

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y  
EXACTAS  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CLÚSTER PARA  
EL ESTUDIO FÍSICOQUÍMICO EN DIFERENTES  
SUBSTRATOS DE CEPAS DE PLEUROTUS  
DJAMOR DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN RECURSOS NATURALES DE LA UNACHI

PRESENTADO POR:  
KAROL Y. RODRÍGUEZ M

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO A LA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO  
DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

FACILITADO POR:  
MARCOS TEM

DAVID, CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ  
2018

9.23  
96

Universidad autónoma de Chiriquí  
Facultad de ciencias naturales y exactas  
Escuela de Biología

Aplicación del Análisis de clúster para el estudio fisicoquímicos en  
diferentes substratos de cepas de Pleurotus djamor del centro de  
investigación en Recursos Naturales de la UNACHI

Presentado por:  
Karol Y. Rodríguez M

Trabajo de graduación presentado a la Escuela de Biología  
Como Requisito Parcial Para Optar Por El Titulo  
De Licenciatura En Biología

Facilitado por:  
Marcos Tem

David, Chiriquí, República de Panamá

2018

## Dedicatoria

A mi abuela Digna Pérez, a mi mama Diana Morales, mis tíos que creyeron siempre en mí, a mis amistades que me ayudaron con sus consejos, y a todos mis compañeros que de una u otra manera me apoyaron.

Karol Yaremis.

## Agradecimiento

A dios primero que todo por darme sabiduría y fuerzas para seguir siempre hacia adelante con mi carrera, a mi abuela Digna Pérez por creer siempre en mí y apoyarme en cada momento, a mis tíos por apoyarme en todo lo que necesitaba.

Al centro de investigación en Recursos Naturales de la UNACHI por brindarme el apoyo en la base de datos obtenidas sobre las diferentes cepas del hongo P. djamor, al profesor Javier De León y a la Dra Vega por brindarme todos sus conocimientos.

Al profesor Marco Tem por sus conocimientos brindados, por su apoyo.

**KAROL YAREMIS**

## Índice general

Índice de figuras.....	I
Índice de cuadro .....	II
Resumen.....	III
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
Metodología.....	3
Resultados y discusión.....	4
Conclusión.....	5
Bibliografías .....	6

## Índice de figuras

Fig.1 vista de variable del programa SPSS.

F2 introducción de la base de datos en el programa SPSS.

Fig.3 clasificación de conglomerados jerárquicos en el programa SPSS

Fig. 4 Asignación de las variables y conglomerados de variables

Fig. 5 análisis de conglomerados jerárquicos, opción estadística

Fig. 6 Análisis de conglomerados jerárquicos, opción gráficos

Fig.7 análisis de conglomerados, opción método por vinculación inter-grupos

Fig8. Dendrograma que utiliza una vinculación inter-grupo.

## Índice de cuadro

Cuadro 1. Resumen de procedimiento de los casos. Número y porcentaje de casos válidos y perdidos.

Cuadro2. Matriz de distancias de las variables

Cuadro 3. Historial de conglomeración

Cuadro5. Conglomerado de pertenencia

Cuadro 5. Historial de conglomeración





## Resumen

Se realizó un análisis de clúster para una base de datos que contiene diferentes muestras de cepas de hongos comestibles, ya que fue un trabajo previo del CIRN, estas fueron aisladas de diferentes Provincias de la República de Panamá (Darién y Chiriquí). Se realizaron unas combinaciones para sembrar las cepas ya purificadas en diferentes tipos de sustratos o biomasa vegetales con la finalidad de que si había una diferencia con los parámetros nutricionales y sobre todo a nivel de los parámetros de actividad antioxidante.

Los sustratos utilizados fueron paja de arroz (*Oryza sativa* L.) y pulpa de café (*Coffea arabica* L.) Por cada cepa y sustrato se prepararon nuevas réplicas.

Se quiere contrastar el efecto que podía generar el sustrato sobre estos parámetros en el cuerpo fructífero de los hongos a ver si se puede potenciar como alimento mejorado de la cual si se puede utilizar como alimento de suplementos alimenticios de proteína ya que contiene un alto rendimiento alimenticio.

En el Dendrograma se agrupan tres grupos grandes, y dos subgrupos se puede observar que los que tienen mayor similitud son 6 y 20, 1 y 10, 7y9, 3 y 22, 6 y 18. Son los que presentan un coeficiente más bajo por lo tanto presentan una mayor afinidad. El conglomerado que está más lejos o tiene poca similitud con los otros conglomerados es el 4 que se encuentra distante esto indica que tiene poca similitud que los diferentes sustratos de la muestra *P. djamor*.

## Introducción

Los hongos son organismos eucariotas, heterótrofos, con pared celular de quitina, alimento de reserva el glucógeno pertenecen al reino fungi. Este reino alberga organismos como los mohos, levaduras y setas.

Las setas de *Pleurotus djamor* (Rumph.: Fr.) Boedijn fue originalmente descrito por Fries en 1821, como *Agaricus djamor*. Posteriormente Boedijn, en 1959, lo transfirió al género *Pleurotus* de la familia *Pleurotaceae* (Nicholl y Petersen, 2000). El género *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm es cosmopolita, con especies que pueden crecer en altitudes tan variables como son, desde el nivel del mar hasta más de 3000 metros (Guzmán, 2000). Las especies del género se caracterizan por poseer un alto valor nutrimental, potencial nutraceutico y variadas aplicaciones biotecnológicas y ambientales (Cohen et al., 2002; Bordallo et al. 2002; Asaduzzaman Khan y Mousumi, 2012).

Los esporomas de *P. djamor* presentan un aceptable contenido nutrimental. Estos hongos son especialmente ricos en carbohidratos, con 32.7 a 48.3 g por cada 100 g de hongo (base seca) y proteína cruda de 20.7 a 28 g, con valores recomendables de fibra cruda (9.1 a 22.4 g) y cenizas (4.1 a 7.4 g), baja cantidad de grasas (0.11 a 2.09 g) y alta humedad (79.5 a 90%) (Ancona et al., 2005; Mshandete y Cuff, 2007; Khan et al., 2013; Dharmarai et al., 2014; Selvakumar et al., 2015). La calidad nutrimental de la proteína de los hongos ha sido ampliamente estudiada, ya que una de las más importantes características biológicas de estos organismos es su capacidad de obtener el nitrógeno del sustrato de crecimiento y posteriormente sintetizarlo y transformarlo en aminoácidos. En este punto, los hongos del género *Pleurotus* son especialmente interesantes porque ellos pueden crecer en residuos lignocelulósicos con muy bajo contenido de nitrógeno, teniendo la capacidad de producir biomasa con mayor contenido de nitrógeno que el sustrato en el que están creciendo (Rajarathnam et al., 1998).

El *P. djamor* como una especie autóctona de Panamá para una actividad de producción comercial sería una oportunidad para productores radicados en zonas

con condiciones propicias para el cultivo de este hongo y por ende desarrollar un negocio para comercializar en restaurantes de hoteles especializados en comidas internacionales o gourmet (Vega, A 2009).

El cultivo de cepas de hongos comestibles aprovechando residuos agroindustriales que generan productos con gran potencial de consumo para el ser humano y animales (figura 1). También existe la alternativa de utilizar el hongo *P. djamor* como materia prima para la elaboración de medicinas y descontaminantes del medio ambiente (Vega, A 2009).

Hongos comestibles como el *P. djamor* son conocidos en otros países comúnmente, como "carne vegetal". Para el consumo humano, las carnes vegetales se pueden preparar utilizando recetas diversas, elaborando alimentos especiales con bajas calorías y de bajo contenido graso, las cuales son recomendadas para diabéticos, hipertensos, entre otros; y también son consumidas hoy día como alimentos vegetarianos y de dietas para contrarrestar los males de sobrepeso u obesidad.

En la actualidad, existe la tendencia en el mercado internacional de sustituir ciertos tipos de carnes como la bovina por la carne vegetal, o por carnes orgánicas y naturales, las cuales también pueden ser obtenidas a precios más bajos.

El hongo *P. djamor* tiene alto valor nutritivo comparado con los hongos Crimini y Shiitake, posee macro y micronutrientes, vitaminas como la B9 y C en mayor cantidad que esas dos especies (L. Guevara, J., D. M. Miranda, 2008). Además, puede aportar al organismo más proteínas que otros vegetales y un 100% de vitamina C más que las necesarias para el cuerpo humano (L. Guevara, J., D. M. Miranda, 2008).

Entre las razones por la cual la degustación no se realizó con consumidores en hogares panameños, tenemos: desconocimiento de la especie, porque no se tiene la cultura en el consumo de hongos comestible en la dieta diaria de hogares en Panamá y por los costos para realizar pruebas a gran escala.

El P. djamor puede aportar al organismo más proteínas que otros vegetales y un 100 % de vitamina C más que las necesarias para el cuerpo humano, información importante para considerar en estrategias para promocionar el producto en el mercado (L. Guevara, J., D. M. Miranda, 2008).

Para este estudio se utilizó el análisis de clúster, conocido como Análisis de Conglomerados, es una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos. Es el más utilizado cuando desea agrupar un número pequeño de objetos.

El análisis de clúster jerárquico comienza separando cada objetivo en un clúster por sí mismo. En cada etapa del análisis, el criterio por lo que los objetos son separados, se relaja en orden para enlazar los dos conglomerados más similares hasta que todos los objetos sean agrupados en un árbol de clasificación completo. El criterio básico para cualquier agrupación es la distancia. Los objetos que estén cerca unos del otro pertenecerían al mismo conglomerado o clúster, los objetos que estén lejos uno del otro pertenecerán a distintos clúster.

El análisis clúster no debe confundirse con el discriminante, ya que ese último tiene por objeto explicar una clasificación establecida a priori mientras que el análisis clúster intenta, precisamente, generar esa clasificación a partir de un único grupo global.

Como puede comprenderse fácilmente el análisis clúster tiene una extraordinaria importancia en la investigación científica, en cualquier rama del saber. Téngase presente que la clasificación es uno de los objetivos fundamentales de la ciencia. Y en la medida en que el análisis clúster nos proporciona los medios técnicos para realizarla, se nos hará imprescindible en cualquier investigación.

## Objetivos

### Objetivo general

- Evaluar la producción de *Pleurotus djamor* en diferentes sustratos.

### Objetivos específicos

- Evaluar la producción de *Pleurotus djamor* sobre los sustratos de proteína grasa y flavonoides como suplementos alimenticios para el ser humano
- Determinar el medio de cultivo más adecuado para una mejor producción de *Pleurotus djamor*, mediante análisis estadísticos.
- Interpretar el dendrograma que se obtendrá del análisis de conglomerados.

## Materiales y métodos

### Base de datos

Los datos utilizados se obtuvieron del centro de investigaciones en Recursos Naturales. La investigación se realizó utilizando diferentes tipos de muestras de diferentes cepas de hongos comestibles que fueron aislados en diferentes sustratos, hicieron la combinación de sembrar las cepas en pulpa de café, pulpa de arroz y tuza de maíz del hongo *Pleurotus djamor*, con la finalidad de que si había una diferencia con los parámetros nutricionales del hongo. Se analizó las muestras en diferentes lugares de Panamá, como Santa Fe de Darién y Chiriquí.

Se utilizó el programa SPSS para realizar el análisis de conglomerado o pruebas de clúster, que consistió en agrupar los diferentes sustratos del hongo *P.djamor* (proteína, grasa, flavonoides).

### Pasos a seguir para realizar el análisis de clúster

#### 1. Nombrar las variables

En el programa SPSS, se encuentra la opción vista variable que permite colocar el nombre a cada variable del archivo de la base de datos.

\*Sin título1 [Conjunto\_de\_datos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Sustrato	Cadena	10	0		Ninguna	Ninguna	8	☒ Izquierda	Nominal	Entrada
2	Grasa	Númérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	☒ Derecha	Escala	Entrada
3	Proteína	Númérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	☒ Derecha	Escala	Entrada
4	Polifenoles	Númérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	☒ Derecha	Escala	Entrada
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

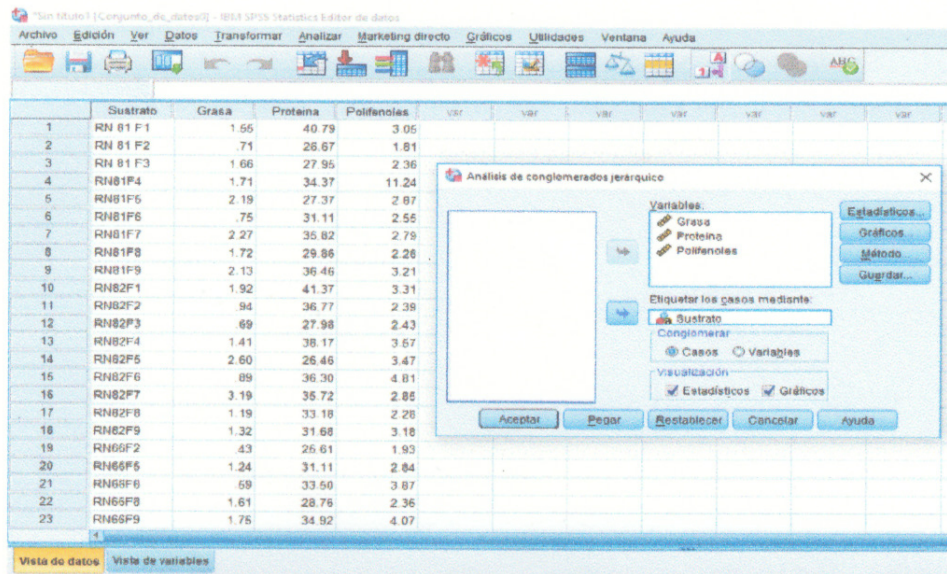
Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Sta

Fig.1 vista de variable del programa SPSS.

Se asigna el nombre, tipo, decimal, etiqueta, medida; a cada variable de la base de datos utilizada.

En vista de datos se ingresan los datos correspondientes a cada variable. De acuerdo al nombre que se asignado anteriormente.



F2 introducción de la base de datos en el programa SPSS.

Se utilizan los valores promedios de los sustratos de puros y las combinaciones de sustratos.

Clasificar conglomerados jerárquicos

Con el fin de clasificar de forma jerárquica atendiendo a las variables utilizadas, Se escoge la opción analizar, clasificar, conglomerados jerárquico, tal como se observa en la figura 3.



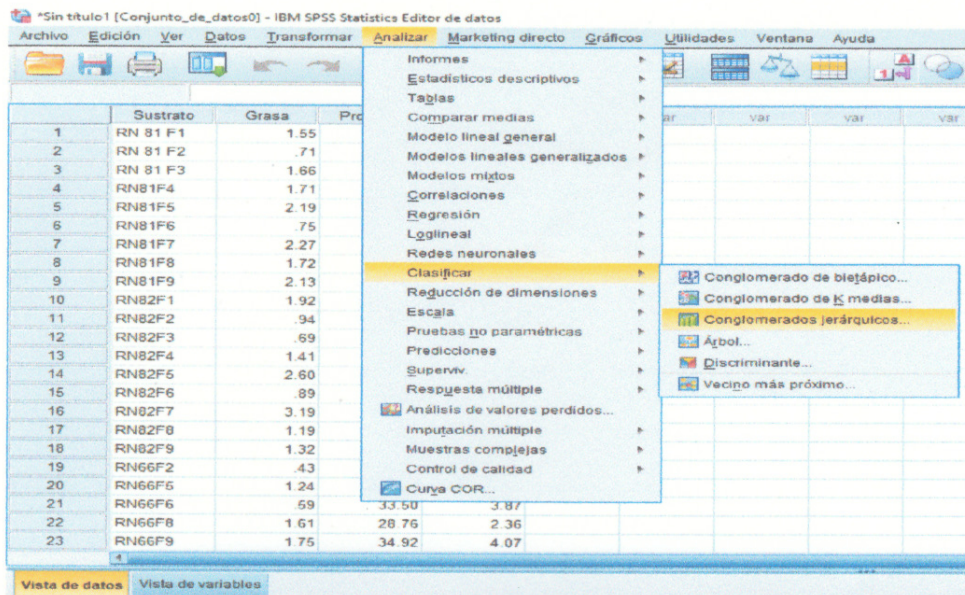
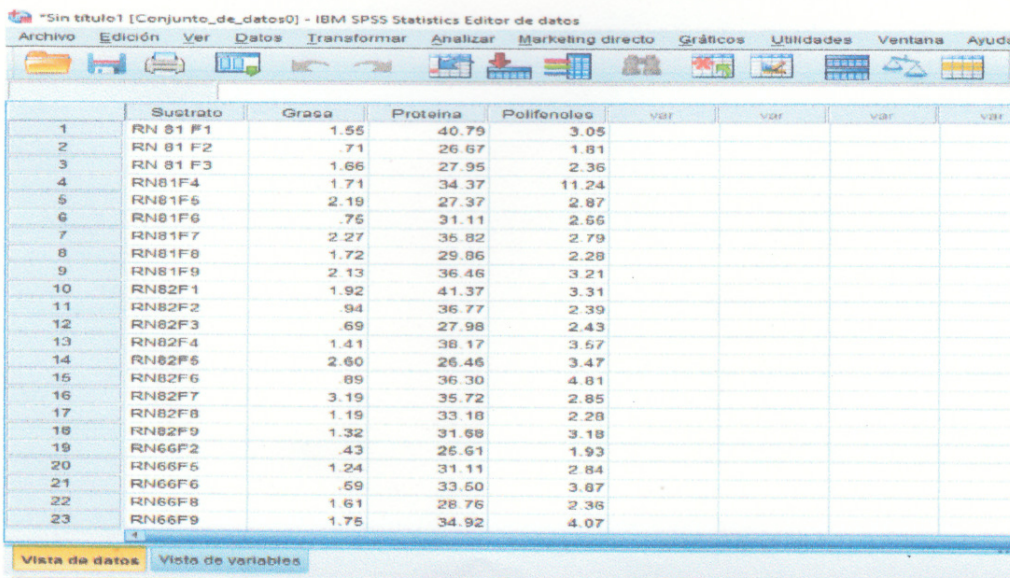


Fig.3 clasificación de conglomerados jerárquicos en el programa SPSS

Seguidamente, se seleccionan las variables categóricas y se etiquetan los casos mediante, se escoge la opción de conglomerar variable y mostrar estadísticos y gráficos (figura 4)

Fig. 4 Asignación de las variables y conglomerados de variables

En la opción estadística se marca con un gancho la opción historial de conglomeración, en esta opción se presenta el proceso de elaboración de los agrupamientos, mostrando los casos o variables combinados en cada etapa y la distancia existente entre cada uno. También se marca la opción matriz de distancia que nos facilita observar la distancia o similitud entre las variables



adicionales se escoge un rango de solución desde 2 hasta 5 grupos (figura 5).

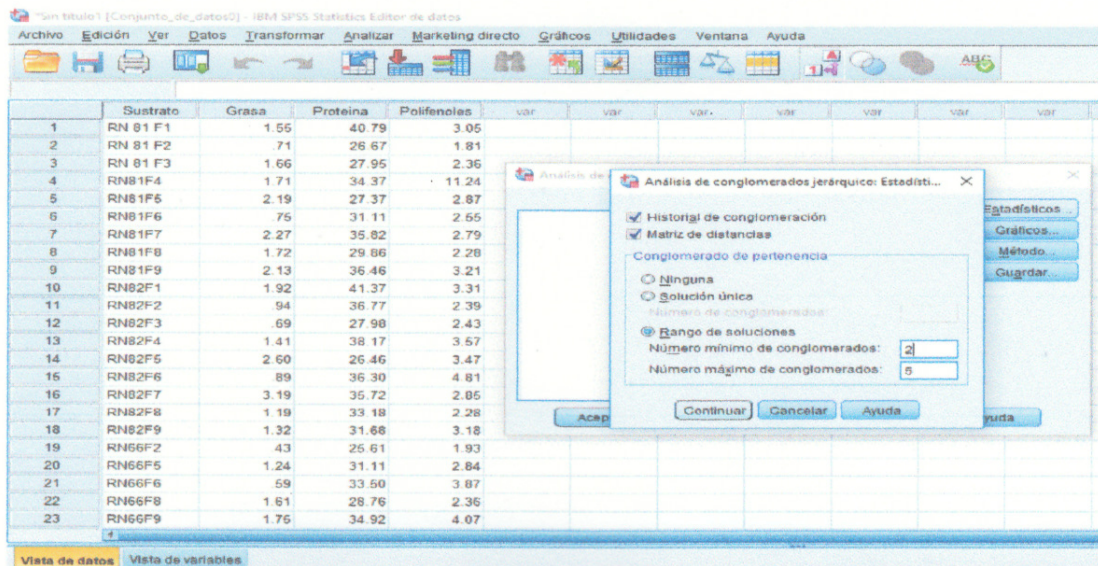


Fig. 5 análisis de conglomerados jerárquicos, opción estadística

En gráficos se escoge la opción dendograma, donde se muestra los procesos de agrupamiento entre variables y la distancia en que se produce cada uno de esos agrupamientos, terminando con el número final de conglomerados observados (figura 6).

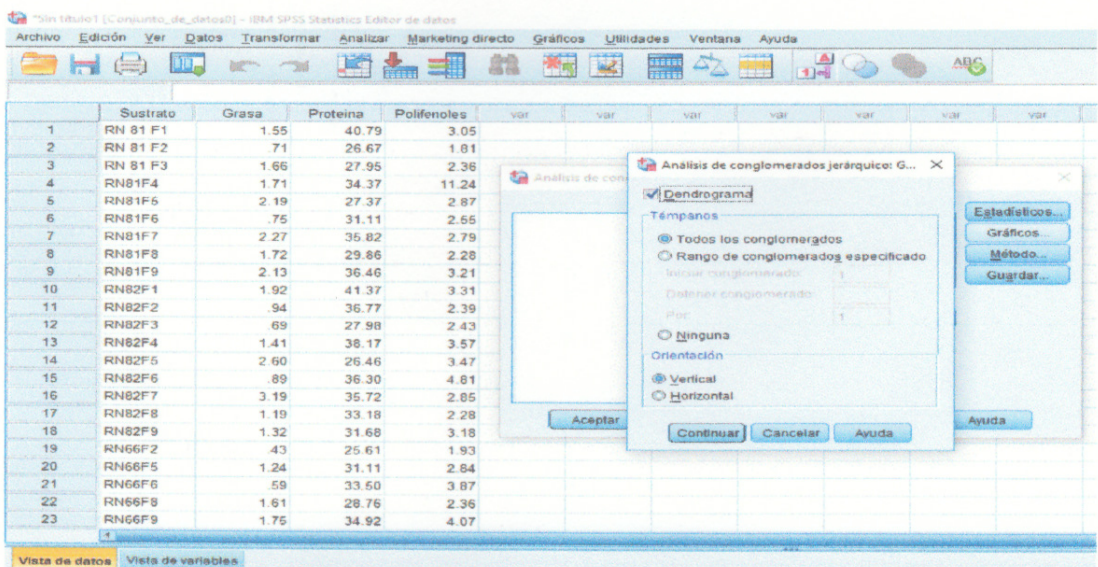


Fig. 6 Análisis de conglomerados jerárquicos, opción gráficos

Métodos, se escoge como método de conglomerados la vinculación inter-grupos con un intervalo de distancia euclídea al cuadrado (figura 7).

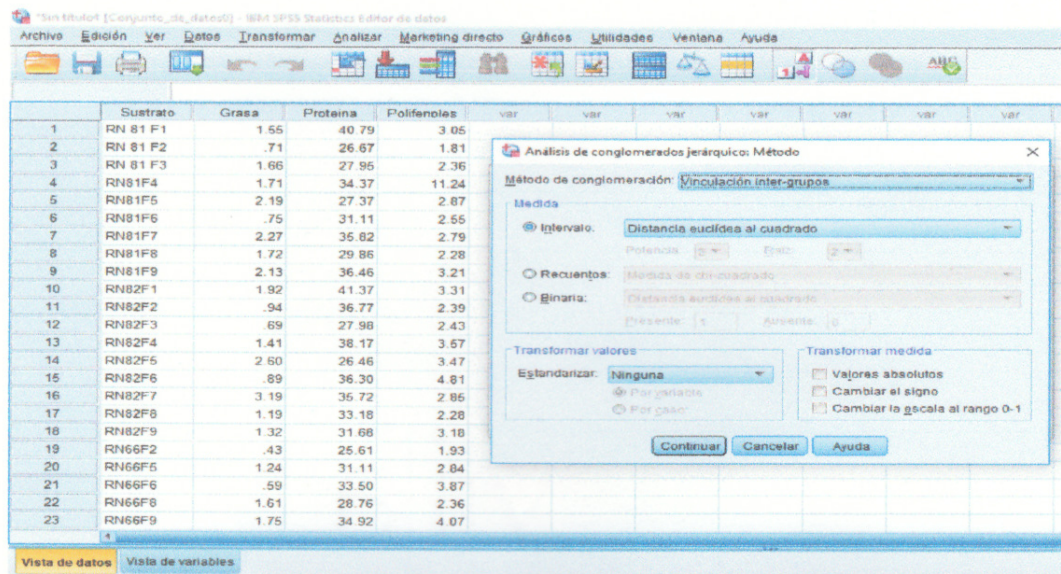


Fig.7 análisis de conglomerados, opción método por vinculación inter-grupos

## Resultados

Una vez introducida la base de datos en el programa SPSS y efectuar la prueba de conglomerados jerárquicos con el método de vinculación de inter-grupo.

Cuadro1. Resumen de procedimientos de los casos.

### Conglomerado

[Conjunto\_de\_datos0]

#### Resumen del procesamiento de los casos<sup>a</sup>

Casos					
Válidos		Perdidos		Total	
N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
23	100.0	0	.0	23	100.0

a. Vinculación promedio (Inter-grupos)

Considerando el cuadro 1, se puede observar el número de casos procesados al igual que el porcentaje, tanto para casos validos como perdidos en las variables analizadas. En la parte inferior de este cuadro se observa: a. vinculación promedios (inter-grupo) usada, indicando el método que ha sido empleado. Es preciso destacar que el número de casos es 23, puesto que han obtenidos los valores promedios de los tratamientos de las cepas de *Pleurotus djamor*.

Tenemos que tener en cuenta los sustratos y las diferentes cepas que se están analizando.

Sustratos puros  
sustratos

F1: Pulpa de café  
25%TM

F2: Paja de arroz

F3: Tuza de maíz

combinaciones de

F4: 50% PC, 25% PA,

F5: 50%PA, 25%PC, 25%TM

F6:50%TM, 25%PA, 25%PC

F7: 50%PC, 50% PA

F8: 50% PC, 50% TM

F9: 50% PA, 50% TM

Resultado1 [Documento] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Resultado  
Log  
Conglomerado  
Título  
Notas  
Conjunto de datos a  
Resumen del proces  
Matriz de distancias  
Vinculación promedi  
Título  
Historial de con  
Conglomerado  
Diagrama de té  
Dendrograma

Matriz de distancias  
distancia euclidea al cuadrado

	12.RN82F3	13.RN82F4	14.RN82F5	15.RN82F6	16.RN82F7	17.RN82F8	18.RN82F9	19.RN86F2	20.RN86F5	21.RN86F6	22.RN86F8	23.RN86F9
Título	165.220	7.154	206.628	23.693	28.435	58.635	83.062	232.941	93.843	54.738	145.201	35.537
Notas	2.101	135.838	6.372	101.769	89.134	42.831	27.349	1.216	21.055	50.907	5.481	74.252
Conjunto de datos a	.947	105.975	4.336	76.318	62.954	27.580	14.701	7.173	10.382	34.228	.659	51.513
Resumen del proces	119.489	73.359	123.733	45.742	74.405	81.968	72.352	165.052	81.408	56.328	110.336	51.713
Matriz de distancias	2.816	117.738	1.356	85.198	70.723	35.104	19.429	7.079	14.891	41.137	2.529	58.836
Vinculación promedi	9.815	51.320	25.891	32.063	27.296	4.551	1.047	30.737	.324	7.480	6.298	17.827
Título	84.092	8.871	88.181	6.215	.860	8.390	18.194	108.369	23.248	9.371	50.484	2.719
Historial de con	4.818	70.818	13.785	48.583	38.826	11.303	4.282	19.848	2.107	17.055	1.226	28.809
Conglomerado	74.592	3.572	100.289	4.123	1.801	12.507	23.505	122.251	28.552	11.569	60.283	3.256
Diagrama de té	161.579	10.588	222.796	29.016	33.747	68.670	94.273	252.502	105.951	64.019	160.011	42.209
Dendrograma	77.328	3.573	110.218	6.080	6.377	12.963	26.677	125.017	32.328	13.006	64.610	6.901
Título	.000	105.654	7.040	74.927	66.334	27.312	14.649	5.935	10.267	32.554	1.460	51.977
Notas	105.654	.000	138.550	5.305	9.689	26.613	42.280	161.404	50.405	22.571	90.052	10.928
Conjunto de datos a	7.040	138.550	.000	101.545	86.480	48.583	28.971	7.903	23.869	53.762	7.502	72.554
Resumen del proces	74.927	5.305	101.545	.000	9.468	16.225	24.180	122.782	30.939	8.814	83.372	3.192
Matriz de distancias	56.334	9.889	86.480	9.468	.000	10.776	19.927	110.676	25.055	12.729	51.176	4.202
Vinculación promedi	27.312	26.813	48.583	16.225	10.776	.000	3.077	58.005	4.801	2.991	19.719	6.545
Título	14.649	42.280	28.971	24.180	19.927	3.077	.000	38.200	.447	4.321	9.263	11.475
Historial de con	5.935	161.404	7.803	122.782	110.676	58.005	39.200	.000	31.734	66.041	11.500	92.998
Conglomerado	10.267	50.405	23.869	30.939	25.055	4.801	447	31.734	.000	7.196	5.890	16.289
Diagrama de té	32.554	22.571	53.762	8.814	12.729	2.991	86.041	7.196	0.000	25.788	3.402	3.402
Dendrograma	1.460	90.052	7.502	63.372	51.178	19.719	9.283	11.500	5.890	25.788	.000	40.589
Título	51.977	10.928	72.654	3.192	4.202	6.545	11.475	92.998	16.289	3.402	40.889	.000

Resultado1 [Documento] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Resultado  
Log  
Conglomerado  
Título  
Notas  
Conjunto de datos a  
Resumen del proces  
Matriz de distancias  
Vinculación promedi  
Título  
Historial de con  
Conglomerado  
Diagrama de té  
Dendrograma

Matriz de distancias  
distancia euclidea

Caso	1.RN81F1	2.RN81F2	3.RN81F3	4.RN81F4	5.RN81F5	6.RN81F6	7.RN81F7	8.RN81F8	9.RN81F9	10.RN82F1	11.RN82F2	12.RN82F3
1.RN81F1	.000	201.618	165.354	108.318	180.538	94.592	25.287	120.087	19.111	541	16.968	165.220
2.RN81F2	201.618	.000	2.943	149.215	3.804	20.263	87.116	11.417	99.820	219.804	102.398	2.101
3.RN81F3	165.354	2.943	.000	120.073	.877	10.850	62.494	3.658	73.364	191.086	78.312	.947
4.RN81F4	108.318	149.215	120.073	.000	119.287	87.085	73.819	100.622	69.025	111.829	84.675	119.489
5.RN81F5	180.538	3.804	.877	119.287	.000	16.164	71.415	6.769	82.747	198.266	90.153	2.816
6.RN81F6	94.592	20.263	10.950	87.085	16.164	.000	24.552	2.576	30.983	107.214	32.097	9.815
7.RN81F7	25.287	87.116	62.494	73.819	71.415	24.552	.000	36.084	.606	31.195	2.831	64.092
8.RN81F8	120.087	11.417	3.858	100.622	6.769	2.576	38.084	.000	44.593	133.581	48.369	4.818
9.RN81F9	19.111	99.820	73.364	69.025	82.747	30.983	.606	44.593	.000	24.182	2.185	74.592
10.RN82F1	541	219.804	191.086	111.829	198.266	107.214	31.195	133.581	24.182	.000	22.967	161.579
11.RN82F2	16.968	102.398	78.312	84.675	90.153	32.097	2.831	48.369	2.185	22.967	.000	77.328
12.RN82F3	165.220	2.101	.947	119.489	2.816	9.815	64.092	4.618	74.592	191.579	77.328	.000
13.RN82F4	7.154	135.838	105.975	73.359	117.738	51.320	8.871	70.816	3.572	10.568	3.573	105.654
14.RN82F5	206.628	6.372	4.336	123.733	1.356	25.891	88.181	13.790	100.289	222.796	110.218	7.040
15.RN82F6	23.693	101.769	76.318	45.742	85.198	32.063	6.215	48.563	4.123	29.016	6.080	74.927
16.RN82F7	28.435	89.134	62.954	74.405	70.723	27.296	.860	36.825	1.801	33.747	6.377	66.334
17.RN82F8	58.635	42.831	27.580	81.968	35.104	4.551	8.390	11.303	12.507	68.670	12.963	27.312
18.RN82F9	83.062	27.349	14.701	72.352	19.429	1.047	18.194	4.282	23.505	94.273	26.677	14.649
19.RN86F2	232.941	1.216	7.173	165.052	7.079	30.737	108.369	19.848	122.251	252.502	125.017	5.935
20.RN86F5	93.843	21.055	10.382	81.408	14.891	.324	23.248	2.107	28.552	105.951	32.328	10.267
21.RN86F6	54.738	50.907	34.228	56.328	41.137	7.480	9.371	17.055	11.569	64.019	13.006	32.554
22.RN86F8	145.201	5.481	.659	110.336	2.529	6.298	50.484	1.226	60.283	160.011	64.610	1.460
23.RN86F9	35.537	74.252	51.513	61.713	58.836	17.827	2.719	28.809	3.256	42.209	6.901	51.977

Esta es una matriz de disimilitudes

Cuadro2. Matriz de distancias de las variables

Como se muestra en el cuadro2, la matriz de distancia corresponde a las distancias entre los puntos, tomados por pares, del conjunto de datos.

**Cuadro4. Conglomerados de pertenencia**

Conglomerado de pertenencia				
Caso	5 conglomerados	4 conglomerados	3 conglomerados	2 conglomerados
1:RN 81 F1	1	1	1	1
2:RN 81 F2	2	2	2	2
3:RN 81 F3	2	2	2	2
4:RN81F4	3	3	3	1
5:RN81F5	2	2	2	2
6:RN81F6	4	2	2	2
7:RN81F7	5	4	1	1
8:RN81F8	4	2	2	2
9:RN81F9	5	4	1	1
10:RN82F1	1	1	1	1
11:RN82F2	5	4	1	1
12:RN82F3	2	2	2	2
13:RN82F4	5	4	1	1
14:RN82F5	2	2	2	2
15:RN82F6	5	4	1	1
16:RN82F7	5	4	1	1
17:RN82F8	4	2	2	2
18:RN82F9	4	2	2	2
19:RN66F2	2	2	2	2
20:RN66F5	4	2	2	2
21:RN66F6	4	2	2	2
22:RN66F8	2	2	2	2
23:RN66F9	5	4	1	1

Con relación al cuadro4, se muestra los conglomerados de pertenencia, es decir donde diferentes clúster se relacionan entre sí. Se observa que el caso1 por especies de localidad RN81 localidad A, RN82 localidad B, RN66 localidad C. Independiente del sustrato la especie 81 es la que tiene mayor similitud entre los conglomerados 5, 4, 3, 2. Respecto al sustrato con mayor afinidad o similitud con los conglomerados son F1, F2, F3, F5 correspondiente de la localidad A.

En la localidad B los sustratos con mayor finalidad o similitud con los conglomerados son F1, F3 Y F5 correspondiente de la localidad 82.

En la localidad C los sustratos con mayor afinidad o similitud con los conglomerados son F2, F8 correspondiente de la localidad 66.

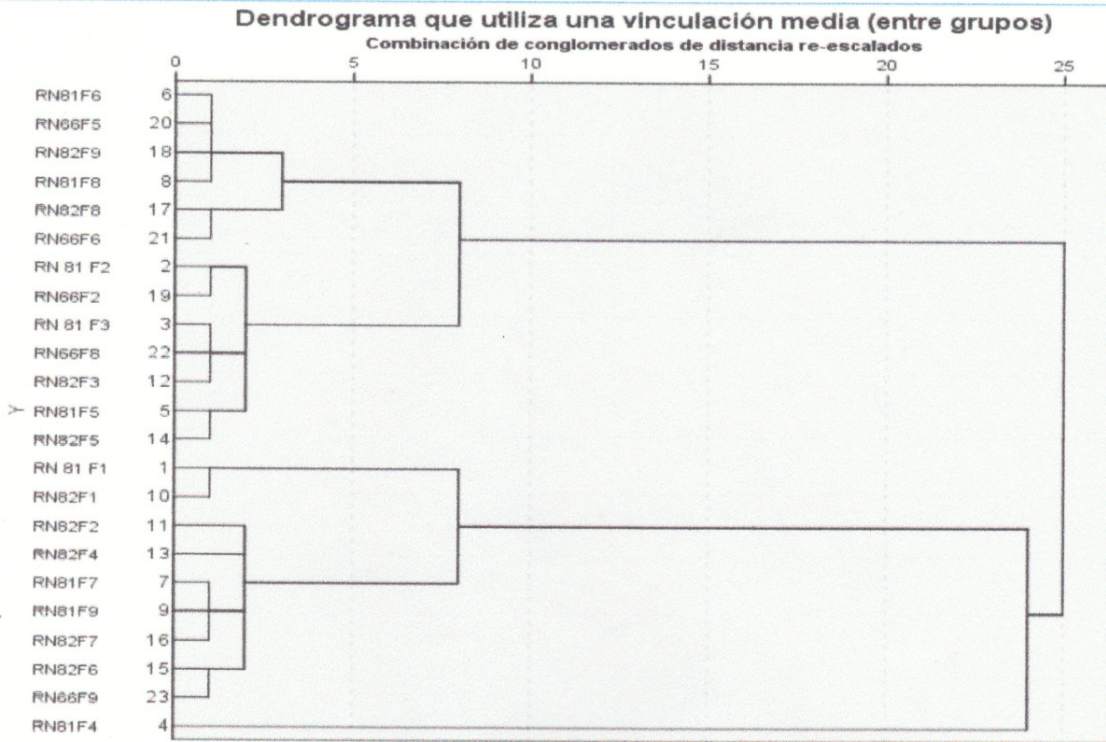


Fig8. Dendrograma que utiliza una vinculación inter-grupo.

Se muestra la clasificación jerárquica de todos los casos. El objetivo principal de realizar un análisis de conglomerados para este grupo de datos fue, agrupar las variables como se puede observar en el Dendrograma se agrupan tres grupos grandes, y dos subgrupos se puede observar que los que tienen mayor similitud son 6 y 20, 1 y 10, 7y9, 3 y 22, 6 y 18. Son los que presentan un coeficiente más bajo por lo tanto presentan una mayor afinidad o similitud. Tenemos que recordar que dentro de cada grupo hay subgrupos en el primer subgrupos se encuentran las diferentes combinaciones de cepas (RN81 F6, RN66 F5, RN82 F9, RN81 F8, RN82 F8, RN66 F6) estas combinaciones presentan una calidad nutricional de la consolidación (grasa, proteína y polifenoles ) podemos observar que en el primer subgrupo hay una similitud de la calidad nutricional tanto de proteínas y polifenoles entre la combinación de estos sustratos podemos destacar que la grasas en las combinaciones de estas cepas es muy baja. El segundo subgrupo conformado por las cepas de P. djamor ( RN81 F2, RN66 F2, RN81 F3, RN66 F8, RN82 F3, RN81 F5, RN82 F5) podemos observar que en el conglomerado el

(RN81 F2, RN66 F2 están más separados de los demás recordemos que F1, F2, F3 son sustratos puros con cepas de diferentes lugares siendo este caso la F2 con un sustrato de paja de arroz que no presenta ninguna combinación y por lo tanto tiene una gran similitud con esta cepas esto quiere decir que a pesar de que no estén en el mismo lugar si tiene la misma cantidad nutricional), luego podemos observar que en el (RN81 F3, RN66 F8 RN82 F3 comparten una similitud de sustrato puro y una combinación de un 50% de pulpa de café esto con respecto a la calidad nutricional comparten en común las proteínas y los polifenoles). Seguidamente el tercer subgrupo conformado por (RN 81 F1, RN82 F1 indicándonos que hay una similitud nutricional con los sustratos puros de la pulpa de café). La (RN81 F7, RN81 F9, RN82 F7) presentan en común un alto grado de contenido en grasa, además de las proteínas y los polifenoles. Las (RN82 F6, RN66 F9 nos presenta un bajo contenido en grasa pero se mantienen en común las proteínas y los polifenoles.

El conglomerado que está más lejos o tiene poca similitud con los otros conglomerados es el RN81 F4 que se encuentra distante esto indica que tiene poca similitud que los diferentes sustratos de la cepa P. djamor. Recordemos que ya este sustrato son las combinaciones siendo un 50% PC, 25% PA, 25% TM, por lo tanto tiene mayor contenido del porcentaje que los demás sustratos en combinación de la PC. Estos sustratos están basados en, pulpa de café, paja de arroz y tuza de maíz y combinaciones de ambos sustratos con diferentes cepas esto nos indica que la paja de arroz y la pulpa de café cumplen con las necesidades alimentarias de este hongo, porque su pared celular contiene componentes lignocelulósicos como lo son la celulosa, hemicelulosa y lignina estos son los componentes más abundante de la pared celular. La biomasa producida por este hongo es una grande fuente de carbono, la cual es utilizada para sus actividades metabólicas (Martínez, 2014).



### Recomendaciones

- Recordemos que el análisis de clúster es un análisis de A priori lo que nos indica que este análisis se encargará de agrupar y unir los conglomerados, por lo tanto recomiendo que se deben ser un A posteriori buscando por qué se agrupan haciéndole diferentes tipos de análisis como el Anova, Análisis Discriminante).
- Brindar más información sobre hongos comestibles que pueden ser suplementos alimenticios en proteínas como es el hongo *P. djamor* y otros hongos utilizados en Panamá.
- Incentivar a diferentes productores del país y de las provincias cercanas que cultiven hongos de estas especies, tomando en cuenta las medidas necesarias como calidad nutricional.

## Bibliografía

- Ancona, L. , G. Cetz Zapata, R. Belmar Casso, C. Sandoval Castro, 2007. Cultivo de *Pleurotus djamor* y *P. ostreatus* en Yucatán. In: Sánchez Vázquez, J.E., D. Martínez Carrera, G. Mata, H. Leal Lara (eds.), El cultivo de setas *Pleurotus* spp. en México. El Colegio de la Frontera Sur. Pp. 131-142.
- Asaduzzaman Khan, M.D., T. Mousumi, 2012. Nutritional and medicinal importance of *Pleurotus* mushrooms: an overview. *Food Review International* 28(3): 313-329.
- Bordallo J.J., L.V. Lopez-Llorca, H.B. Jansson, J. Salinas, L. Persmark, L. Asensio, 2002. Effects of egg-parasitic and nematode-trapping fungi on plant roots. *New Phytologist* 154: 491-499.
- Cohen, R., L. Persky, Y. Hadar, 2002. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 58 (5): 582-594.
- Dharmarai, K., R. Kubera, R. Mahalakshmi, 2014. Comparison of nutrient contents and antimicrobial properties of *Pleurotus djamor*, *Agaricus bisporus* and *Ganoderma tsugae*. *International Journal Current of Microbiology and Applied Sciences* 3 (6): 518-526.
- El Nuevo Agro. [En línea] <http://www.elnuevoagro.com.ar/noticia/impulsan-cultivo-dusrialdegirgolas/138>. [Consulta: junio 2018].
- Guzmán, G., 2000. Genus *Pleurotus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm. (Agaricomycetidae): diversity, taxonomic problems, and cultural and traditional medicinal uses. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 2: 95-123.
- Khan, N. A., M. Ajmal, J. Nicklin, S. Aslam, M.A. Ali, 2013. Nutritional value of *Pleurotus flabellatus djamor* (R-22) cultivated on sawdust of different woods. *Pakistan Journal of Botany* 45(3): 1105-1108.

López Guevara, José. Diana Murillo Miranda. "Estudio comparativo de nutrientes (*Agaricus bisporus* "Café" y *Lentinus edodes*) con el macrohongo *Pleurotus djamor* Nativo de Panamá" Centro Regional de Coclé. Universidad de Panamá, 2008

Mshandete, A.M., J. Cuff, 2007. Proximate and nutrient composition of three types of indigenous edible wild mushrooms grown in Tanzania and their utilization prospects. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 7(6): 1-16.

Selvakumar, P., S. Rajasekar, A.M Babu, K. Periasamy, N. Raaman, M. Sudhakara Reddy, 2015. Improving biological efficiency of *Pleurotus* strain through protoplast fusion between *P. ostreatus* var. *florida* and *P. djamor* var. *roseus*. *Food Science and Biotechnology* 24(5): 1741-1748.

Rajarithnam, S., M. Nanjaraja, U. Shashirekha, Z. Bano, 1998. Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: present and future strategies. *Critical Reviews in Biotechnology* 18 (2-3): 91-236.

Vega Ríos, Aracellys. Anteproyecto de tesis doctoral "Implementación de un sistema de cultivo de hongos comestibles utilizando residuos comerciales". Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI). 2009