



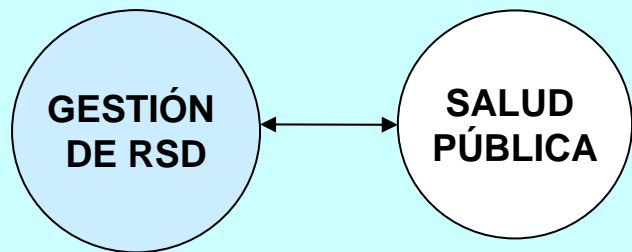
# ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL DISTRITO DE CHICLAYO



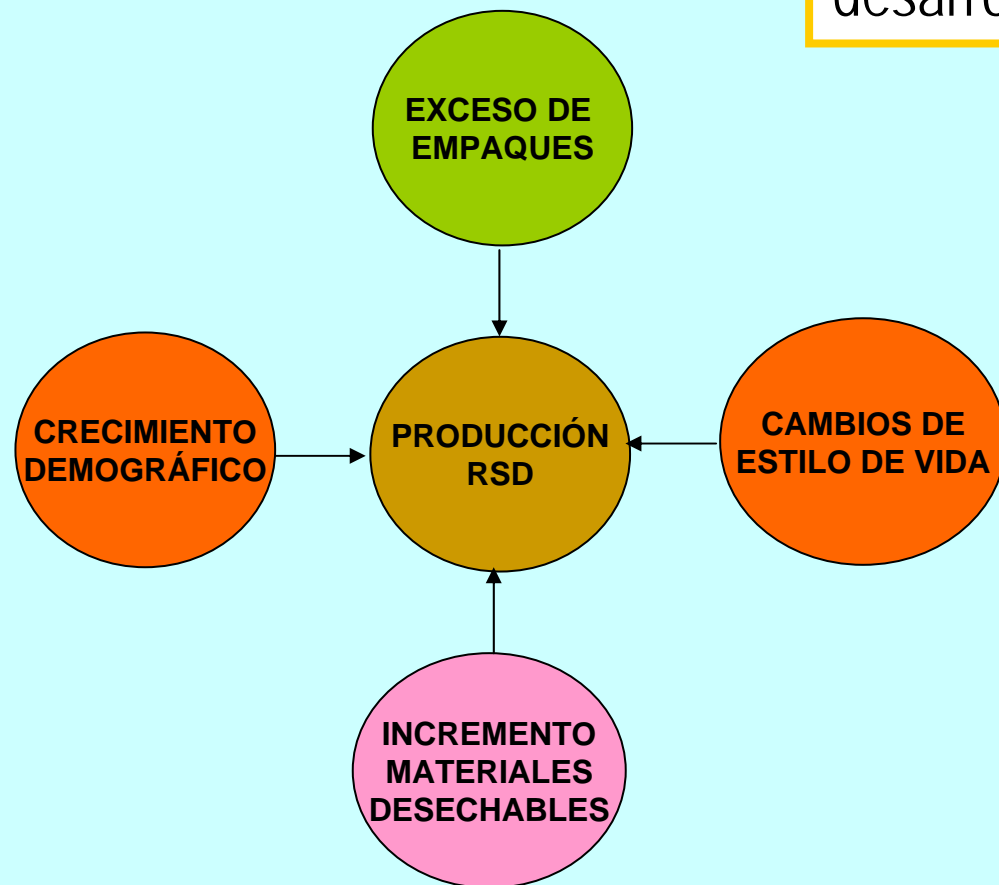
## EQUIPO DE TRABAJO

1. *Ángeles Chero Pedro*
2. *Arbulú Chereque Rodolfo*
3. *Arbulú Ramos José*
4. *Cabrera Salazar Tarcila*
5. *Cáceres Narrea Aníbal*
6. *Celada Becerra Américo*
7. *Chambergó Llontop Adela*
8. *Panta Samillán Vicente*

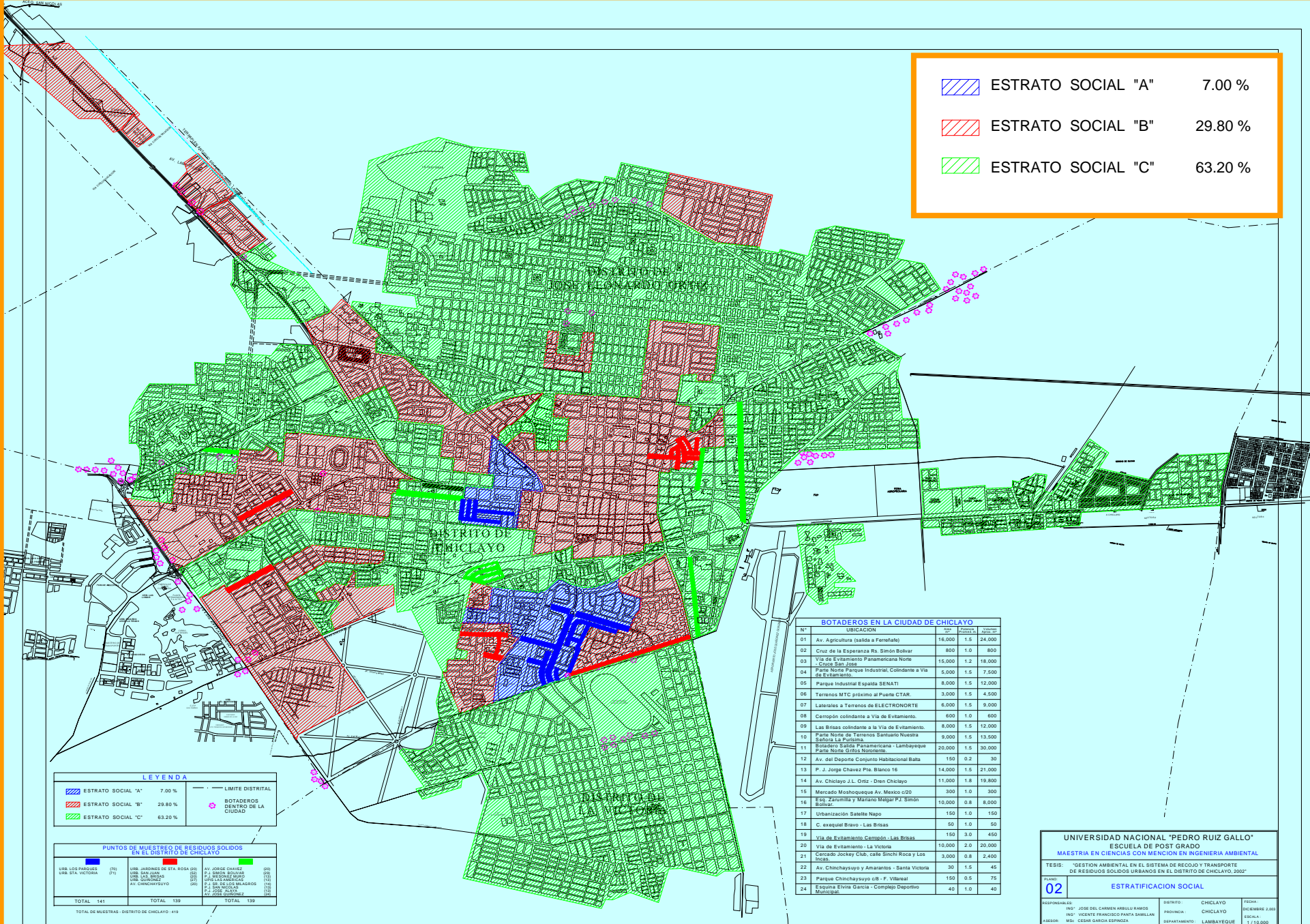
# INTRODUCCIÓN



La adecuada Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios, aspecto indesligable al crecimiento de las ciudades específicamente en los países en vía de desarrollo.



El presente trabajo, pretende mediante la aplicación del análisis multivariado, evaluar el comportamiento de la producción y componentes de los RSD, con la finalidad de brindar aportes para la Gestión Integrada de estos residuos. Se consideran tres estratos socioeconómicos (A, B y C).



	ESTRATO SOCIAL "A"	7.00 %
	ESTRATO SOCIAL "B"	29.80 %
	ESTRATO SOCIAL "C"	63.20 %

**LEYENDA**

	ESTRATO SOCIAL "A"	7.00 %		LIMITE DISTRITAL
	ESTRATO SOCIAL "B"	29.80 %		BOTADEROS DENTRO DE LA CIUDAD
	ESTRATO SOCIAL "C"	63.20 %		

**PUNTOS DE MUESTREO DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO**

UBR. LOS PARQUES (70)	UBR. JARDINES DE STA. ROSA (20)	AV. JORGE CHAVEZ (20)
UBR. STA. VICTORIA (70)	UBR. SAN JUAN (20)	P. J. SIMON BOLIVAR (130)
	UBR. SAN PEDRO (20)	P. J. SAN NICOLAS (130)
	AV. CHINCHAYAYO (20)	P. J. JOSE GONZALEZ (130)
TOTAL 141	TOTAL 139	TOTAL 139

TOTAL DE MUESTRAS - DISTRITO DE CHICLAYO : 419

**BOTADEROS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**

N°	UBICACION	AREA (m <sup>2</sup> )	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )	USUARIOS
01	Av. Agricultura (salida a Ferrocarril)	16,000	1.5	24,000
02	Cruz de la Esperanza Rs. Simón Bolívar	800	1.0	800
03	Vía de Evitamiento Panamericana Norte - Cruz San José	15,000	1.2	18,000
04	Parte Norte Parque Industrial, Colindante a Vía de Evitamiento	5,000	1.5	7,500
05	Parque Industrial Espada SENATI	8,000	1.5	12,000
06	Terrenos MTC próximo al Puente CTAR.	3,000	1.5	4,500
07	Laterales a Terrenos de ELECTRONORTE	6,000	1.5	9,000
08	Cerropón colindante a Vía de Evitamiento.	600	1.0	600
09	Las Brisas colindante a la Vía de Evitamiento.	8,000	1.5	12,000
10	Parte Norte de Terrenos Suntuano Nuestra Señora La Purísima	9,000	1.5	13,500
11	Botadero Sudoeste Panamericana - Lambayeque Parte Norte Circo Noroeste	20,000	1.5	30,000
12	Av. del Deporte Conjunto Habitacional Bata	150	0.2	30
13	P. J. Jorge Chavez Pta. Blanco 16	14,000	1.5	21,000
14	Av. Chiclayo - J.L. Ortiz - Dren Chiclayo	11,000	1.8	19,800
15	Mercado Moshoqueque Av. Mexico c/20	300	1.0	300
16	Eso. Zanamilla y Mariano Malgar P.J. Simón Bolívar	10,000	0.8	8,000
17	Urbanización Salsite Napo	150	1.0	150
18	C. exequiel Bravo - Las Brisas	50	1.0	50
19	Vía de Evitamiento Cerropón - Las Brisas	150	3.0	450
20	Vía de Evitamiento - La Victoria	10,000	2.0	20,000
21	Cercado Jockey Club, calle Simón Roca y Los Indios	3,000	0.8	2,400
22	Av. Chinchaysuyo y Amarantos - Santa Victoria	30	1.5	45
23	Parque Chinchaysuyo c/8 - F. Villareal	150	0.5	75
24	Esquina Elnira Garcia - Complejo Deportivo Municipal	40	1.0	40

**UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"**  
**ESCUELA DE POST GRADO**  
**MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCION EN INGENIERIA AMBIENTAL**

TESIS: "GESTION AMBIENTAL EN EL SISTEMA DE RECOJO Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2002"

PLANO: **02** ESTRATIFICACION SOCIAL

RESPONSABLE: ING° JOSE DEL CARMEN ARBOLU FARO	DISTRITO: CHICLAYO	FECHA: DICIEMBRE 2, 2003
ING° VICENTE FRANCISCO PANTA SIBALAN	PROVINCIA: CHICLAYO	SOLERA: 1 / 118,000
ASESOR: MSc° CESAR GARCIA ESPINOZA	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	

# ANTECEDENTES

- **1996** Conformación de Comisión Multisectorial: Busca Cooperación Financiera para Suministro de Equipo y Maquinaria para recolección y transporte de RSM.
- **1999** Proyecto Educación Sanitaria y Promoción para Segregación intra domiciliaria de residuos no orgánicos (PISA/GTZ).
- **2000** Convenio PISA-GTZ -MPCH desarrollo de proyecto de compostaje y lombricultura, vivero Municipal de Chacupe.
- **2001** Convenio de asesoría técnico económico COPRI -MPCh., para renovar equipo y maquinaria, capacitación y pago oportuno al personal.
- **2002** Formación del COPRI – MPCH – Limpieza pública Chiclayo. Proyecto considera la participación del sector privado.
- **2003** Maestría de Ingeniería Ambiental EPG-UNPRG, desarrolló trabajos de investigación, orientados a Gestión Integrada de los RSM.
- **2005-2006** Proyecto GEO Chiclayo diagnóstico ambiental ciudad de Chiclayo, permitiendo posteriormente implementar la Agenda 21 y la Comisión Ambiental Municipal (CAM).

# PROBLEMÁTICA

- Por ley, municipalidades, tienen responsabilidad de gestión de residuos sólidos generados en la ciudad.
- Servicio se financia con: impuestos, arbitrios y tasas municipales.
- Presupuesto anual es función de: capacidad económica de vecinos y eficiencia de sistema de cobranza municipal.

## A diciembre de 2003:

- Producción diaria de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) 251,16 TM
- Cobertura de recolección de RSU 57 % (143,16 TM). Da lugar a inadecuado servicio de recolección de residuos; muchos vecinos conviven cerca de micro basurales.
- Producción per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios: 0.54 kg/habitante/día.
- Tasa de Crecimiento demográfico: 2% anual.
- Estratos socioeconómicos A y B reciben servicio de recolección diario (pero no óptimo).
- Estrato C, recibe servicio eventual y de mala calidad.
- Característica del poblador y sociedad civil de la ciudad de Chiclayo: Falta de conciencia y educación sanitaria, lo que lo hace indiferente a situación ambiental de la ciudad.

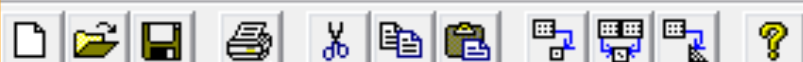
# DISEÑO DEL MUESTREO

1. Identificación de variables (composición y producción de RSD).
2. Muestreo estratificado, considerando tres estratos socio económicos (A, B y C).
3. Selección de unidades de análisis: kg/vivienda/día y %.
4. Determinación del tamaño de muestra, con cinco réplicas por estrato. (Estrato A = 121, Estrato B = 124, Estrato C = 125).

# PROPUESTA DE MATRIZ

Para el análisis univariado y multivariado de la producción y componentes de los RSD del distrito de Chiclayo se han considerado dos matrices de 15 columnas x 19 filas cada una.

- Matriz de producción (biomasa) expresa los kg/vivienda/día de RSD generados por estrato socioeconómico; se consideran cinco replicas por estrato.
- Matriz de componentes (abundancia), expresa el % de componentes de los RSD por estrato socioeconómico; se consideran cinco replicas por estrato.

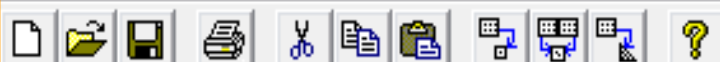


## Abundancia RSD Chiclayo

## Samples - ESTRATOS (% componentes RSD)

	E1-1	E1-2	E1-3	E1-4	E1-5	E2-1	E2-2	E2-3	E2-4	E2-5	E3-1	E3-2	E3-3	E3-4	E3-5
Botellas de Aceite	0.1	0.25	0.2	0.1	0.2	0.25	0.2	0.4	0.3	0.15	1.E-2	0.1	0.1	0.3	5.E-2
Carton	0.7	0.15	0.9	1	0.4	0.2	0.3	0	0.1	0.4	0	0.32	0.3	0.2	0.3
Caucho y Jebe	0	0	0	0	0.3	0	0.4	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.3
Cuero	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.1	0.1	0.4
Empaques Tetra	5.E-2	0	0.2	5.E-2	0.2	4.E-2	0	0.1	0.1	0	0	0	0.1	0.3	0
Huesos	0	0.22	0	0.1	0.85	0	0	0.4	0	0.1	0	0	0	0.2	5.E-2
Inertes Finos (menos de 2mm)	0	0	0	1	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0
Madera	2.4	0	0.6	0	0.4	0	0.1	0	0.8	0	0	0.25	0.2	0	0.4
Materia Organica	21.5	28.2	13.3	17	29	13.1	16	17	18	38.2	7.6	20	19	11	28
Metal Todos	0.7	0.8	0	0	1.3	0.15	0.55	0	0	0.7	0.25	0.1	0	0	0.4
Pañales desechables	0	1.1	1.8	0.5	1.8	0	1.05	0.1	0.3	1.8	0	1	0.5	0.2	0
Papel	6.95	1.4	0.3	0.1	0.7	3.9	0.52	0	0.4	0.7	2	0.22	0.1	0.3	0.15
Pilas y otros residuos	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0	0	0	0	4.E-2	0	0.2
Plastico Liviano	0	0.25	0.2	0	0.4	0	0.2	0.1	0.1	0.3	0	0.2	0	0.1	0.4
Plastico Rigido de colores	0.25	0.27	0.1	0	0.4	0	0.15	0	0	0	1	0.1	3.E-2	0	0.15
Plastico Transparente (PET)	0.3	0.4	0.3	0.4	0.6	0.4	0.4	0	0.7	0.4	0.15	0.1	0.1	0.2	0.15
Restos de maleza	5.25	0.5	0	0.2	0	3.4	2.2	0.3	0	0	3.8	0	0.4	0	0
Tropos	0.15	0.7	0.2	0.1	0.15	0.15	0.28	0.5	0	5.E-2	0	1.15	4.E-2	0.4	1
Vidrio	0.5	0.95	0.5	1.5	1	0.4	0	0.3	0	0.4	0.5	0.2	2.E-2	0	0.7





## Biomasa RSD Chiclayo

## Samples - ESTRATOS (kg/vivienda/día)

Variables - Viviendas

	E1-1	E1-2	E1-3	E1-4	E1-5	E2-1	E2-2	E2-3	E2-4	E2-5	E3-1	E3-2	E3-3	E3-4	E3.5
1	1.6	1.5	4	4.43	4.5	0.7	2.4	1.75	1.8	2.4	2.7	3.5	2.6	1.6	0.9
2	2.1	3	4	2.9	1.1	1	0.4	0.6	1.4	0.7	3	2.8	1.7	0.9	2.2
3	2.3	1.5	10	3.5	3	0.5	6.7	1.9	2.5	1.15	4.45	1.8	2.2	2.1	1
4	1.3	2.3	4.2	3.5	2.3	1.7	1.4	1.7	0.8	3.5	4	1.8	1.7	1	1
5	2.5	0.5	2.5	1	1.1	3.4	0.8	0.7	5.2	2.3	2.5	2.8	2.8	0.8	5.5
6	1.95	2.5	3	1.9	4	1.8	2.6	1.15	2.2	1.05	3	2.9	1.9	1	5.5
7	1.25	2.5	2.8	2	2.6	0.7	0.7	0.2	1.2	0.4	0.8	0.5	2.2	2.5	1.2
8	0.3	2	10	2.1	1.9	1.9	2.7	5.9	2.5	4.4	1.5	1.5	1.5	2.5	4
9	1.95	0.7	2.5	0.9	1.1	1.2	1.7	5.9	2.25	6	1	1.9	3.4	3.5	1.8
10	6	6.6	4.5	9	15	2.1	2.9	3.5	2.9	3.8	2.5	0.5	0.9	2.7	1.5
11	6	5.5	1.5	3	3	3.95	4.05	2.2	2.7	2.5	2.4	1.2	1.3	2.7	1.7
12	3	1.4	2	2	2	5.2	1.6	3.4	1.7	1	2.7	0.9	0.7	2.3	2.1
13	0.15	2.25	1	1.5	3.5	2.7	2.9	2.2	5.9	1.7	3.2	1.8	4.5	2.1	4
14	2.5	2	0.9	1.1	3	5.9	1.95	1.2	2	1.7	2.4	1.7	2.8	0.5	1.2
15	3	4	1.5	2.5	2	1.6	1.15	1	0.8	0.7	5.9	3.3	1	2.8	3.2
16	1.5	1.5	3	2.3	1.85	0.65	1.85	1.75	2.3	1.4	0.8	2.5	3.5	1.9	0.9
17	5.5	3	0.5	2.5	2.5	1.25	1.8	5.9	1.05	0.2	0.6	1.2	2.5	3.5	4.8
18	1.03	3.4	4.5	1.5	7	1.9	0.9	1	1.6	2.5	2.7	3.5	2.4	5.5	3
19	2.6	5.6	0.6	2.2	2	1.9	1	1	1	0.6	0.5	2.5	1.6	2.8	2

# TIPOS DE ANÁLISIS MULTIVARIADO A APLICAR

En el presente trabajo se han aplicado los siguientes tipos de análisis multivariado:

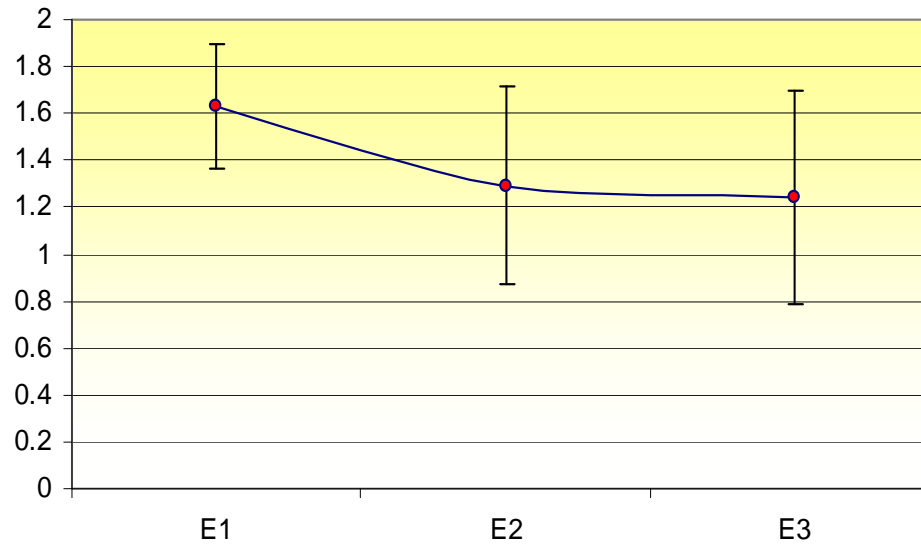
- Diversidad (Índice de Shannon y Wiener)  $H'$
- Curvas de Abundancia
- Curvas ABC
- Similaridad y disimilaridad
- Ordenación MDS
- PCA Especies sitios
- ANOSIM 1 vía
- SIMPER

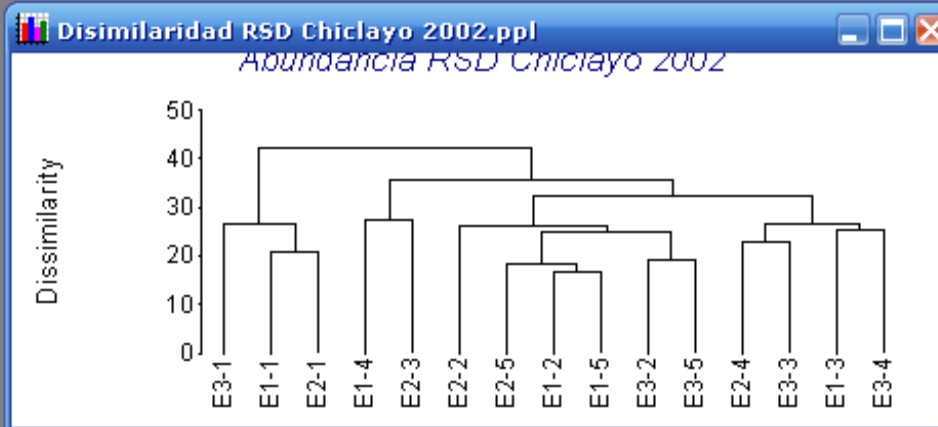
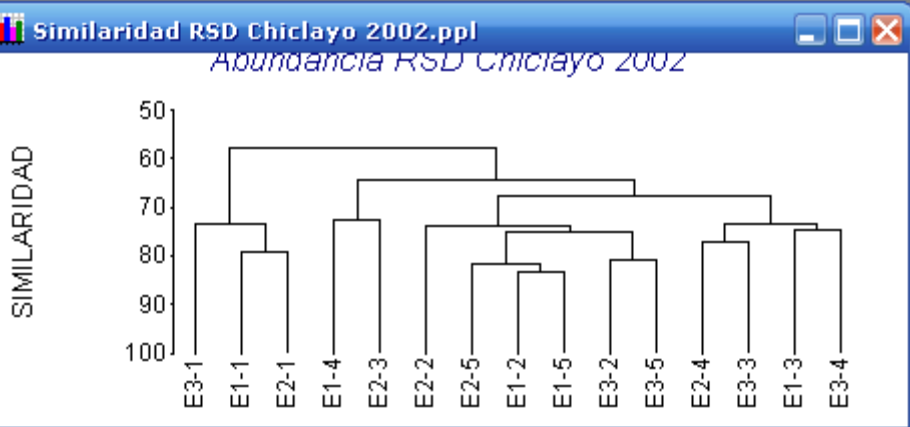
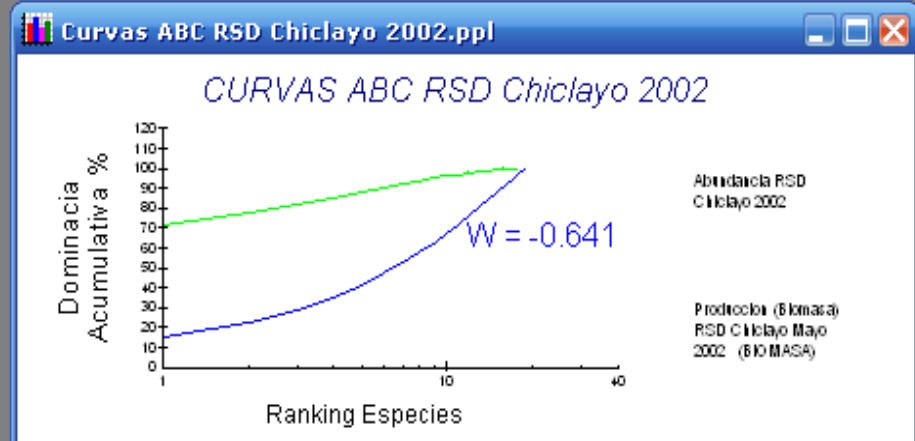
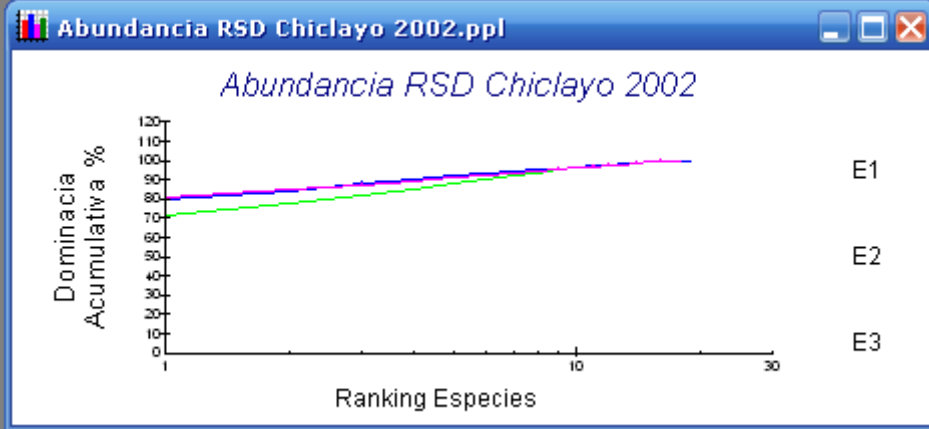
# SHANNON - WIENER

Indice de Shannon - Wiener ( $H'$ )

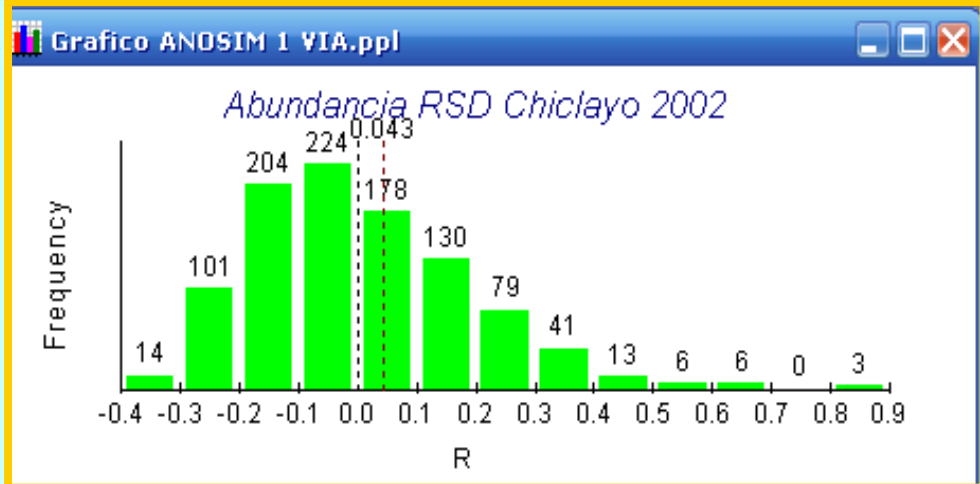
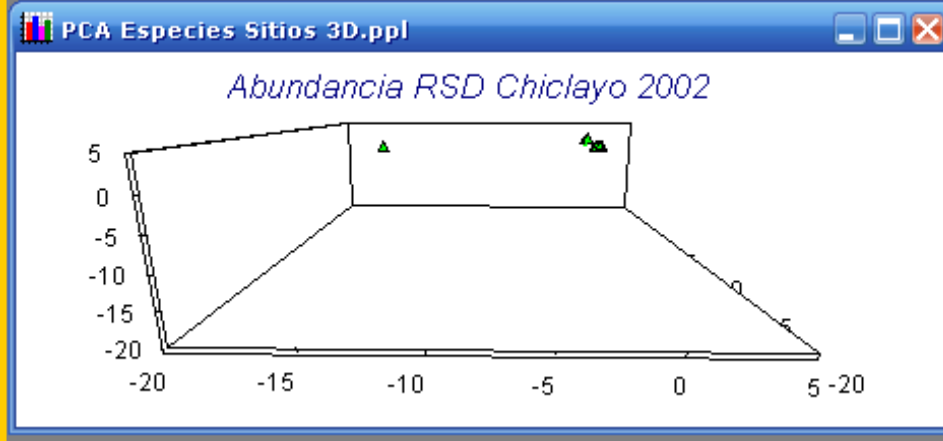
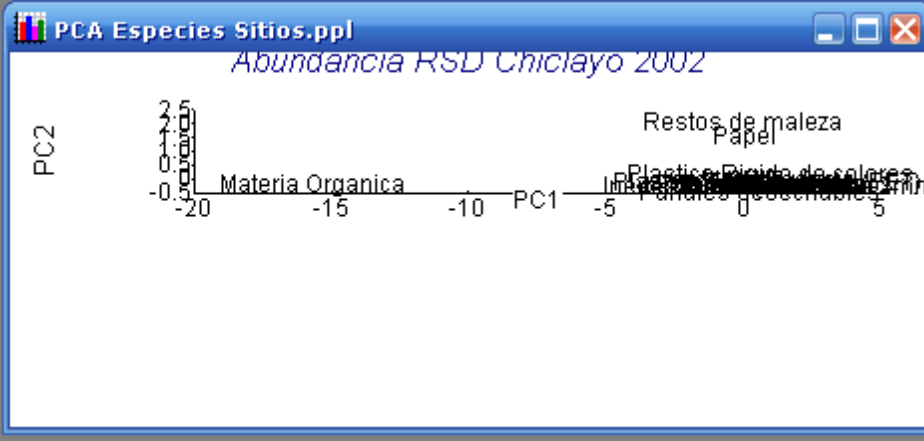
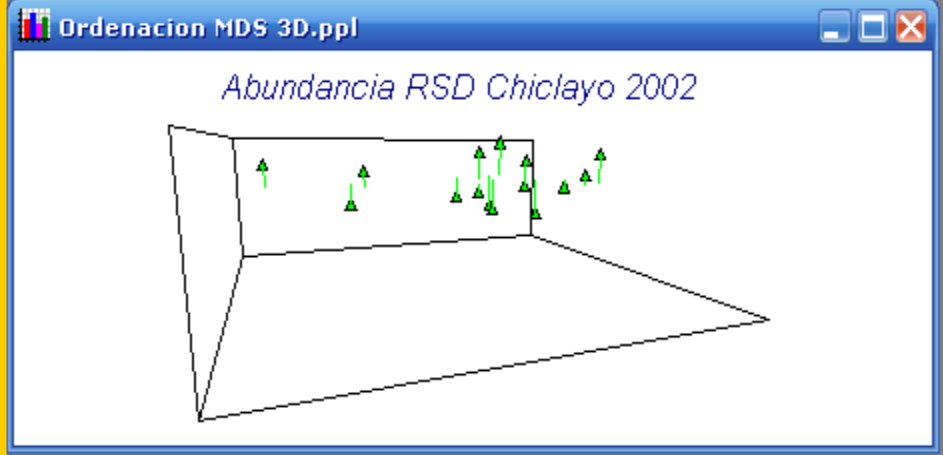
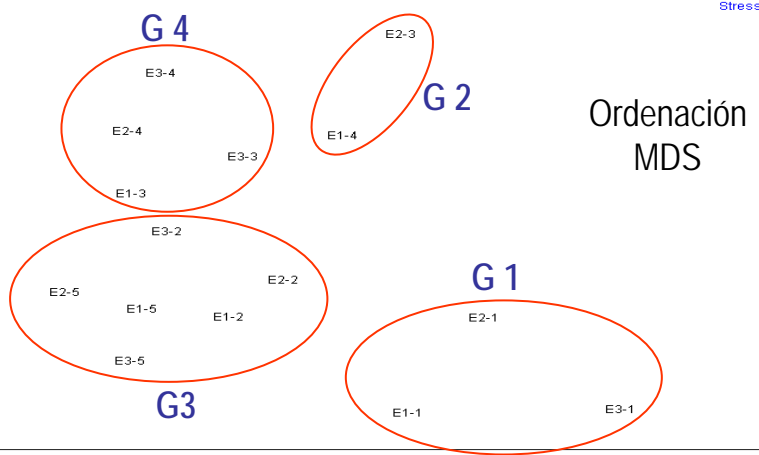
	S	N	d	J'	$H'(\log_2)$	1-Lambda'
E1-1	12	38.85	3.0057	0.56095	2.011	0.65559
E1-2	13	35.19	3.3701	0.37018	1.3698	0.36339
E1-3	13	18.9	4.0828	0.4832	1.788	0.51793
E1-4	12	22.05	3.5561	0.39313	1.4094	0.41465
E1-5	15	37.7	3.8571	0.40392	1.5781	0.41338
E2-1	10	21.99	2.9121	0.5311	1.7643	0.61683
E2-2	13	22.35	3.8625	0.46346	1.715	0.49543
E2-3	12	20.35	3.6507	0.32708	1.1726	0.31424
E2-4	9	20.8	2.636	0.29119	0.92306	0.26015
E2-5	12	43.5	2.9156	0.24874	0.89171	0.23156
E3-1	8	15.34	2.5637	0.66205	1.9862	0.71726
E3-2	13	24.04	3.7739	0.31357	1.1604	0.31627
E3-3	14	21.03	4.268	0.20001	0.76151	0.1915
E3-4	11	13.3	3.8643	0.35239	1.2191	0.33792
E3-5	15	32.65	4.0162	0.27624	1.0792	0.27057

amples





Stress: 0.12



| PRIMER 20/05/2008

SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

*Worksheet*

File: F:\Curso Analisis Multivariado\Carpeta Trabajo Grupal RSD\Abundancia RSD Chiclayo Mayo 2002.pri

Sample selection: All

Variable selection: All

*Parameters*

Standardise data: Yes

Transform: None

Cut off for low contributions: 90.00 %

Factor name: ESTRATOS

*Factor groups*

E1

E2

E3

*Group E1*

Average similarity: 77.32

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Materia Organica	21.80	66.34	6.74	85.80	85.80
Vdrio	0.89	2.11	2.98	2.73	88.53
Pañales desechables	1.04	1.78	1.05	2.31	90.84

*Group E2*

Average similarity: 77.44

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Materia Organica	20.46	70.67	6.46	91.25	91.25

*Group E3*

Average similarity: 75.38

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Materia Organica	17.12	69.84	3.99	92.65	92.65

SIMPER

# SIMPER

## Groups E1 & E2

Average dissimilarity = 21.51

Species	Group E1		Group E2		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss(SD)		
Materia Organica	21.80	20.46	6.34	1.50	29.49	29.49
Residuos de maleza	1.19	1.18	2.99	0.99	13.90	43.38
Papel	1.89	1.10	2.98	0.83	13.87	57.26
Papeles desechables	1.04	0.65	1.60	1.20	7.43	64.69
Vidrio	0.89	0.22	1.22	1.23	5.65	70.34
Madera	0.68	0.18	1.09	1.01	5.08	75.42
Carlon	0.63	0.20	0.98	1.16	4.57	79.99
Metal Todos	0.56	0.28	0.69	1.28	3.21	83.20
Inertes Finos (menos de 2mm)	0.20	0.14	0.66	0.69	3.07	86.27
Plastico Transparente (PET)	0.40	0.38	0.47	1.28	2.20	88.47
Tropos	0.25	0.20	0.44	1.33	2.04	90.51

## Groups E1 & E3

Average dissimilarity = 23.69

Species	Group E1		Group E3		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss(SD)		
Materia Organica	21.80	17.12	7.65	1.50	32.31	32.31
Residuos de maleza	1.19	0.84	3.45	0.76	14.56	46.87
Papel	1.89	0.55	2.77	0.88	11.68	58.55
Papeles desechables	1.04	0.34	1.61	1.13	6.79	65.34
Vidrio	0.89	0.28	1.16	1.21	4.90	70.24
Madera	0.68	0.17	0.98	0.96	4.15	74.39
Tropos	0.25	0.52	0.98	1.45	4.14	78.53
Carlon	0.63	0.22	0.92	1.19	3.90	82.43
Plastico Rigido de colores	0.20	0.26	0.77	0.68	3.25	85.68
Metal Todos	0.56	0.15	0.69	1.30	2.90	88.58
Inertes Finos (menos de 2mm)	0.20	0.00	0.45	0.49	1.91	90.50

## Groups E2 & E3

Average dissimilarity = 21.16

Species	Group E2		Group E3		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss(SD)		
Materia Organica	20.46	17.12	6.74	1.08	31.85	31.85
Residuos de maleza	1.18	0.84	4.06	0.97	19.20	51.05
Papel	1.10	0.55	2.70	0.85	12.76	63.81
Papeles desechables	0.65	0.34	1.01	1.28	4.76	68.57
Tropos	0.20	0.52	0.99	1.36	4.66	73.23
Plastico Rigido de colores	0.03	0.26	0.75	0.60	3.56	76.79
Vidrio	0.22	0.28	0.61	1.29	2.86	79.66
Plastico Transparente (PET)	0.38	0.14	0.59	1.36	2.77	82.42
Madera	0.18	0.17	0.57	0.98	2.69	85.11
Metal Todos	0.28	0.15	0.47	1.23	2.22	87.33
Botellas de Acero	0.25	0.12	0.45	1.64	2.13	89.46
Caucho y Jete	0.14	0.12	0.37	1.09	1.75	91.21

# CONCLUSIONES

## ANALISIS UNIVARIADO

- **Shannon – Wiener:** Estrato E1 presenta mayor diversidad, E2 y E3 son parecidos y presentan menor diversidad.
- **K-Dominancia:** Estratos E2 y E3, presentan mayor dominancia y menor diversidad. Estrato E1 presenta mayor diversidad y menor dominancia. Corroborando lo encontrado con Shannon-Weiner.
- **Curvas ABC:** La curva de biomasa está por debajo de la curva de abundancia, por lo tanto se considera que existe una alta perturbación ( $W = -0.0641$ ).



# CONCLUSIONES

## ANALISIS MULTIVARIADO

- **Cluster:** Al 72 %, se aprecian cuatro agrupamientos de similaridad los cuales están compuestos de la siguiente manera, Primer grupo E3-1, E1-1 y E2-1; Segundo grupo E1-4, E2-3; Tercer grupo E2-2, E2-5, E1-2 E1-5, E3-2 y E3-5; Cuarto grupo E2-4, E3-3, E1-3 y E3-4.

En cuanto a disimilaridad al 28% se aprecian cuatro agrupamientos de disimilaridad, los que están compuesto de la siguiente manera Primer grupo E3-1, E1-1 y E2-1; Segundo grupo E1-4, E2-3; Tercer grupo E2-2, E2-5, E1-2 E1-5, E3-2 y E3-5; Cuarto grupo E2-4, E3-3, E1-3 y E3-4.

- **Ordenación MDS:** Estrés = 0.12, indica que la representación de los datos tiende para bueno; la ordenación encontrada responde a los agrupamientos de cluster.
- **PCA:** PC1 representa el eje de carga contaminante incrementado, los pesos dados a los niveles de componentes son: MO (-15), Restos de Maleza y Papel (0) y resto de componentes entre 5 y -5.
- **ANOSIM 1 vía:** El nivel de significancia encontrado es de  $P=0.385$  confirmando lo encontrado en el análisis MDS, de que los componentes verdaderamente forman grupos distintos (04 grupos).
- **SIMPER:** Permite observar la predominancia de la materia orgánica en los tres estratos considerados con un promedio mayor al 75 %.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN