (400x) 51
- Figura 12.** *Bipolaris* sp. A) Anverso de la placa de Petri; B). Cultivo puro de agar czapeck C) Tinción azul de lactofenol (400x) 52

Figura 13. <i>Microsporium</i> sp, A) Anverso de la placa de Petri; B). Cultivo puro de agar czapeck; C) Tinción de lactofenol (40x)	
53	
Figura 14. <i>Fusarium</i> sp. A) Anverso de la placa de Petri; B). Cultivo puro de agar czapeck C) Tinción con azul de algodón (400x)	54
Figura 15. Fases de descomposición cadavérica: A) Fase fresca; B) Fase cromática; C) Fase enfisematosa; D) Fase colicuativa	55
Figura 16. Mancha verde abdominal en el cerdo, presentándose en la parte ceca apendicular izquierda	55
Figura 17. Área geográfica empleada para la descomposición cadavérica de <i>Sus scrofa</i> L. en el Sector el Almendral, provincia de Jaén- Perú	56
Figura 18. Jaula para colocar el espécimen cuyas dimensiones son 0.50m x 0.40m x 0.40	56
Figure 19 Sacrificio de <i>Sus scrofa</i> L (cerdo).	57
Figure 20. <i>Sus scrofa</i> L. (cerdo) dentro de la jaula habilitada con las dimensiones requeridas	57
Figure 21. Recolección de muestras de Hongos	
A. secreción oral B. superficie del lomo C. Antebrazo D. Secreción anal	58
Figure 22. Aislamiento e identificación de hongos A). muestras sembradas en agar zapeck B) Desarrolló de colonias de aspecto miceliales y levaduriformes C). Colonias en cultivo puro	59
Figure 22. Técnica de montaje por disección	59
Figure 23. Técnica de Microcultivo para observar las estructuras fúngicas in situ	59

RESUMEN

En la actualidad, se viene evaluando la utilidad de los hongos para el esclarecimiento del tiempo de muerte de un individuo. Por lo que, esta investigación determinó los hongos presentes en la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L.(cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Para lo cual, se recolectaron muestras de secreciones de la boca, ano, lomo y antebrazo de *Sus scrofa* L. y se sembraron en agar zapeck, incubándose de 26- 28°C por 5 días, luego se resembró en agar czapeck para obtener cultivos puros. Posteriormente, se realizó la identificación macroscópica y microscópica de las especies fúngicas aisladas. Se identificaron siete especies de hongos filamentosos (*Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Bipolaris sp*, *Mucor sp*, *Microsporum sp*, *Rhizopus sp* y *Fusarium sp*) y dos levaduriformes (*Cándida albicans*, *Cándida sp*). Además, se observó mayor presencia de especies fúngicas durante la fase colicuativa y en el lomo del animal (49,50%). Se concluyó que, las especies fúngicas con mayor presencia en la descomposición de la carcasa de *Sus scrofa* L. fueron *Aspergillus sp.* y *Penicillium sp.*, siendo el lomo del cerdo el área con mayor número de especies de hongos.

Palabras clave: Hongos, descomposición cadavérica, *Sus scrofa* L.

ABSTRACT

Currently, the usefulness of fungi is being evaluated to clarify the death time of an individual. Therefore, this investigation determined the fungi present in the cadaveric decomposition of *Sus scrofa* L. (pig) exposed under field conditions in the Almendral sector, Jaen. For this, samples of secretions from the mouth, anus, back and forearm of *Sus scrofa* L. were collected and seeded on czapeck agar, incubating at 26-28 ° C for 5 days, then reseeded on czapeck agar to obtain cultures cigars subsequently, macroscopic and microscopic identification of isolated fungal species was performed. Seven species of filamentous fungi were identified (*Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Bipolaris sp*, *Mucor sp*, *Microsporum sp*, *Rhizopus sp* and *Fusarium sp*) and two levaduriform (*Candida albicans*, *Candida sp*). In addition, a greater presence of fungal species was observed during the coliculative phase and on the back of the animal (49.50%). It was concluded that the fungal species with the highest presence in the decomposition of the *Sus scrofa* L. carcass were *Aspergillus sp.* and *Penicillium sp.*, being the loin of the pig the area with the highest number of fungal species.

Key words: mushrooms, cadaveric decomposition, *Sus scrofa*

L.

I. INTRODUCCIÓN

En Perú, la frecuencia de los crímenes y/o asesinatos han incrementado en los últimos años, así también las modalidades que emplean los delincuentes para disipar evidencias de sus actos son cada vez más diversas y complejas, pudiendo movilizar los cuerpos de lugar del crimen a diferentes ambientes, lo que dificulta la determinación del intervalo *Post mortem* (PM) ¹.

El Intervalo *Post mortem* (IPM) es considerado como “el después o a continuación de la muerte”, ya que son los actos que se practican posterior a la muerte de una persona, es decir sobre su cadáver, de modo que, se logra estimar el tiempo que ha transcurrido desde la muerte hasta el hallazgo pericial. Este intervalo permite confirmar o refutar la coartada de un sospechoso y ubicar los acontecimientos en el tiempo que fueron desarrollados. Por lo que, esta determinación resulta ser muy importante en la investigación de un homicidio ².

El tiempo de muerte de una persona, se establece teniendo en cuenta la palidez, rigidez, temperatura corporal, además, resultan útiles para este fin, los exámenes bioquímicos de los fluidos corporales, especialmente el humor vítreo. Pese a ello, no siempre se logra conocer el tiempo en el que se produjo la muerte debido a diferentes situaciones ³. Es así que, la medicina forense, también llamada medicina legal, busca determinar el origen de las lesiones sufridas por un herido, en especial, la causa y el tiempo de la muerte mediante el examen de un cadáver, ya que estudia los aspectos médicos derivados de las prácticas diarias en los tribunales de justicia, utilizando incluso a los insectos, hongos y otros organismos para resolver crímenes ⁴.

Los hongos son organismos eucariontes, aerobios, macro o microscópicos, heterótrofos, que se nutren mediante la secreción de enzimas (exoenzimas) que digieren la materia orgánica antes de ingerirla (absorción), pudiendo ser almacenada en forma de glucógeno. Estos organismos poseen crestas mitocondriales en placa y quitina (principal componente de la pared celular), además de una membrana celular constituida por ergosterol ⁵. Los hongos se reproducen por principalmente por esporas, que logran distribuirse por toda la naturaleza ⁶.

Dadas las complicaciones en la medicina legal para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte de un individuo, en la actualidad se están implementando nuevas técnicas para determinar el intervalo del tiempo *Post mortem* (PM), lo que ha favorecido el surgimiento de la micología forense, especialidad encargada de describir las diferentes especies de hongos presentes en el entorno de cadáveres humanos, así como aquellos grupos de hongos potencialmente útiles en el esclarecimiento del tiempo de muerte⁶, a través del reconocimiento de los hongos presentes durante la descomposición cadavérica. Esto constituye una opción importante en los cadáveres en los que el uso de la entomología se ve limitado debido a factores ambientales, que dificultan la evaluación de los cambios físicos y químicos que experimenta un cadáver hasta su desintegración.

La descomposición es un proceso común en biología y química, caracterizado por la reducción del cuerpo de un organismo vivo a formas más simples de materia. Aunque no todos los organismos se descomponen de la misma manera, las mismas fases secuenciales de descomposición se manifiestan en todos, encontrándose; fase inicial o fresca, cromática, hinchazón, putrefacción negra y la fase reductiva o de esqueletización. Siendo, *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Cándida albicans* y *Cladosporium sp*, las especies de hongos más encontradas en los estudios de descomposición cadavérica ⁷.

Sin embargo, al no poder utilizarse cadáveres humanos para observar la ocurrencia espontánea de este fenómeno, la bioética establece el uso de animales como fuente del conocimiento experimental. Cabe destacar que, *Sus scrofa* L.(cerdo), resulta ser el animal más empleado, debido a su similitud anatómica con el ser humano, por característica como el tamaño de los órganos, pelo, dieta omnívora, microbiota intestinal y los procesos de putrefacción ⁸.

Actualmente existen escasas investigaciones enfocadas a la micología forense. Al respecto, en Perú se realizó un trabajo para investigar los hongos presentes en el cadáver de *Sus scrofa* L.(cerdo) para ello se utilizaron dos cadáveres expuestos en condiciones de campo (uno fue colocado bajo sombra y el otro se expuso al sol), además las muestras fueron tomadas con hisopo en la parte del lomo, bucal y anal de los animales, donde se encontró la presencia de dos géneros de hongos; el primero conformado por seis hongos filamentosos (*Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Bipolaris sp*, *Mucor sp*, *Rhizopus sp* y *Fusarium sp*) y el segundo por cuatro levaduriformes (*Candida sp*, *C. albicans*, *C.tropicalis* y *Rhodotorula sp*)⁷.

Posteriormente, en Argentina los investigadores Trinchada *et al.*, aislaron e identificaron la presencia de microbiota en el suelo debajo de cadáveres humanos, para la cual los investigadores emplearon utensilios estériles para el recojo de pequeñas porciones de tierra, además el microbiota del suelo recolectada se analizó en cámara húmeda y con el lavado del suelo. Para la identificación de hongos usaron agar extracto de malta, agar dextrosa, agar de levadura. Los hongos encontrados fueron *Dichotomomyces seippii*, *Talaromyces sp*, *T. trachyspermus*⁹.

Así también, Burkhardt realizó una investigación con un cerdo de 20 kg descompuesto en el interior de una jaula, durante 57 días (en el período de verano), realizándose 29 colecciones de piel y mucosa oral y anal del cerdo. Además, se obtuvieron datos de temperatura ambiental, suelo, oxígeno y humedad relativa en las colecciones. Se identificaron las cinco etapas de descomposición del cerdo y 13 especies fúngicas, encontrándose hongos de levadura, representados por los géneros *Arthrographis*, *Candida sp* y *Rhodotorula*, *Acremonium*, *Aspergillus sp*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Mucor sp* y *Scedosporium sp*, Resaltando la presencia de ciertas especies de hongos que se producen durante la etapa fermentativa de descomposición, como la levadura *Candida zeylanoides* y los hongos de filamentos *Acremonium sp*, *Aspergillus sp*. y *Cladosporium sp*. encontradas sobre la superficie del cerdo (piel)¹⁰.

Mientras que Mattos *et al.*, analizaron el crecimiento de hongos en cadáveres de cerdos en descomposición en la región metropolitana de la capital de Rio Grande do Sul, Brasil, durante el verano. Se utilizaron dos cerdos expuestos en ambiente abierto en el municipio de Viamão durante el verano (diciembre). Se recogieron muestras a intervalos de 5, 10, 15, 20 y 30 (días después de la exposición). Encontrándose después de 30 días de exposición, que los hongos aislados fueron predominantemente *Cándida sp*. y *Penicillium sp*.¹¹.

Así mismo Sindrim *et al.*, realizaron un trabajo con 60 cadáveres en diferentes fases de descomposición, donde utilizaron procedimientos micológicos convencionales como examen directo, análisis macro / micro morfológicos y bioquímicos. Los principales hongos aislados, en la etapa hinchada (34 cadáveres) y en la de putrefacción (6 cadáveres), fueron *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* y *Cándida sp*. Mientras que, en la etapa de esqueletización (20 cadáveres), los principales hongos fueron *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* y *Mucor sp*. Finalmente los investigadores concluyeron que, las especies

de *Aspergillus sp*, *Penicillium ps.* y *Cándida* se asociaron con cadáveres humanos descompuestos¹².

Por otro lado, Belgan Van y Van Dijck evaluaron el cuerpo de una mujer encontrada dentro de su habitación, donde se mantuvo a una temperatura constante de 12°C, por varias semanas después de haber sido asesinada. Se emplearon hongos para establecer el momento de la muerte (en dos partes de su cuerpo). Para lo cual, se inocularon en agar, hisopados de párpado y piel inguinal para observar el crecimiento fúngico. Después de 1 día a 20°C, los cultivos se incubaron a 11-12°C. Además, los cultivos se observaron diariamente hasta que el crecimiento fue comparable al de los tejidos que se habían congelado; estableciendo que la víctima murió al menos 18 días antes de que se descubriera su cuerpo. Concluyendo que, el crecimiento de hifomicetos en un cadáver puede ser útil para determinar el momento de la muerte cuando el evento ha ocurrido alrededor de 10 a 20 días antes¹³.

En un estudio realizado en Japón por Hitosugi *et al.*, se encontró la presencia de hongos en 2 cadáveres humanos; el primero era el cuerpo momificado de un anciano de 72 años que llevaba 10 meses perdido y, el segundo aparentemente se trataba de una persona que murió ahorcada en un árbol hacia 6 meses. Se observó crecimiento de hongos amarillentos y blancos en la superficie de la escapula derecha, pubis derecho y el acetábulo. Finalmente, los hongos aislados e identificados fueron *Eurotium repens*, *E. chevalieri*, *Gliocladium sp* y *Aspergillus terreus*¹⁴.

Así también, en el noreste de Japón se encontró el cuerpo de un hombre de avanzada edad dentro de un pozo de aproximadamente 6 metros de profundidad, con parte del cuerpo sumergido en el agua, aproximadamente unos 30 cm. Se visualizó poca presencia de larvas de insectos, por las bajas temperaturas existentes en el pozo. Sin embargo, los investigadores observaron crecimiento de hongos en el rostro del cadáver, los cuales fueron aislados e identificados como pertenecientes a los géneros *Aspergillus sp* y *Penicillium sp*. Con los datos que aportaron las colonias de hongos, y el estado de descomposición de algunos órganos, la policía dedujo que el anciano había fallecido hace aproximadamente 10 días¹⁵.

A su vez, Wiltshire *et al.*, encontraron el cadáver de un hombre, en buen estado de conservación y sin actividad de insectos necrófagos por lo que el médico forense presente en la investigación dedujo que tenía 48 horas de fallecido. No obstante, se comprobó que, la ausencia de insectos sobre el cadáver se debía a las bajas temperaturas existentes. Así también, se logró aislar e identificar colonias de hongos que se encontraban en la barbilla del cadáver, con esto se evidenció que el cuerpo se encontraba en ese lugar aproximadamente más de 4 semanas y no 48 horas como lo había reportado el médico forense ¹.

Cabe resaltar que, durante los últimos años, en la ciudad de Jaén se han presentado diferentes casos de homicidios, siendo encontrados los cadáveres abandonados en lugares distantes a la ciudad y al aire libre, después de un cierto tiempo; pudiéndose visualizar diferentes fases de descomposición en los mismos. Sin embargo, la variación climatológica a la que se encuentra sometida dicha ciudad, favorece la existencia de diversos cambios en las fases de descomposición cadavérica, ya sea por se extiende o reduce el periodo de descomposición, lo cual va dificultar la determinar el tiempo de la muerte.

Por lo expuesto con anterioridad, la presente investigación determinó la presencia de hongos en la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L.(cerdo), lo cual permitió la cuantificación del tiempo de muerte del cerdo, de acuerdo a la especies de hongos observadas, teniendo en cuenta los factores ambientales de la región; obteniendo determinados intervalos de tiempo para futuras investigaciones forenses a realizarse en el país y constituyendo una base de datos e identificación de especies micóticas en la ciudad de Jaén, ya que son escasos los trabajos realizados en micología forense, por lo cual los parámetros que se usan en la medicina legal muchas veces son a base de resultados obtenidos en trabajos realizados en otros países. Además, las investigaciones que más se realizan para esta determinación se basan a la entomología forense, sin embargo, dependiendo de las circunstancias donde se encuentre el cadáver, la entomología no logra cumplir su objetivo, pudiendo la micología forense ser una opción para solucionar estos inconvenientes.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Determinar los hongos presentes en la de descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre- diciembre 2019.

2.2 Específicos

- Identificar las diferentes especies de hongos micelares o filamentosos y levaduriformes en la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre - diciembre 2019.
- Establecer la prevalencia de hongos en la boca, el lomo, ano, antebrazo durante la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre - diciembre 2019.
- Determinar la prevalencia de hongos en las diferentes fases de descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre - diciembre 2019.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Población y muestra de estudio

La población y muestra estuvo constituida por un espécimen de *Sus scrofa* L. (cerdo) de 10 kilos aproximadamente, que se compró en el mercado de la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca – Perú. Además, se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia y a criterio del investigador.

Criterios de inclusión

Se incluyó en la investigación un cerdo en condiciones saludables

Criterios de exclusión

No se consideró dentro del estudio a los animales con muerte causada por enfermedad.

3.2. Variables de estudio

Variable: Hongos en la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo).

El cuadro de operacionalización de variables se encuentra en el Anexo 1.

3.3. Métodos y técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo descriptiva y para contrastar la hipótesis se utilizó el diseño de una sola casilla, por que compara una misma variable en diferentes lugares o situaciones, para ver si tienen el mismo comportamiento de dichos estudios ¹⁶.

Método de recolección de datos

En el presente estudio se utilizó el método inductivo, por lo que se comenzó con la observación y recolección de datos para después proceder al análisis del observado y así generalizar los resultados obtenidos.

3.3.1 Procedimiento para la recolección de datos

3.3.3.1. Ubicación

El estudio con *Sus scrofa* L. (cerdo) se realizó en el sector El Almendral de la provincia Jaén, departamento Cajamarca a una distancia de 25Km aproximadamente de la Universidad Nacional de Jaén dicho; cuyas coordenadas geográficas son de -5° 49' 39" L.S y -78° 44' 45" L.O, con una altitud media de 461 msnm (Anexo 2).

El área escogida presentó una temperatura ambiental promedio de 35°C, un clima cálido y una amplia extensión de campo abierto, ubicada en la parte sur – oeste de la provincia de Jaén (Anexo 3).

3.3.3.2. Diseño de la jaula para *Sus scrofa* L.

La jaula se construyó empleando a base de madera con las dimensiones de 50x 40x40 cm. Todos los lados de la jaula fueron recubiertos con mallas metálicas para impedir el acceso de animales necrófagos de gran tamaño que pudiesen comprometer el experimento¹⁰. Finalmente, la jaula se fijó al suelo utilizando unas estacas de fierro de 40 cm, evitando así, que perros u otros tipos de animales pudieran desplazarla.

3.3.3.3. sacrificio de *Sus scrofa* L. (cerdo)

El sacrificio del espécimen biológico se realizó aplicando una inyección intramuscular de Levantong (2 cm) para evitar el sufrimiento del animal durante la eutanasia y prevenir la aparición de heridas traumáticas sangrantes que pudiesen alterar el estudio¹

Así mismo, se procedió a colocar el espécimen en una jaula para impedir la presencia de vertebrados carroñeros y acceso de insectos.

3.3.3 Recolección de las muestras

La recolección de las muestras se realizó cada cinco días, durante dos meses. Así también, se consideró el registro de las temperaturas

ambientales y corporales durante ese periodo (Anexo 4). La toma de muestra se realizó de manera establecida los días 0,5,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55,60 partiendo desde la exposición del cadáver en la zona de estudio hasta su esqueletización final (Anexo 5).

3.3.4.1. Aislamiento e identificación de los hongos

Para el aislamiento de los hongos, las muestras de secreciones y de la superficie de *Sus scrofa* L, fueron recolectadas con hisopos estériles y sembradas en Agar czapeck, luego se incubaron a una temperatura de 26-28°C durante 5 días. Transcurrido dicho tiempo se observó el desarrollo de las colonias de aspecto *micelial* como levaduriformes. Posteriormente, cada una de estas colonias fueron resembradas en Agar czapeck para la obtención de cultivos puros. Para identificar los hongos de aspecto micelial, se tuvo en cuenta las características macroscópicas y microscópicas de los hongos aislados⁵.

Además, se empleó el protocolo del manual de procedimientos de laboratorio para la identificación de los principales hongos del Instituto Nacional de Salud, para lo cual se realizó un examen directo empleando el KOH, y se observó en un microscopio, binocular a 40x¹⁷.

3.3.4.2. Características macroscópicas de los hongos.

La observación macroscópica se basó en características como el aspecto, color, difusión de pigmento y diámetro de las colonias micóticas⁵.

3.3.4.3 Características microscópicas de los hongos

La observación de las características microscópicas se llevó a cabo utilizando la tinción Gram, técnica de montaje por disección, técnica de cinta pegante y Microcultivo.

A. Tinción de Gram

Se realizó una coloración Gram para determinar la morfología característica de la levadura. Posteriormente, para la identificación de *Candida albicans*, se empleó la prueba del tubo germinativo, donde se

observó una prolongación filamentososa de la levadura, sin ninguna constricción en su nacimiento¹⁷.

B. Técnica de montaje por disección

Con ayuda de un asa micológica estéril se tomó una pequeña porción de la colonia seleccionada y se colocó sobre una lámina portaobjeto, que contenía una gota de azul de algodón, o hidróxido de potasio al 40 % (según presente pigmentación o no la colonia), luego se extendió ligeramente la muestra sobre la superficie del portaobjetos (para evitar unacumulo de hifas), finalmente se cubrió con una laminilla y se observó al microscopio con objetivo de 40x ¹⁷.

C. Técnica de Microcultivo

En esta técnica se realizó con el propósito de visualizar estructuras fúngicas *in situ* y obtener montajes semipermanentes para identificación de los hongos miceliares ¹⁸.

3.4.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

En este estudio utilizó como técnica de recolección de datos la observación, mientras que, como instrumento de recolección se empleó una ficha control donde se registró la ocurrencia de los eventos conforme se desarrollaban. La ficha control fue llenada por el investigador encargado del estudio.

3.4. Aspectos éticos

La presente investigación considero todos los lineamientos éticos establecidos para el trabajo con animales, asegurando el no sufrimiento del espécimen durante su sacrificio. Además, se siguieron las medidas de bioseguridad necesarias para un adecuado trabajo el laboratorio de biología de la Universidad Nacional de Jaén

3.5. Análisis estadísticos

Los datos estadísticos fueron procesados utilizando los paquetes estadísticos STATISTIXL y Microsoft Office Excel 2016. Los resultados se organizaron en tablas y figuras a fin de establecer una mejor comprensión de los hongos presentes en la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo). Además, se empleó el índice de similaridad de Jaccard para determinar semejanzas y en base a los valores obtenidos se elaboró Dendrogramas.

Modelo del índice de similaridad de Jaccard: $ISJ = a / a + b + c$

Dónde:

ISJ: Índice de Similaridad de Jaccard.

A: Número de veces en que ambas especies son 1 (presencia).

B: Número de veces en que una especie es 1 y la otra es 0 (presencia y ausencia).

C: Número de veces en que una especie es 0 y la otra es 1 (ausencia y presencia).

IV. RESULTADOS

En esta investigación se empleó un espécimen de *Sus scrofa* L. (cerdo) para determinar los hongos presentes durante su descomposición cadavérica. Lográndose identificar, nueve géneros de hongos diferentes, de los cuales siete se encontraban dentro del grupo de hongos miceliares o filamentosos y dos eran levaduriformes (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de hongos miceliares y levaduriformes en la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre - diciembre 2019.

Hongos	Orden	Familia	Género/Especie
Filamentosos	Eurotiales	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp
	Hypocreales	Nectriaceae	<i>Fusarium</i> sp
	Pleosporales	Pleosporaceae	<i>Bipolaris</i> sp
	Mucorales	Mucoraceae	<i>Rhizopus</i> sp <i>Mucor</i> sp
	Onygenales	Arthrodermataceae	<i>Microsporum</i> sp.
Levaduriformes	Saccharomycetales	Saccharomycetales	<i>Candida albicans</i> <i>Candida</i> sp.
Total	6	6	9

En tabla 2 se evidenció la ocurrencia de las especies fúngicas durante la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo), encontrándose que, las especies más frecuente en la boca del animal fueron *Penicillium* sp. *Candida albicans* y *Candida* sp. (63,6%). En el lomo y el ano del espécimen, la especie de hongos más identificada fue *Aspergillus* sp., encontrándose en un 90,9% y 81,8% respectivamente. Mientras que, en las muestras micóticas extraídas del antebrazo de *Sus scrofa* L., la especie más encontrada fue *Penicillium*

sp. (72,7%). Además, el lomo del animal fue la zona con mayor presencia fúngica, observándose una ocurrencia promedio del 49,50%.

Tabla 2. Prevalencia de hongos en la boca, el lomo, ano, antebrazo durante la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre - diciembre 2019.

PARTES EXTERNAS	Especies	Días											ocurrencia %
		1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
Boca	<i>Penicillium sp</i>	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	63.6%
	<i>Aspergillus sp</i>	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	54.5%
	<i>Rhizopus sp</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18.1%
	<i>Microsporium sp</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	27.2%
	<i>Bipolaris sp</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	45.5%
	<i>Fusarium sp</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	18.1%
	<i>C. albicans</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	63.6%
	<i>Candida sp</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	63.6%
	<i>Mucor sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
lomo	<i>penicillium sp</i>	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	63.6%
	<i>aspergillus sp</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
	<i>Rhizopus sp</i>	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	36.4%
	<i>Microsporium</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	27.2%
	<i>Bipolaris sp</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	27.2%
	<i>Fusarium</i>	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	36.4%
	<i>C. albicans</i>	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	72.7%
	<i>Candida sp</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	45.5%
	<i>Mucor</i>	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	45.5%
ano	<i>penicillium sp</i>	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	72.7%
	<i>aspergillus sp</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	81.8%
	<i>Rhizopus sp</i>	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	36.4%
	<i>Microsporium</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	36.4%
	<i>Bipolaris sp</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	27.2%
	<i>Fusarium</i>	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	36.4%
	<i>C. albicans</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	81.8%
	<i>Candida sp</i>	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	54.5%
	<i>Mucor</i>	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	36.4%
Antebrazo	<i>penicillium sp</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	72.7%
	<i>aspergillus sp</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	36.4%
	<i>Rhizopus sp</i>	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	36.4%

<i>Microsporium</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	27.2%
<i>Bipolaris sp</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	27.2%
<i>Fusarium</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	27.2%
<i>C. albicans</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	36.4%
<i>Candida sp.</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	36.4%
<i>Mucor</i>	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	54.5%

Así también, se observó la presencia de las nueve especies de hongos durante la fase colicuativo de la descomposición cadavérica, en tanto en la fase cromática no se logró identificar ninguna especie (Tabla 3). Sumado a ello, mediante el Índice de Similaridad de Jaccard (ISJ) se logró evidenciar el grado de similitud existente entre las especies fúngicas y las fases de descomposición cadavérica de *Sus scrofa L*, registrándose alta similaridad entre las especies de hongos halladas en la fase enfisematosa y las encontradas en la fase colicuativo (ISJ: 0,800). Mientras que, se encontró un bajo índice de similaridad entre las especies halladas en las fases esquelética y fresca o inicial de la descomposición cadavérica (ISJ: 0,200) (Anexo 6).

Tabla 3. Prevalencia de hongos en las diferentes fases de descomposición cadavérica de *Sus scrofa L*. (cerdo) expuesto en condiciones de campo en el sector Almendral, Jaén. Setiembre- diciembre 2019.

Especies/Fases	Fresco	Cromático	Enfisematoso	Colicuativo	Esquelético
<i>C. albicans</i>	0	0	1	1	1
<i>Candida sp</i>	1	0	1	1	0
<i>Penicillium sp</i>	0	0	1	1	1
<i>Aspergillus sp</i>	1	0	1	1	1
<i>Bipolaris sp</i>	0	0	0	1	1
<i>Mucor sp</i>	0	0	1	1	1
<i>Rhizopus sp</i>	1	0	1	1	0
<i>Fusarium sp</i>	0	0	1	1	1
<i>Microsporium sp.</i>	1	0	0	1	0
Total	4	0	7	9	6

V. DISCUSION

Las investigaciones que utilizan insectos, hongos u otros organismos para esclarecer las condiciones y el tiempo transcurrido desde el sacrificio de un espécimen animal, son de suma importancia, ya que en la actualidad facilitan el esclarecimiento de un homicidio, debido a que se busca asemejar las condiciones en las que se puede llevara cabo un crimen.

La presencia de hongos sobre los cadáveres humanos podría emplearse para estimar el tiempo de muerte, ya que existe información sobre el desarrollo de muchas especies fúngicas. Sin embargo, la confiabilidad de estos datos depende del método empleado para almacenar el cadáver, la correcta identificación de las colonias fúngicas, además de considerar factores ambientales como la temperatura y la humedad del lugar¹⁹.

Por lo que, en el presente estudio se empleó un espécimen de *Sus scrofa* L. (cerdo) con un peso de 10 kg, expuesto a condiciones de campo en sector el Almendral (provincia de Jaén), pudiéndose evidenciar nueve especies de hongos presentes en su descomposición cadavérica (Tabla 1).

Durante los 50 días, que se realizó el experimento, se registró diariamente la temperatura ambiental, la cual fue un promedio de 35°C (Anexo 7). Lográndose identificar en este periodo, siete especies de hongos filamentosos y dos levaduriformes.

Los hongos filamentosos (mohos) son organismos eucariotas, uni o pluricelulares, cuyo crecimiento puede ser tubular o esférico y capaz de desarrollarse en ambientes muy húmedos, sombreados y con presencia de materia orgánica descompuesta (cosmopolitas). Dentro de las especies de hongos filamentosos hallados en este estudio, se encuentran *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Bipolaris sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Microsporum sp.* Mientras que, los hongos levaduriformes (unicelulares), que se lograron identificar fueron *Candida sp* y *Candida albicans*. Las especies fúngicas antes mencionadas también fueron identificadas por Mego⁷, quien determinó la presencia de hongos presentes en la descomposición cadavérica de un cerdo y su utilidad para establecer el intervalo *post mortem* en la región Lambayeque, dicho

autor también reportó la presencia de *Candida tropicalis* y *Rhodotorula sp.*, solo estas dos especies no se lograron observar en el presente estudio.

Caso contrario en la investigación realizada por Sousa *et al.*, se reportó la sucesión fúngica en la carcasa de cerdo y su utilidad para establecer el tiempo de muerte, observándose 13 especies de hongos, de las cuales solo 2 especies coinciden con lo hallado en esta investigación (*Aspergillus sp.* y *Mucor sp.*). Lo que se explicaría por el lugar donde se desarrolló el estudio (región noroeste de Florianópolis – Brasil). Además, el número de colectas en el estudio realizado por Sousa *et al.*, fue superior al empleado en esta investigación (29 colectas)¹¹.

No obstante, es poca la información sobre los hongos en la descomposición cadavérica. A pesar de ello existen algunas publicaciones donde se ha reportado la presencia de hongos en cadáveres humanos, siendo útiles para establecer el tiempo post mortem. Las especies más identificadas fueron *Aspergillus sp.*, *Mucor sp* *Candida sp* y *Penicillium sp*¹². Todas estas especies de hongos también se hallaron en esta investigación.

La presente investigación también evidenció la ocurrencia de especies fúngicas durante la descomposición de la carcasa del cerdo (Anexo 8), para lo cual se colectaron hisopados de la superficie del lomo, boca, ano y antebrazo del animal. Observándose que el Lomo del cerdo fue la superficie muestreada con mayor presencia de hongos, reportándose una ocurrencia fúngica del 49,5% (Anexo 9). Además, se reportó que la especie de hongos más frecuentemente aislada del lomo ya no del cerdo fue *Aspergillus sp.*, que se observó en el 90,9% y 81,9% de las recolecciones respectivamente (Tabla 2). Coincidiendo con lo reportado por Mego⁷, la presencia *Aspergillus sp* en el 100% de los muestreos realizados en el lomo de uno de los dos cerdos evaluados por dicho autor.

Cabe resaltar que, los hongos del género *Aspergillus sp* presentan una amplia distribución en el ambiente, ya que se pueden encontrar sobre varios tipos de sustratos (madera, olumas, excrementos de animales entre otros). Estas se encuentran formados por hifas hialinas septadas y puede tener reproducción sexual, así también, se comportan como hongos oportunistas ya que pueden ocasionar enfermedad en pacientes inmunodeprimidos¹⁸ (Anexo 10).

En la boca del cerdo, las especies más identificadas fueron *Cándida sp*, *Cándida albicans*, *Penicillium sp*. con una presencia del 63,6% (Tabla 2). Resulta importante destacar que, el género *Cándida* cuenta con alrededor de 200 especies, consideradas con las responsables de mayoría de las infecciones micóticas oportunistas; presente tanto en vegetales, agua, suelo y todas partes con ambientes adecuados para su desarrollo. Además, pueden vivir como comensales en el tracto gastrointestinal, aparato reproductor y/o en la piel del hombre ²⁰.

Por su parte el género *Penicillium sp* generalmente se encuentra en el aire, el suelo, las plantas y los vegetales; cumpliendo un rol importante en la naturaleza como descomponedores de materia orgánica. Las colonias, desde el punto vista macroscópico, comienzan siendo de color blanco; sin embargo, dependiendo de la especie y otros factores, puede adquirir colores como verde, verde-azulado, gris o rosado, entre otros. Así mismo pueden tener texturas lisas, algodonadas o aterciopeladas²¹ (Anexo 12).

En la superficie antebrazo de *Sus scrofa* L., se observó mayor ocurrencia de *Penicillium sp.*, (72,7%) seguido de *Mucor* encontrado en un 54,5% (Tabla 2). El género *Mucor* contiene alrededor de 40 especies de hongos que se encuentran comúnmente en el suelo, superficie de las plantas y materia descompuesta. Las colonias de este género son de rápido crecimiento y típicamente de color blanco, beige gris y de rápido crecimiento; no obstante, pueden tornarse de color gris o color marrón debido al desarrollo de las esporas. Además, las especies de este género forman delicados filamentos tubulares blancos y esporangios de color negro (Anexo 13).

Entre las especies observadas con menor frecuencia se encuentran *Bipolaris sp.*, *Microsporium sp.*, y *Fusarium sp.* El género *Bipolaris sp* se encuentra principalmente en el suelo y materia vegetal. En el hombre es capaz de ocasionar alergias respiratorias, queratitis, endocarditis, osteomielitis, otitis media, meningoencefalitis, entre otras complicaciones²² (Anexo 14).

En tanto, el género *Microsporium sp* está conformado por hongos filamentosos, de crecimiento rápido y que se desarrollan a una temperatura de 25°C-30°C. Las colonias son de aspecto lanoso, con bordes desflecados, de coloración

amarillenta o parduzca, con el tiempo van obteniendo coloraciones más pardas. A observarse al microscopio se evidencian abundantes y grandes macroconidios, con forma de uso, de pared gruesa y rugosa, además de microconidios de aspecto piriforme o con forma de maza, en cortos racimos o sésil y brotan lateralmente de las hifas. Pueden ocasionar infecciones en el ser humano, afectando piel, pelo y uñas (zonas con queratina)¹⁷. (Anexo15).

El género *Fusarium sp* incluye a especies oportunistas, que causan infecciones al ser humano como la queratitis, onicomicosis, etc. Es ubicuo, creciendo en un gran número de sustratos y transportados fácilmente por el aire y la lluvia¹⁹. Existen indicios de que a través del aire se logran diseminar las esporas hasta kilómetros de distancia, lo que facilita su presencia en la superficie corporal de cadáver de cerdo expuesto en condiciones de campo (Anexo 16). También se concluyó que la boca es la parte que se descompone con mayor rapidez, corroboramos, además, que el antebrazo es el lugar donde hay más humedad por la presencia de masa corporal al igual que el ano por la presencia de materia fecal¹³.

La descomposición cadavérica se considera como un proceso de degradación de la materia orgánica hasta la obtención de compuestos simples de naturaleza orgánica e inorgánica. Se conocen cinco estados o fases de descomposición cadavérica denominados estado fresco o inicial, cromático, enfisematoso o de hinchazón, colicuativo o de licuefacción y de esqueletización²³ (Anexo 17)

La Tabla 3 mostró los hongos presentes en las diferentes fases de la descomposición cadavérica en la carcasa del cerdo. En la fase fresca se encontraron especies como *Candida sp.*, *Aspergillus sp.*, *Rizhopus sp.* y *Microsporium sp.*, esta fase se caracteriza por que la carcasa del cerdo aún no ha sufrido cambios externos, sin embargo, en el interior del animal ya se ha iniciado la descomposición, debido a las bacterias intestinales u otros microorganismos presentes⁷. La fase fresca duró un lapso de seis horas, siendo mucho menor a la reportada por Mego³ (12 horas), dicha variación estaría relacionada a los cambios ambientales suscitados en el área geográfica donde se realizó el experimento.

La fase cromática se caracteriza normalmente por la aparición de una mancha verde en la fosa iliaca derecha (Anexo 17), debido a la presencia de bacterias coliformes y especies de género *Clostridium* que descomponen la hemoglobina en metahemoglobina, que a su vez es degradada dando origen a la sulfohemoglobina (color verdoso)²⁴. Al respecto, en este estudio no se logró visualizar ningún tipo de hongos durante esta fase (Tabla 3). Esta fase se presentó a partir del cuarto día (registró de la mancha verde), además en el quinto día se formó una bolsa muy parecida a una ampolla de quemadura sobre la mancha verde.

En la fase enfisematosa, la carcasa del cerdo se hincha, debido al acumulo de gases producto de la fermentación de compuestos orgánicos como los carbohidratos y desanimación de proteínas por parte de bacterias anaerobias (estrictas y facultativas). Además, los vasos sanguíneos se vuelven muy visibles, este fenómeno es conocido como “circulación póstuma”. En este periodo duro dos días, también aparecen hongos filamentosos en la superficie del espécimen animal²⁴. De las 9 especies de hongos identificadas en este estudio, solo *Bipolaris sp.* y *Microsporium sp* no se observaron durante la fase enfisematosa (Tabla 3).

En la fase colicuativo de la descomposición cadavérica se visualizaron todas las especies fúngicas identificadas en este estudio (Tabla 3). Esta fase se caracteriza por la ruptura de la carcasa, debido a líquidos originados de procesos de putrefacción realizados por bacterias anaerobias, desprendiéndose un olor muy desagradable, para luego observarse un color negruzco, produciéndose la licuefacción del cadáver²⁵. La fase colicuativa se inició a partir del sexto día generando diferencia en las estadísticas de otros lugares debido a las temperaturas ambientales, donde las duraciones de las ampollas corporales fueron dos días.

Haciendo referencia a las fases de descomposición cadavérica (Anexo 8) de *Sus scrofa*, su similaridad es el enfisematoso y el colicuativo coincidiendo con el trabajo de investigación que realizó tanto Mego y Sindrim, los cuales aseveran que la fase enfimatoso presenta mayor fase fúngica debido a la materia orgánica disponible.

En el estado de esqueletización desaparecen las partes blandas del cerdo, seguido de ligamentos y cartílago quedando solo los restos óseos del animal. Por lo que, la actividad microbiana se reduce considerablemente o deja de existir²¹. La tabla 3 evidenció que esta fase se observaron 6 especies de hongos (no se encontró *Candidas sp*, *Rhizopus sp.* y *Microsporum sp.*). Transcurridos dos meses y dos semanas después de iniciado el experimento, no se evidenció la esquetización completa del espécimen. Esto puede estar relacionado con los cambios de temperatura frecuentes registrados en la zona que intervienen en el tiempo que demora la descomposición del cadáver.

El Índice de Similaridad de Jaccard (ISJ) permitió evidenciar las alta similaridad entre la fase enfisematosa y la colicuativa (0,777). Así también, se reportó una baja similaridad entre las fases fresca y esquelética (0,125) (Anexo 6)

Cabe resaltar que los hongos son organismos uni y pluricelulares, que pueden desarrollarse en diferentes ambientes, siempre que cuenten con la cantidad adecuada de nutrientes. Estos organismos se ven expuestos a factores ambientales como la temperatura, humedad, pH, luminosidad que ejercen influencia sobre su crecimiento²⁶. A pesar de ello, no siempre se establece relación positiva entre en la cantidad de especies fúngicas y la temperatura existente, ya que existen otros factores que pueden influir en el efecto ocasionado por los factores ambientales, como la cantidad de sustrato, siendo también de gran importancia para el desarrollo de estos organismos.

En comparación a la investigación realizada por Mego, así como otros investigadores relacionados al tema, pudieron determinar que el tiempo final de descomposición de *Sus scrofa* L. fue la presencia del esqueleto, pudiendo esté perdurar mucho más tiempo hasta su pulverización, sin embargo, en este proyecto de investigación no llego a dicha fase, debido a las altas temperaturas ambientales ocasionando la momificación natural de dicho cadáver.

Finalmente resulta importante mencionar que la presencia de hongos en la descomposición cadavérica puede ser de gran utilidad para orientar el esclarecimiento de un crimen, sobre todo en aquellos casos, donde son los recursos existentes son escasos y la entomología forense no ofrece aportes

sustanciales. Además, considerando las altas temperaturas y constantes lluvias registradas en la ciudad de Jaén, lo convierten en un ambiente propicio para el desarrollo de especies fúngicas.

CONCLUSIONES

- En la descomposición cadavérica de *Sus scrofa L.* (cerdo), expuesto en condiciones de campo en el sector el Almendral se identificaron 7 especies de hongos filamentosos, dentro de los cuales se encuentran *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Bipolaris sp*, *Mucor sp*, *Rhizopus sp*, *Fusarium sp* y *Microsporium sp*. Además de 2 especies levaduriformes, como *Candida albicans* y *Candida sp*.
- Las especies fúngicas de mayor ocurrencia en las diferentes zonas de la carcasa de *Sus scrofa L.* (cerdo) fueron *Penicillium sp.* y *Aspergillus sp.* en un 68,15% y *Cándida albicans* en un 63,63%. Además, el lomo fue la zona con mayor presencia fúngica (45,5%).
- La fase de descomposición cadavérica que presentó mayor presencia de especies fúngicas fue la fase colicuativa. Mientras que, en la fase cromática no se logró identificar ninguna especie fúngica.

VI. RECOMENDACIONES

- La presente investigación acerca de la presencia de hongos en la descomposición cadavérica y su utilidad, servirá de guía para investigaciones futuras. Por lo que se recomienda:
- Realizar más estudios que evidencien el potencial de los hongos para determinar el intervalo *post mortem* (IMP) en diferentes estaciones del año y representando diferentes condiciones de muerte.
- Emplear técnicas moleculares para la caracterización e identificación de especies fúngicas.
- Evaluar cómo influyen los factores ambientales sobre la aparición de especies fúngicas.
- Dar conocimiento dentro de la carrera de Tecnología Médica para el curso de micología y microbiología acerca de la micología forense.
- Realizar investigaciones con autoridades para el desarrollo de las investigaciones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Catts EP, Goff ML. Forensic entomology in criminal investigations. *Annu Rev Entomol*, 1992; 37(1): 253-272. Published online [fecha de acceso] 15 de mayo 2019. Disponible en <https://doi.org/10.1146/annurev.en.37.010192.001345>.
2. Prieto J, Sánchez J, Magaña C, Roselló J. Boletín Galego de Medicina Legal e Forense [Published Online]. Madrid: Boletín Galego de Medicina Legal e Forense; 2001 [fecha de acceso] 15 de Julio 2019; Boletín Galego de Medicina Legal e Forense N°10; 12-22. Disponible en <http://www.agmf.es/boletines/boletin10.pdf>.
3. Mego J. Descomposición Cadavérica y Determinación del postmortem. *Skopein*, 2016; 12(5): 55-63. Published online [fecha de acceso] 20 de mayo 2019. Disponible en: <http://www.skopein.org>.
4. Schoenly K, Haskell, Bieme, Larsen K, Mills D. Using Pig Carcasses as Model Corpses. *AM BIOL TEACH*, 2006; 68(7): 402-410. Published online [fecha de acceso] 16 de mayo 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/287812526_Recreating_Death's_Acre_in_the_School_Yard_Using_Pig_Carcasses_as_Model_Corpses_to_Teach_Concepts_of_Forensic_Entomology_Ecological_Succession.
5. Bonifaz A. *Micología Médica Básica*. 5a ed. México: McGraw-Hill; 2012.
6. Carter D, Tibbett M. Taphonomic mycota: fungi with forensic potential. *J FORENSIC SCI*, 2003; 48(1): 1-4. Published online [fecha de acceso] 19 de mayo 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/10915556_Taphonomic_Mycota_Fungi_with_Forensic_Potential.
7. Mego G. Hongos presentes durante la descomposición cadavérica de Suscrofa L. (cerdo), expuestos en condiciones de campo y su utilidad en la determinación del intervalo post mortem. [Tesis para optar el grado de Licenciado en Biología]. Univ. Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2017.
8. Cardozo de Martínez, Mrad de Osorio, Martínez C C, Rodríguez Yunta E, Lolas Stepke F. *El Animal como Sujeto Experimental, Aspectos Técnicos y Éticos*. Chile: CIEB, Universidad de Chile; 2007.
9. Tranchida M, Bravo Berruezo L, Stenglein S, Cabello M. Soil Fungi:

- Their Potential Use as a Forensic. *J. Forensic Sci*, 2014; 59(4): 785- 789. Published online [fecha de acceso] 25 de mayo 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338051492_Micologia_forense_CAP_ITULO_4.
10. Rodrigues B. Avaliação da sucessão fúngica em carcaça de suíno (*Sus scrofa* L.) para a determinação de intervalo post mortem. [Tesis para optar el grado de licenciado en Ciencias Biológicas]. Univ Federal Santa Catalina. 2014.
 11. Mattos F, Souza Goebel C, Severo LC, Bentes Picanco J, Sampaio C. Análise micológica durante a decomposição cadavérica. *Rev Ciênc Méd Biol*, 2013; 12(1): 28-32. Published online [fecha de acceso] 02 de junio 2019. Disponible en: https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/23017/1/4_v.12_1.pdf.
 12. Sindrim J, Moreira F, Cordeiro R, Rocha M. Fungal microbiota dynamics as a post mortem investigation tool: focus on *Aspergillus*, *Penicillium* and *Candida* species. *J Appl Microbiol*, 2010; 108(5): 1751–1756. Published online [fecha de acceso] 30 demayo 2019. Disponible en: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2672.2009.04573.x>.
 13. Mego G. Micología Forense: Nueva Alternativa para la Determinación del Intervalo Post Mortem (Perú). *Skopein*, 2016; 13(5): 70-75. Published online [fecha de acceso] 05 Junio 2019. Disponible en: <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/90/84>.
 14. Ishii, K., Hitosugi, M., Kido, M., Yaguchi, T., Nishimura, K., Hosoya, T. y Tokudome, S. Analysis of fungi detected in human cadavers. *Leg Med*, 2006; 8(3): 188-190. Published online [fecha de acceso] 19 de julio 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/journal/legal-medicine/vol/8/issue/3>.
 15. Hitosugi M, Kiyoshi I, Kurosu A, Chigusa Y, Kido M, Nagai T, et al. Fungi can be a useful forensic tool. *Leg Med*, 2006; 8(4): 240-242. Published online [fecha de acceso] 08 de junio 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1344622306000526>. Goode JH. Métodos de Investigación Social. 14ta ed. México: Trillas;

1986.

16. Guevara M, Urcia F, Casquero J. Manual de Procedimientos y Técnicas de Laboratorio para la Identificación de los Principales Hongos Oportunistas Causantes de Micosis Humanas. Lima: Instituto Nacional de Salud; 2007. Serie de Normas Técnicas: 44.
17. Arenas R. Micología Medica Ilustrada. 5ta ed. México D.F: Mc Graw Hill; 2016.
18. Tranchida C, Cabello M. N. Micología Forense. En: Rosana Ayón M, editora. Biología Forense. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo; 2019. 80-91.
19. Lobaina Rodriguez , Zhurbenko R, Rodriguez Martinez , Zayas Ruíz , Rodríguez Rodríguez A. Identificación de especies de Candida de importancia clínica con un método auxonograma modificado. Rev cubana Med Trop, 2010; 62(1): 48-57. Published online [fecha de acceso] 10 de junio 2019. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602010000100008.
20. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el t rabajo.BDATABIO [Published online]. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2016 [fecha de acceso 03 de junio 2020].Penicillium spp. Disponible en <https://www.insst.es/documents/94886/353749/Penicillum+spp+2017.pdf/57121544-9157-4bbe-a6eb-b394c83bf9e1>.
21. Piontelli E. Especies oportunistas de importancia clínica de los géneros Bipolaris Shoemaker y Curvularia Boedijn: su caracterización bajo los nuevos criterios taxonómicos. Bol Micol, 2015; 30(2): 40-63. Published online [fecha de acceso] 03 de junio 2020. Disponible en: <https://revistas.uv.cl/index.php/Bolmicol/article/download/348/314>
22. Calabuig J, Villanueva C. Medicina Legal y Toxicología. 6ta ed. Barcelona, España:MASSON; 2004.
23. Santos A, Belga I, Gamella L, Conde AA, Marquina D. Microbiología Forense. REDUCA, 2012; 5(5): 23-45. Published online [fecha de acceso] 10 de mayo 2020. Disponible en: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/983/991>.

24. Shepherd R. Simpson's Forensic Medicine.12th ed. London; CRC PRESS; 2003.
25. Murray P, Baron Jo, Jorgensen J, Pfaller M, Tenover F, Tenover R. Manual of Clinical Microbiology: 8th ed. Washington,D.C.: ASM Press; 2003.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi madre y a mis abuelos, porque han estado conmigo en cada adversidad que he tenido que afrontar, dándome fortaleza y ánimo para continuar. A mi hermano OMAR quien con sus palabras de aliento no me dejaba decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A ellos, por velar por mi bienestar y educación, por su apoyo incondicional en todo momento, por su entera confianza en cada reto que se me presentaba, sin dudar ni un solo momento de mi capacidad y decisión para seguir adelante en busca de mis metas y sueños propuestos.

Con la promesa de cumplir con mis aspiraciones, sé que ellos estarán muy orgullosos por mis triunfos alcanzados. Los amo con mi vida.

**MARICIELO
FERNANDEZ**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesora la Dra. Cinthya Santa Cruz López, por su apoyo durante la investigación, al contribuir con la revisión, supervisión y corrección de la misma. También quiero brindar un inmenso agradecimiento a todos aquellos docentes que me brindaron sus enseñanzas, que me son necesarias no solo para poder elaborar este proyecto de investigación, sino que también me servirán para ejercer mi carrera profesional y poder servirá la sociedad.

A la Universidad Nacional de Jaén por autorizarme el uso tanto de sus ambientes de laboratorios, así como sus equipos, que me fueron necesarios para llevar a cabo este proyecto de investigación. Así mismo quiero agradecer a los encargados de los laboratorios por autorizarme el ingreso a dichos ambientes y además por darme las pautas necesarias para el manejo de los equipos.

A mi hermano Luis Horna Delgado, por trasladarme a la zona del proyecto para la recolección de muestras de *Sus scrofa L. (Cerdo)* en los días establecidos; para luego realizar su respectivo análisis en los laboratorios de la Universidad Nacional de Jaén.

**A TODOS MUCHAS
GRACIAS.**

ANEXOS

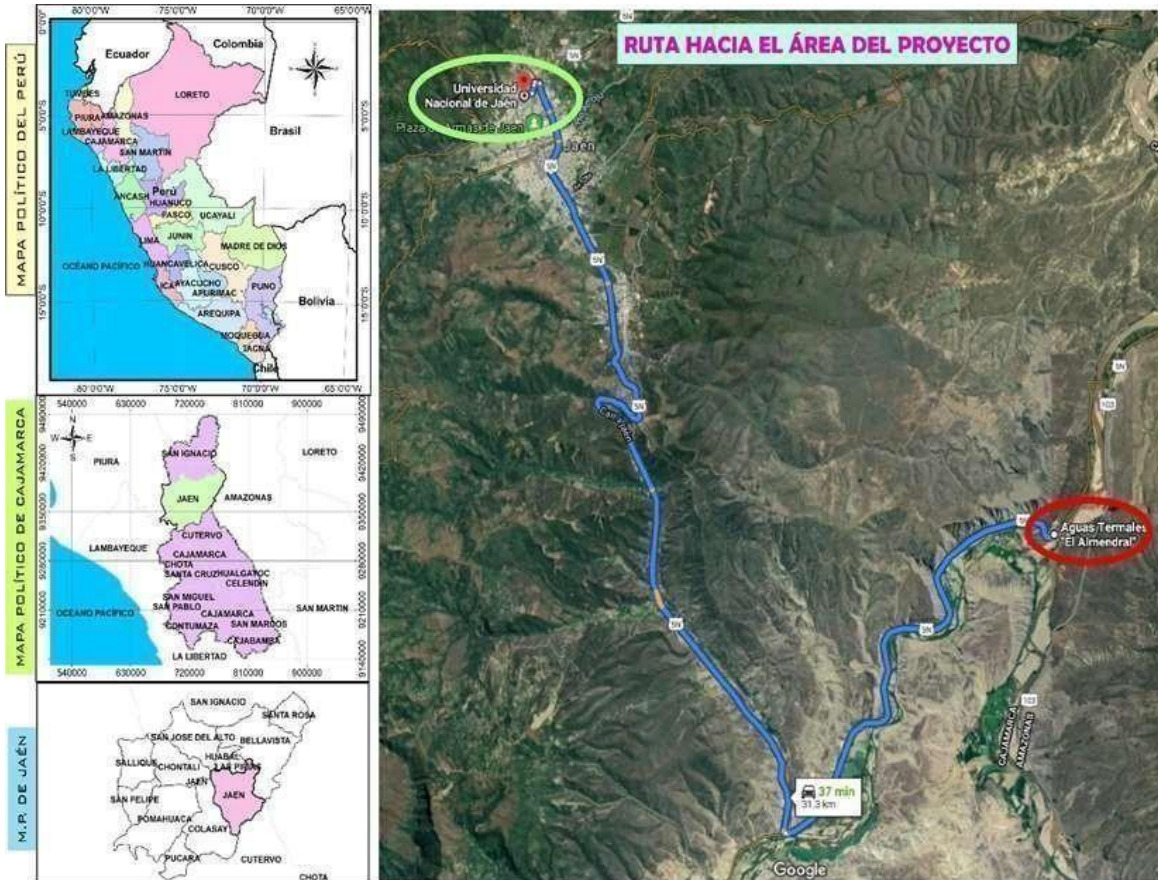
ANEXO 1

Operacionalización de variables

Variable	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Hongos en la descomposición cadavérica de <i>Sus scrofa</i> (Cerdo)	Son aquellos que aparecen en los cadáveres durante su descomposición cadavérica en la actualidad estos hongos están siendo de gran utilidad para determinar el tiempo de muerte de individuo.	<ul style="list-style-type: none"> - Hongos Filamentosos - Hongos Levaduriformes 	Presencia y ausencia de hongos en la descomposición cadavérica de <i>Sus scrofa</i> (Cerdo)

ANEXO 2

Figura 1. Ubicación del área de estudio en el sector El Almendral.



ANEXO 3

Ficha de control de la descomposición de *Sus scrofa* L. (cerdo) en condiciones de campo

MUESTRA	FECHA	DIA	HORA	TEMPERATURAS				
				AMBIENTE	BOCA	LOMO	ANTEBRAZO	ANO
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

ANEXO 4

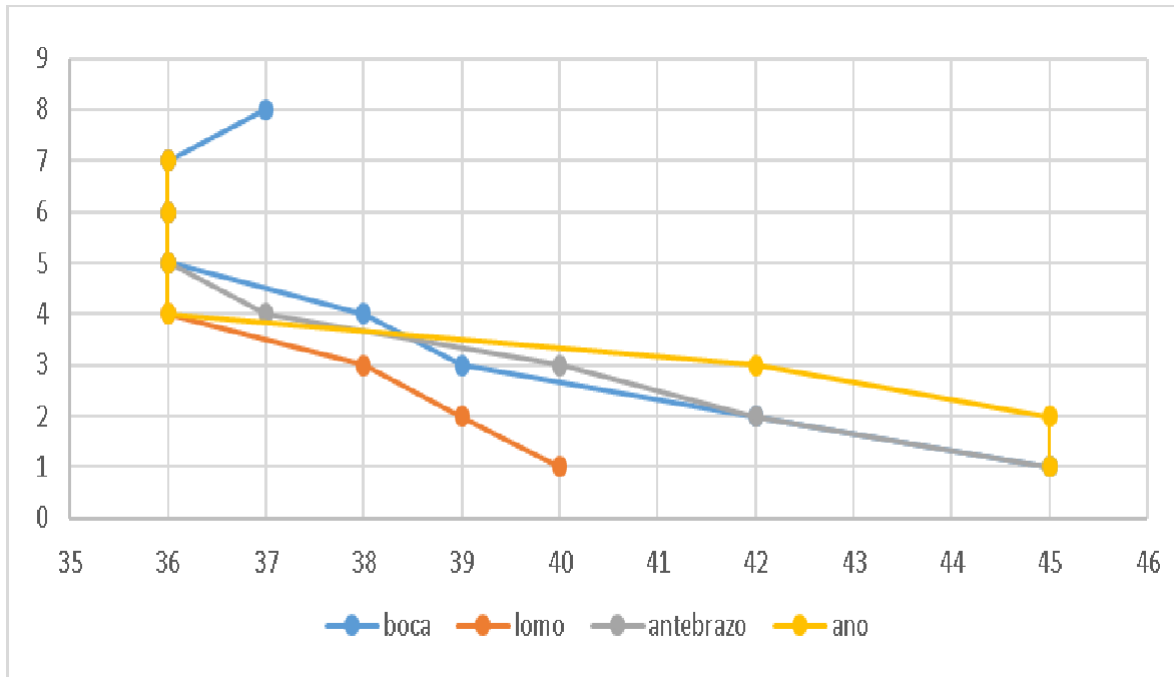


Figura 2. Temperatura corporal registrada en la boca, ano, lomo y antebrazo de *Sus scrofa*

L. (cerdo) en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Septiembre –diciembre 2019.

ANEXO 5

Tabla 6. Duración de las fases de descomposición de *Sus scrofa* L. (cerdo) en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Septiembre – diciembre 2019.

FASES	DIAS
Inicial o fresca:	1
Cromática	1-2
Enfisematosa	3-5
Putrefacción	5
Reductiva	20

ANEXO 6

Tabla 4. Índice de Similaridad de Jaccard (IS_J) entre las especies fúngicas asociadas a las fases de descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo), en las condiciones de campo en el sector el Almendral – Jaén. Septiembre – diciembre 2019.

Similarity Matrix (Jaccard)

	Fresco	Enfisematoso	Colicuativo	Esquelético
Fresco		0,375	0,444	0,125
Enfisematoso	0,375		0,777	0,625
Colicuativo	0,444	0,777		0,666
Esquelético	0,125	0,625	0,666	

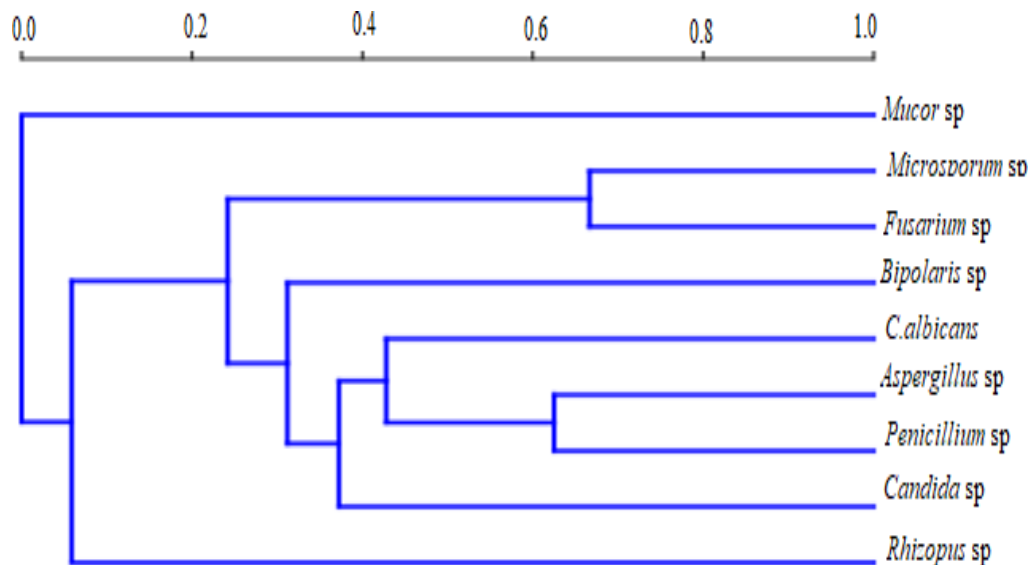


Figura 3. Dendrograma de similaridad entre las especies fúngicas asociadas a la boca del cadáver de *Sus scrofa* L. (cerdo) en las condiciones de campo en el sector el Almendral – Jaén. Septiembre – diciembre 2019.

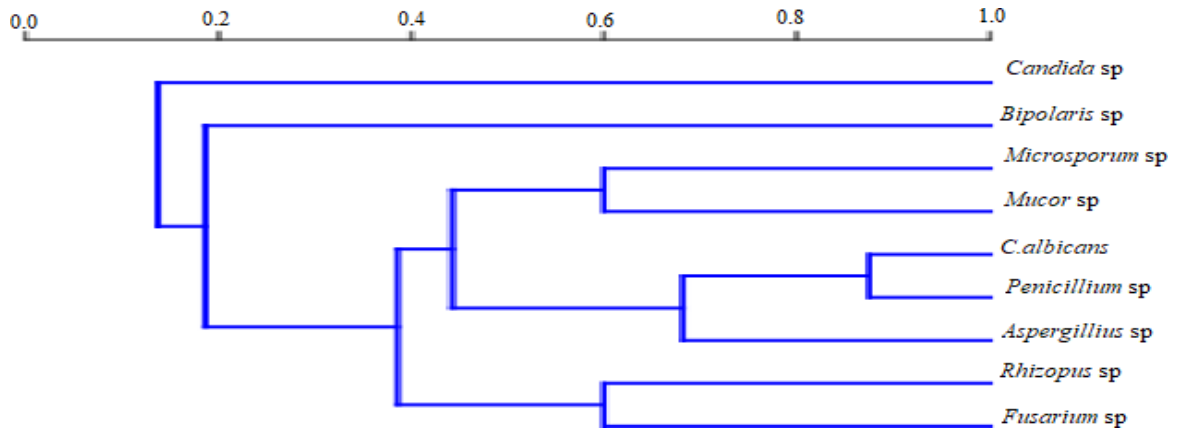


Figura 4. Dendrograma de similaridad en base al Índice de Jaccard entre las especies fúngicas asociadas al lomo del cadáver de *Sus scrofa* L. (cerdo) en las condiciones de campo en el sector el Almendral – Jaén. Septiembre – diciembre 2019.

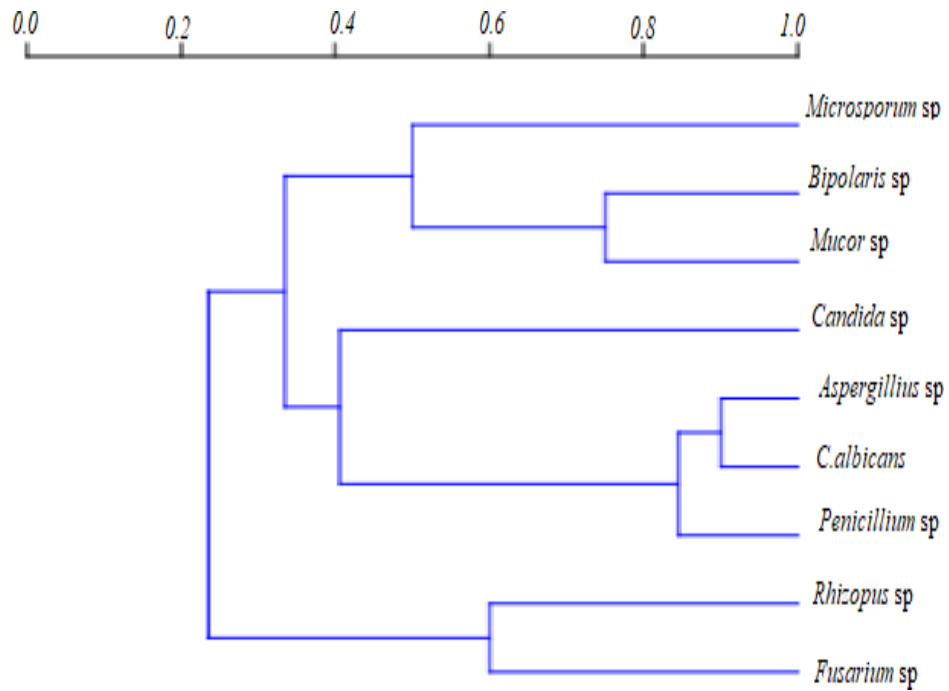


Figura 5. Dendrograma de similitud en base al Índice de Jaccard entre las especies fúngicas asociadas al antebrazo del cadáver de *Sus scrofa* L. (cerdo) en las condiciones de campo en el sector el Almendral – Jaén. Septiembre – diciembre 2019.

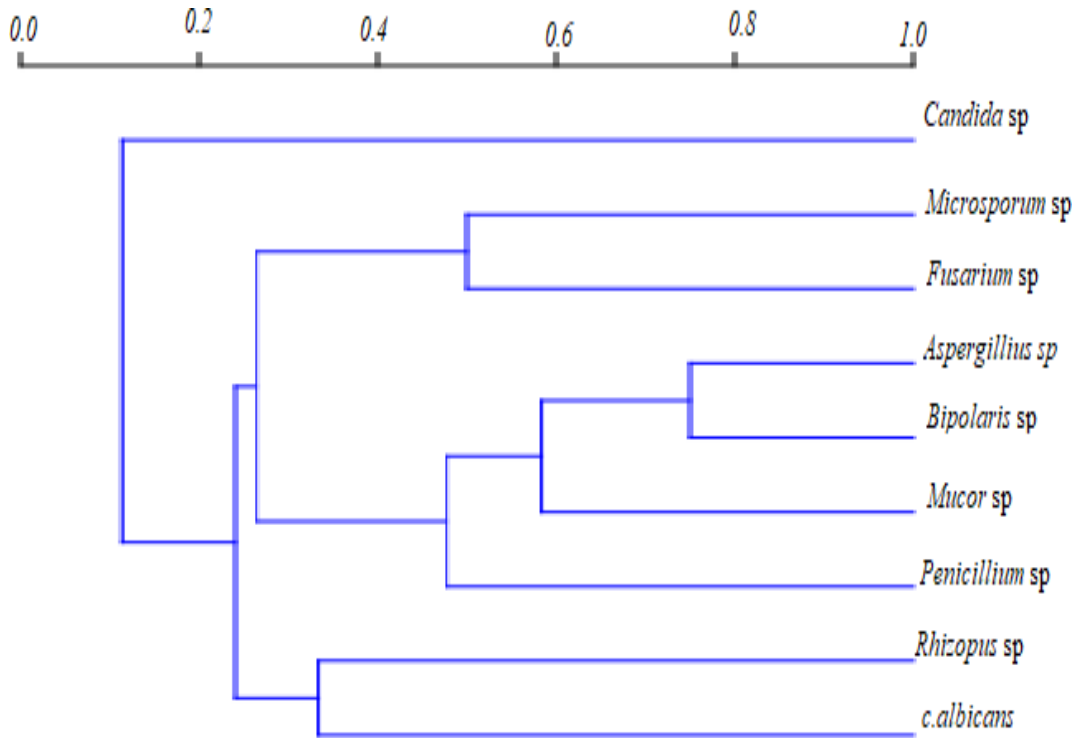


Figura 6. Dendrograma de Similitud en base al Índice de Jaccard entre las especies fúngicas asociadas al ano del segundo cadáver de *Sus scrofa* L. (cerdo), durante el periodo de estudio.

ANEXO 7

Tabla 5. Registro de temperatura ambiental durante la descomposición cadavérica *Sus scrofa* L. (cerdo) en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Septiembre –diciembre 2019.

DATOS METEREOLÓGICOS		
DÍAS DE MUESTREO		TEMPERATURA
FECHA	HORA	AMBIENTE
04/10/2019	4:00 pm	35°
09/10/2019	3:40 pm	36°
14/10/2019	10:30 am	40°
19/10/2019	4:00 pm	32°
24/10/2019	3:00 pm	34°
29/10/2019	4:10 pm	29°
03/10/2019	3:30 pm	32°
08/10/2019	2:00 pm	32°

ANEXO 8

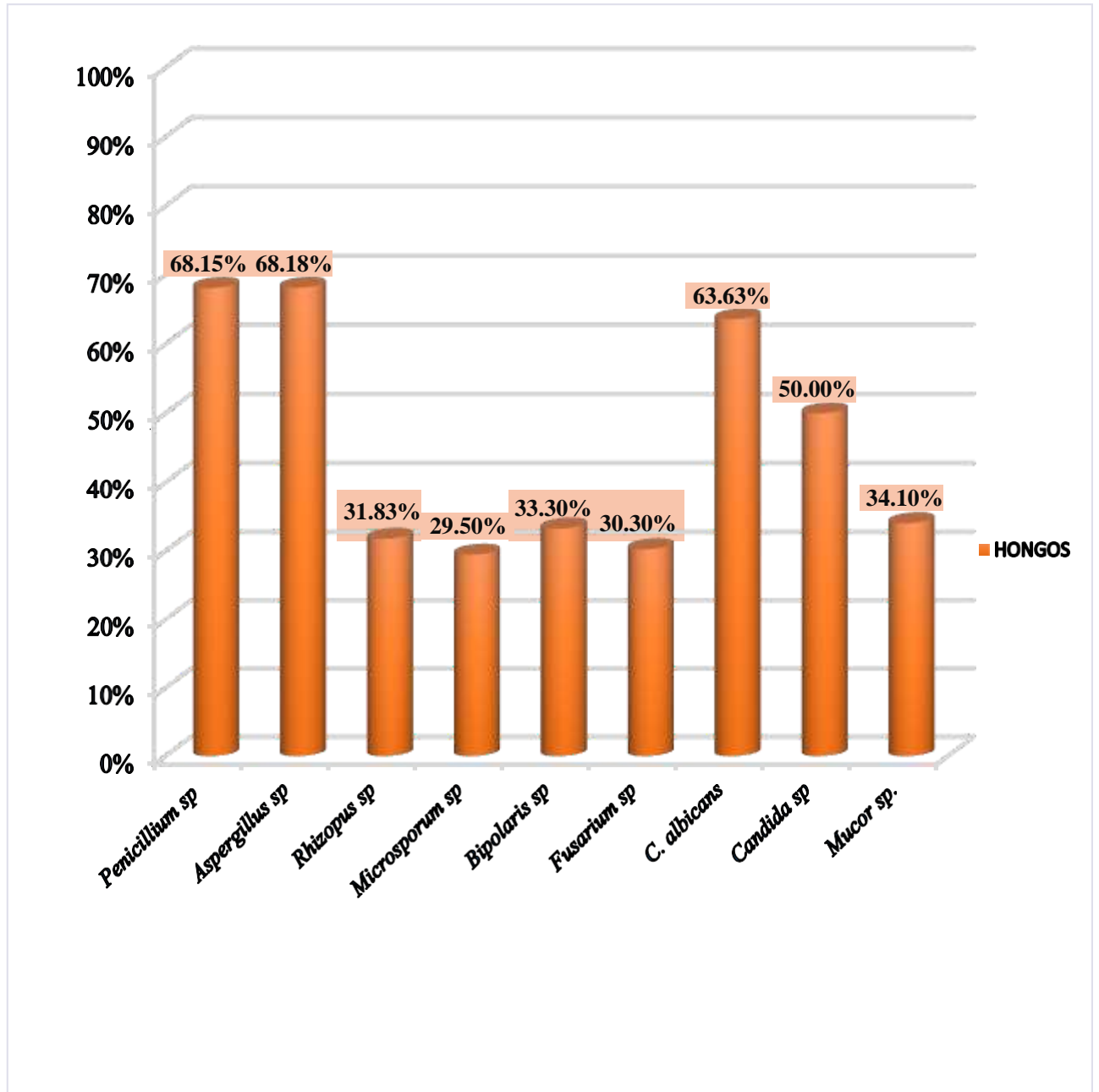


Figura 7. Presencia de especies fúngicas observadas durante la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. (cerdo), en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Setiembre – diciembre 2019.

ANEXO 9

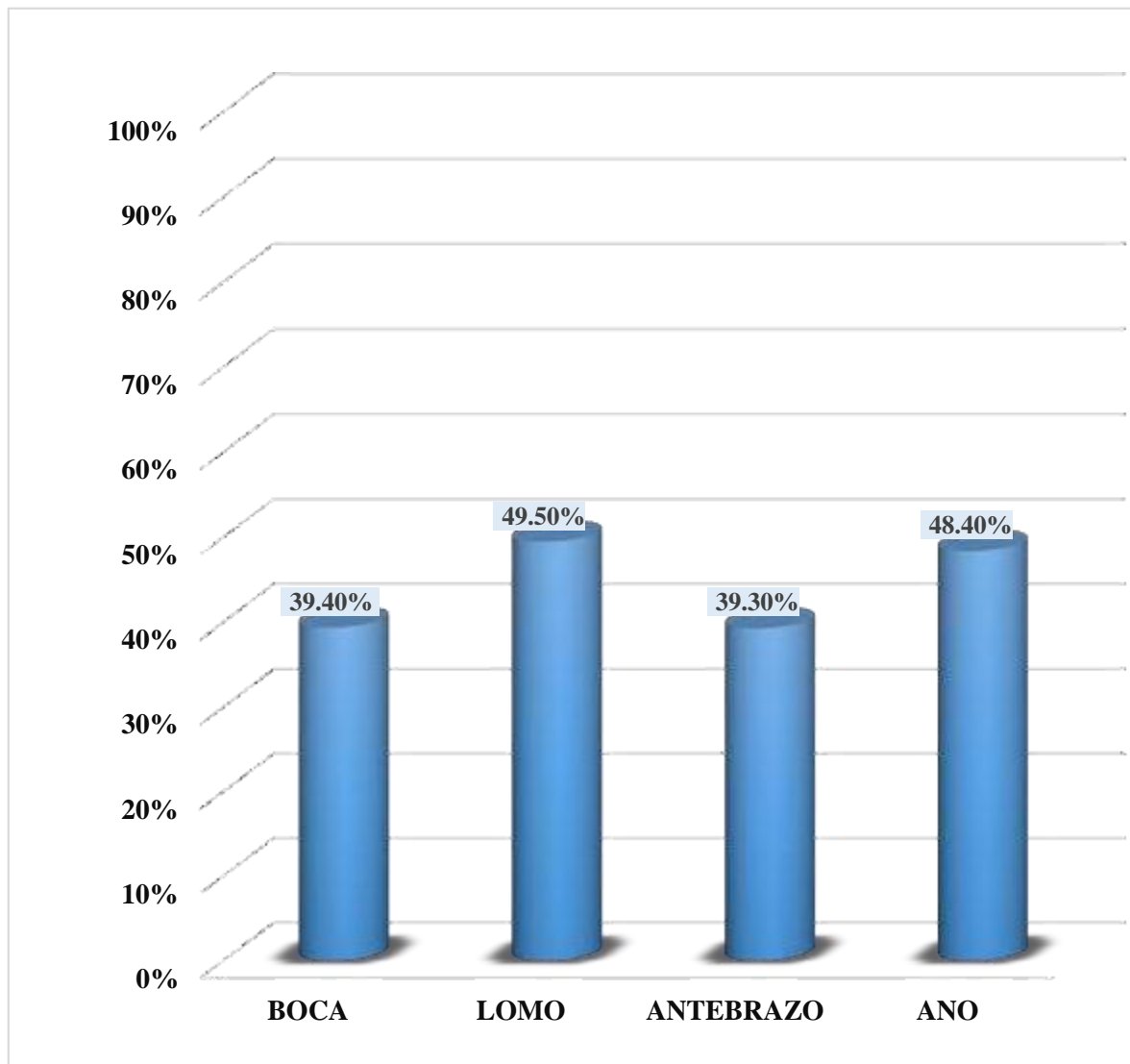


Figura 8. Prevalencia de especies fúngicas presentes en la boca, lomo, antebrazo y ano de *Sus scrofa* L. (cerdo) en condiciones de campo en el sector El Almendral – Jaén. Setiembre – diciembre 2019

EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS

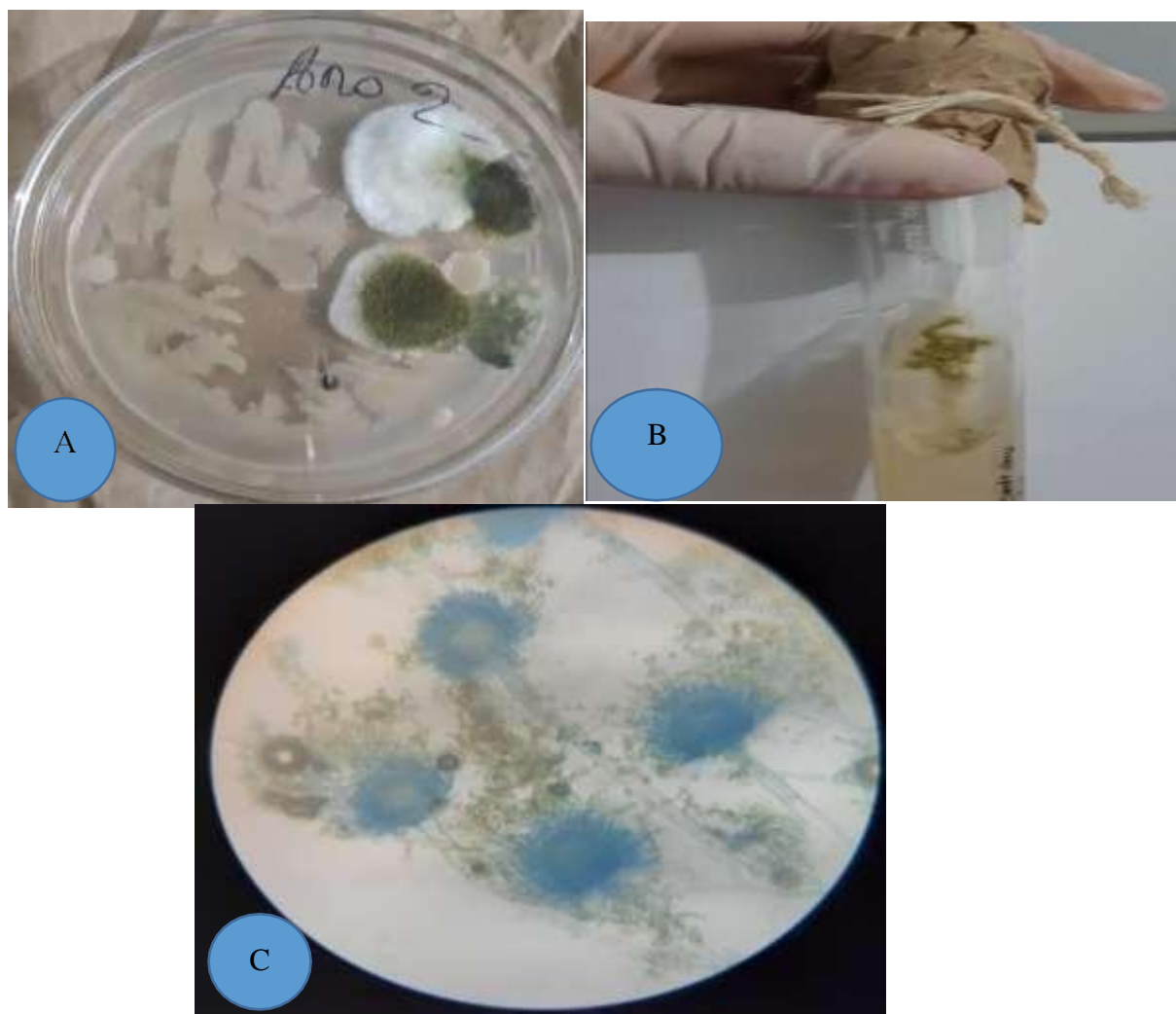


Figura 9. *Aspergillus sp.* **A.** Anverso de la placa Petri **B.** cultivo puro del agar czapeck
C. Tinción de azul de lactofenol (40x)

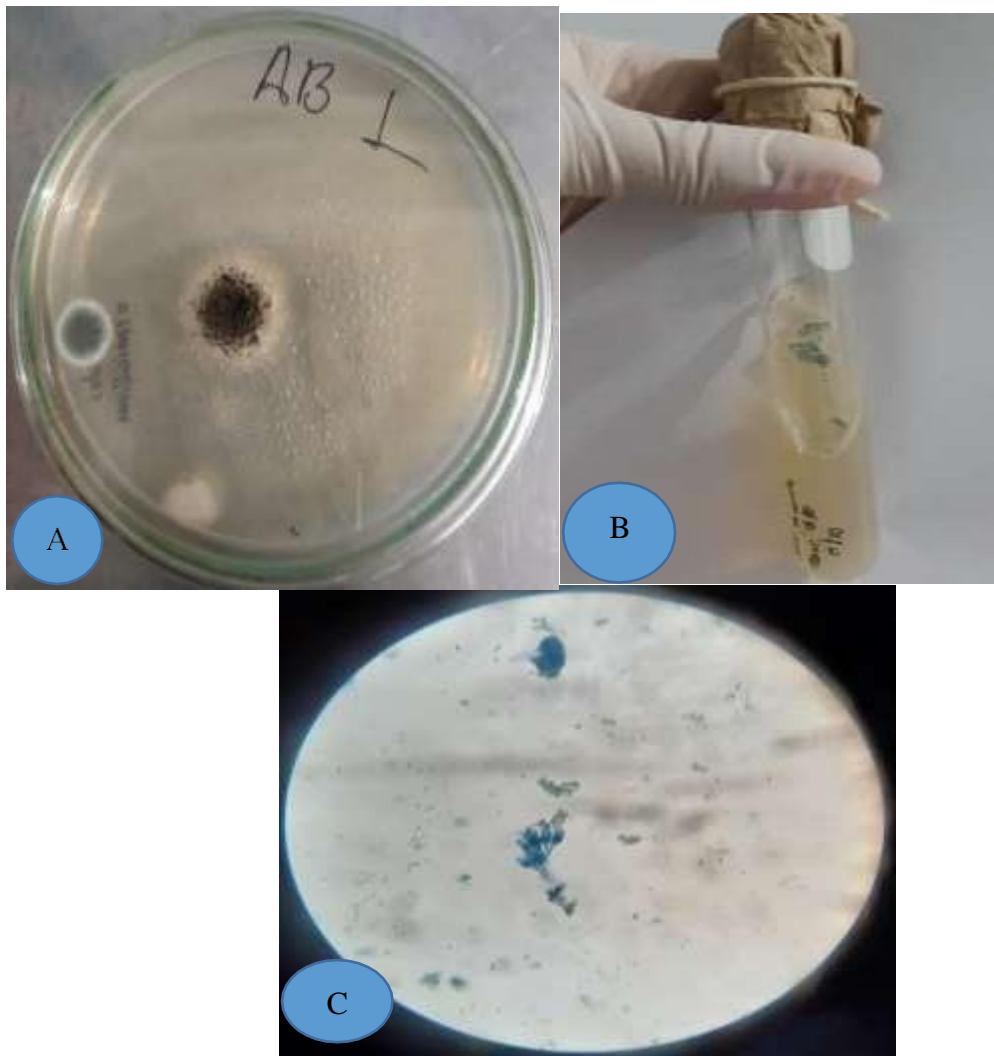


Figura 10. *Penicillium sp.* **A)** Anverso de la placa de Petri; **B.** cultivo puro de agar czapeck **C)** Tinción de azul de lactofenol (400x).

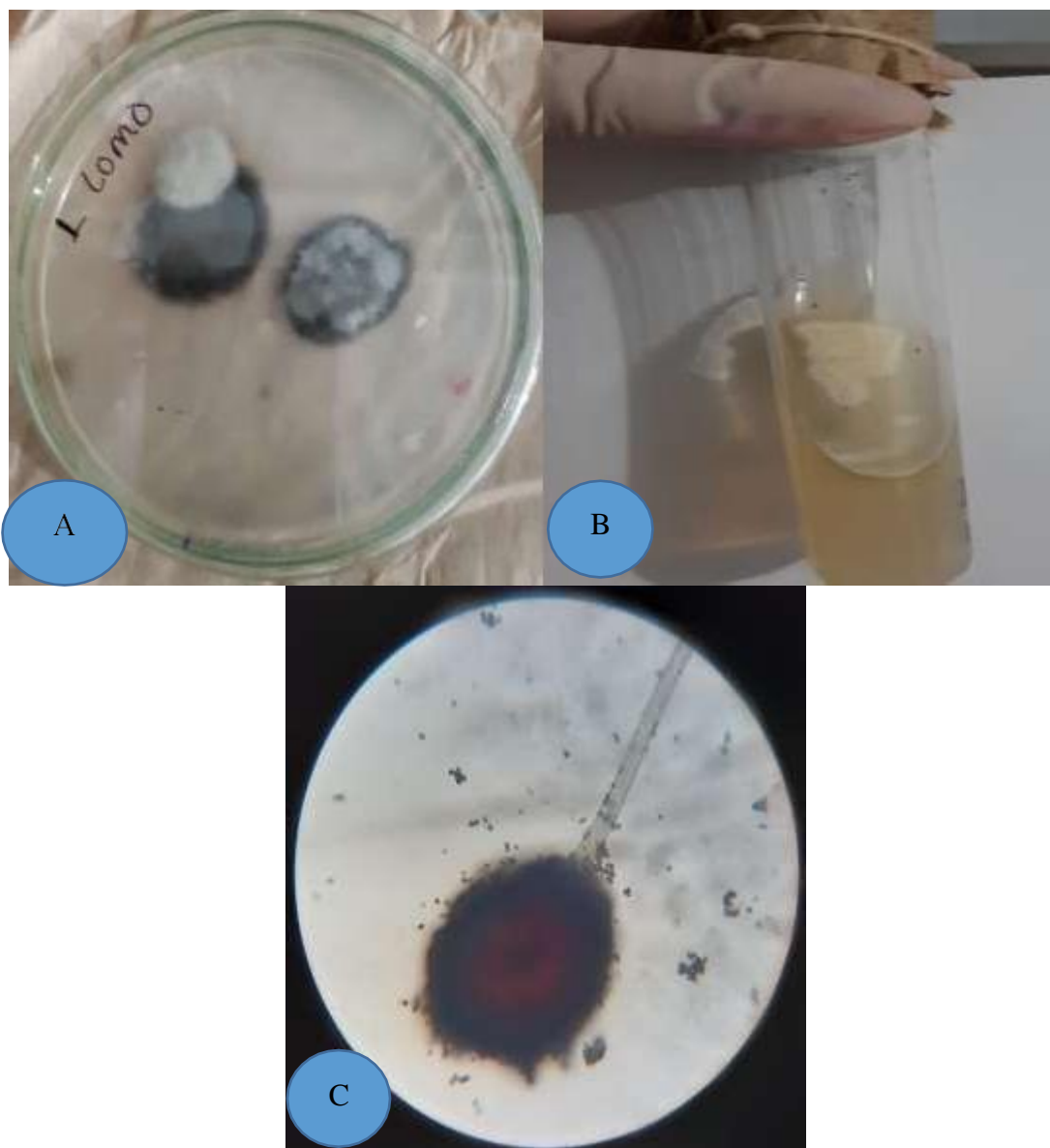


Figura 11. *Mucor sp.* **A.** Anverso de la placa de Petri; **B.** Cultivo puro de agar czapeck **C.** Tinción con azul de lactofenol (400x).

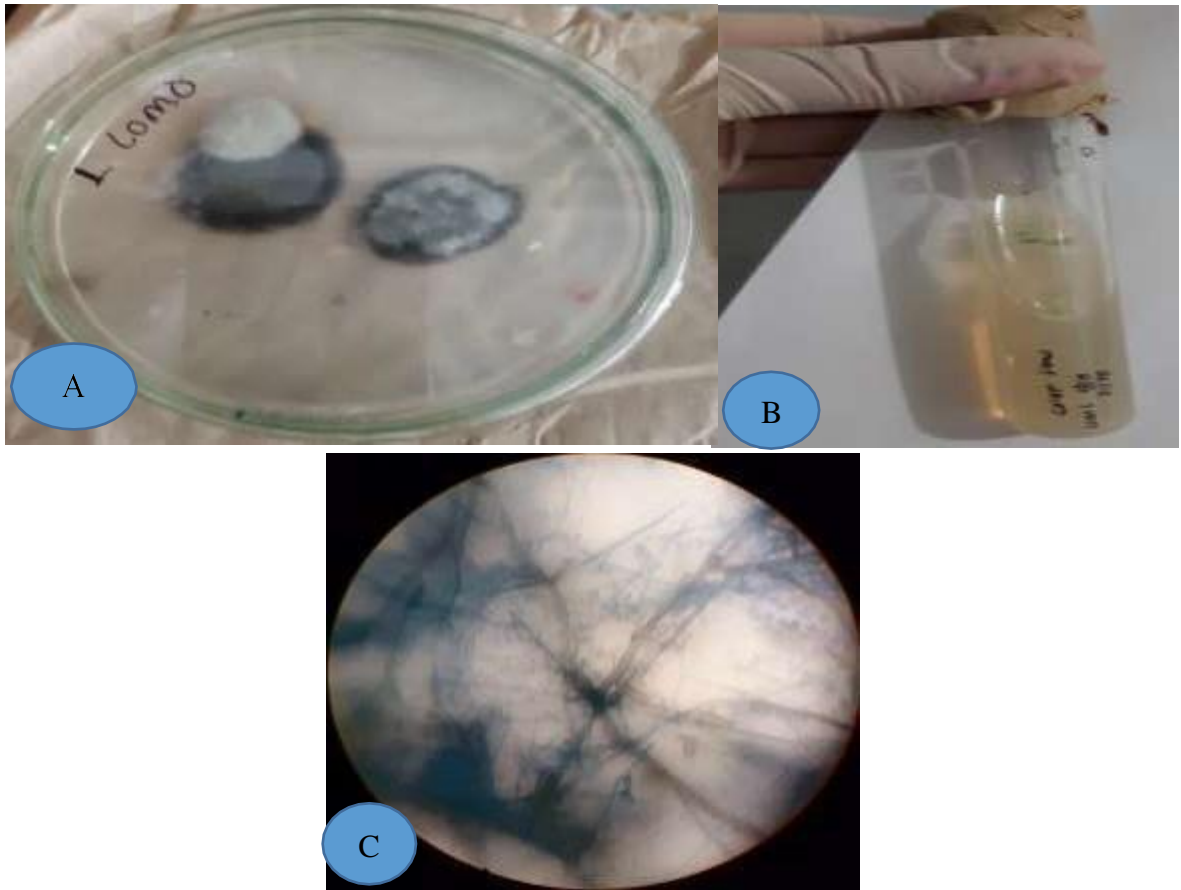


Figura 12. *Bipolaris sp.* **A)** Anverso de la placa de Petri; **B).** Cultivo puro de agar czapeck **C)** Tinción azul de lactofenol (**400x**).

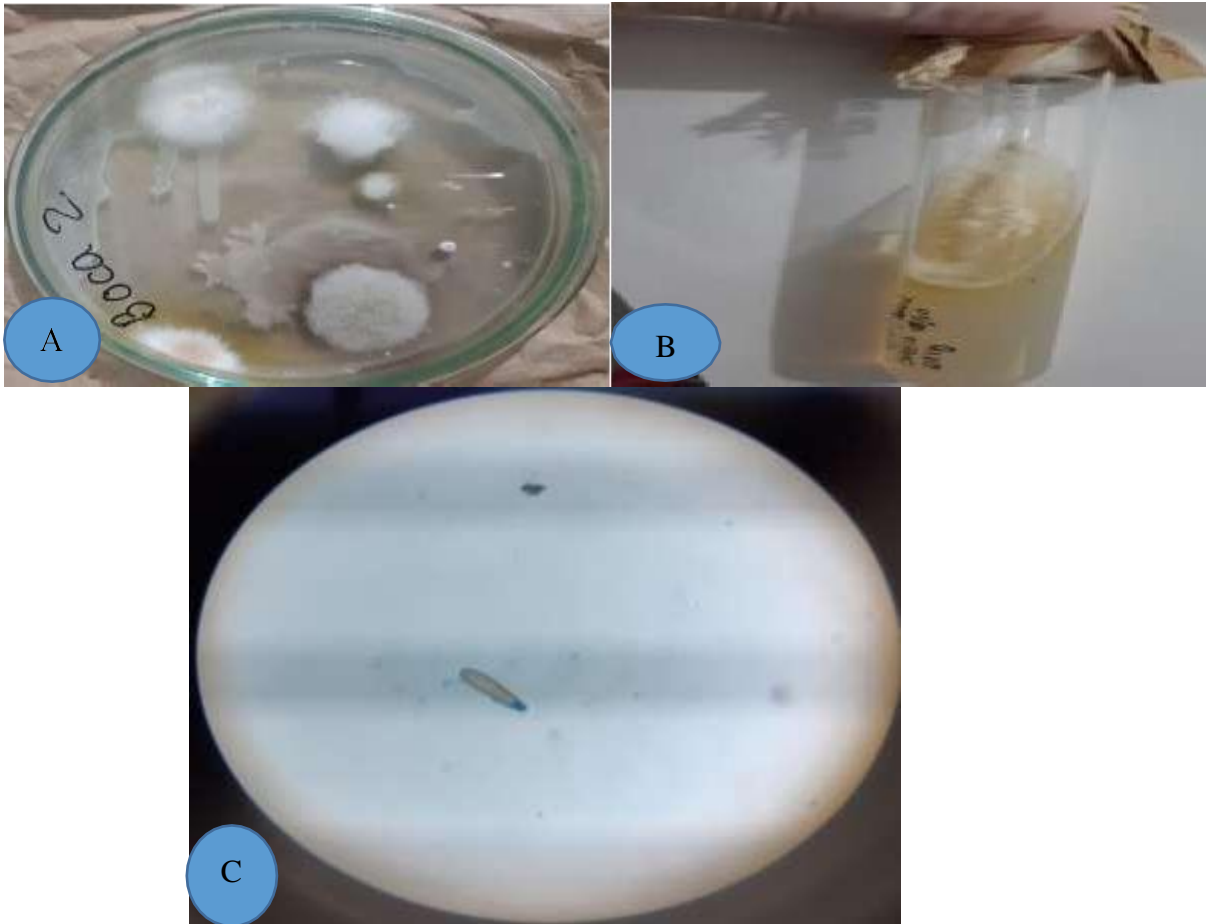


Figura 13. *Microsporium sp.* A. Anverso de la placa de Petri; B. Cultivo puro de agar czapeck C. Tinción azul de lactofenol (400x).



Figure 14. *Fusarium sp.* **A.** Anverso de la placa de Petri; **B.** Cultivo puros de agar czapeck
C. Tinción con azul de algodón (400x).



Figura 15. Fases de descomposición cadavérica: **A.** Fase fresca; **B.** Fase cromáticos;

C. Fase enfisematosa; **D.** Fase colicuativo



Figura 16. Mancha verde abdominal en el cerdo, presentándose en la parte ceca apendicular izquierda.



Figura 17. Área geográfica empleada para la descomposición cadavérica de *Sus scrofa* L. en el Sector el Almendral, provincia de Jaén- Perú.



Figura 18. Jaula para colocar el espécimen cuyas dimensiones son 0.50m x 0.40m x 0.40m



Figura 19. Sacrificio de *Sus scrofa L* (cerdo).



Figura 20. *Sus scrofa L.* (cerdo) dentro de la jaula habilitada con las dimensiones requeridas.



Figura 21. Recolección de muestras de Hongos

A. secreción oral B. superficie del lomo C. Antebrazo D. Secreción anal.



Figure 22. Aislamiento e identificación de hongos. **A.** Muestras sembradas en agar zapeck. **B.** Desarrollo de colonias de aspecto miceliales y levaduriformes. **C.** Colonias en cultivo puro.

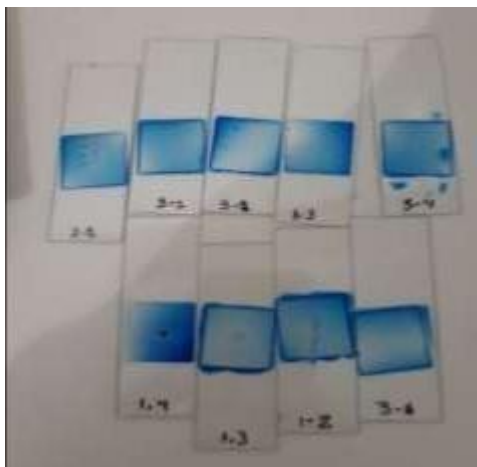


Figure 23. Técnica de montaje por disección



Figure 24. Técnica de Microcultivo para observar las estructuras fúngicas *in situ*

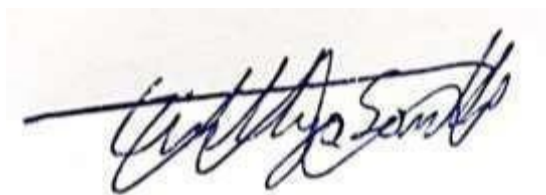
FORMATO 01: COMPROMISO DEL ASESOR

El que suscribe, Cinthya Yanina Santa Cruz López con Profesión/Grado de Lic. Biología, Microbiología y Parasitología / Doctora en Ciencia biomédicas, D.N.I. (X) / Pasaporte () / Carnet de Extranjería () N° 46543358 con conocimiento del Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, se compromete y deja constancia de las orientaciones al Estudiante/Egresado o Bachiller Estefanny Maricielo Fernandez Delgado de la Carrera Profesional de Tecnología Médica en la formulación y ejecución del:

- () Plan de Trabajo de Investigación () Informe Final de Trabajo de Investigación
() Proyecto de Tesis () Informe Final de Tesis
() Informe Final del Trabajo por Suficiencia Profesional

Por lo indicado doy testimonio y visto bueno que el Asesorado ha ejecutado el Trabajo de Investigación; por lo que en fe a la verdad suscribo la presente.

Jaén, 20 de Julio de 2020



Asesor

FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Estefanny Maricielo Fernandez Delgado, identificado con DNI N° 73990340 estudiante/egresado o Bachiller de la Carrera Profesional de Tecnología Médica de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que Soy Autor del **Trabajo de Investigación**: hongos en la descomposición cadavérica de sus scrofa I. (cerdo) en las condiciones de campo en el sector EL ALMENDRAL – JAÉN. Setiembre – diciembre 2019

El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller (X) Título Profesional

2. El **Trabajo de Investigación** no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El **Trabajo de Investigación** presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El **Trabajo de Investigación** no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del **Trabajo de Investigación**, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del **Trabajo de Investigación**.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 20 de julio de 2021



Firma – Huella Digital

