



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**POSGRADO DE HORTICULTURA**

**Programa Universitario de Investigación en Fruticultura**

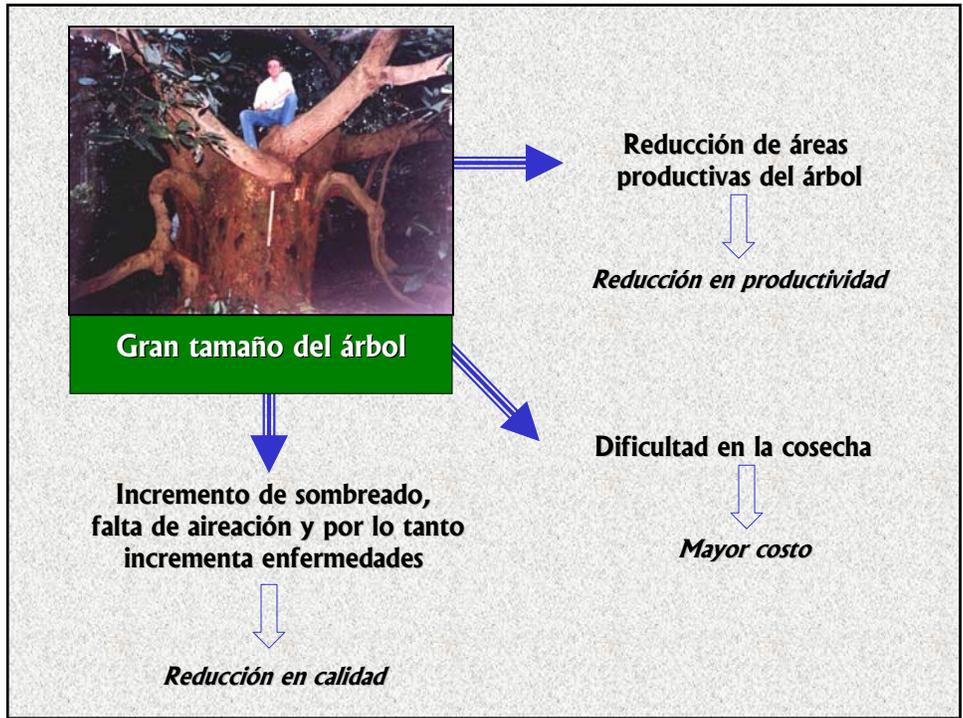
**RELACIÓN ENTRE ALTURA Y ASPECTOS  
ANATÓMICOS, MORFOLÓGICOS Y FISIOLÓGICOS DE  
39 SEGREGANTES DE AGUACATE 'COLIN V-33'**

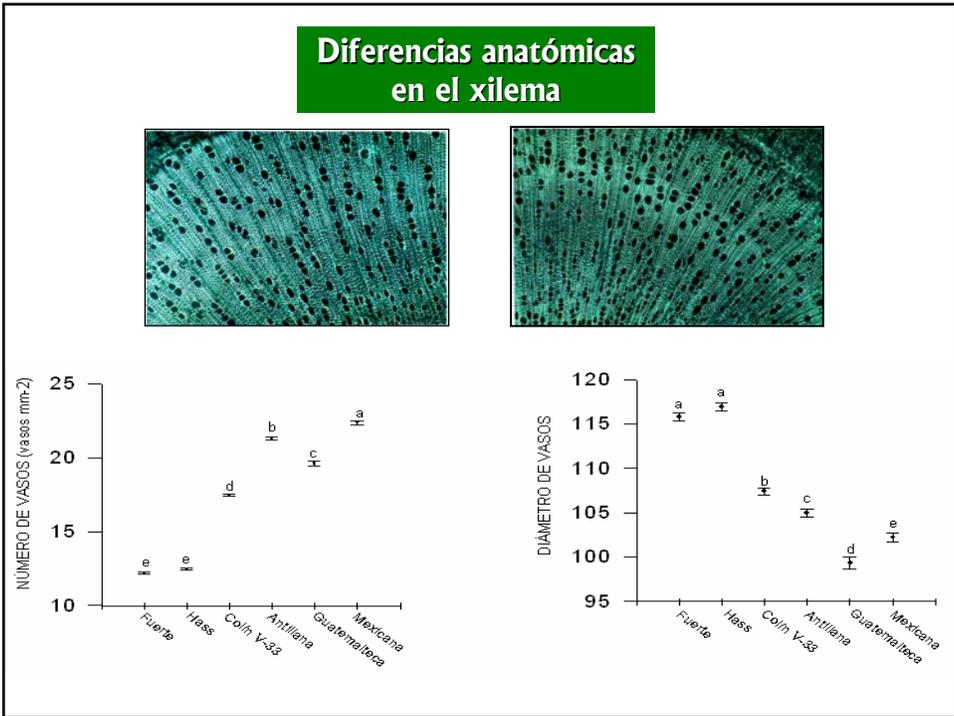
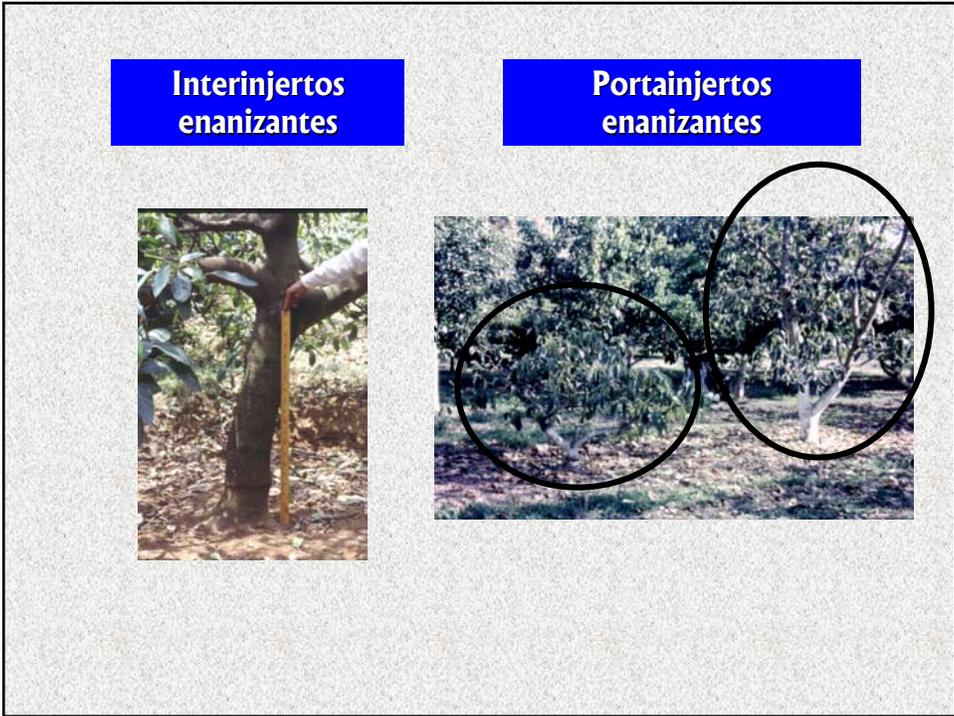
**Elizabeth Meza-Castillo, Alejandro F. Barrientos Priego, J. Enrique  
Rodríguez-Pérez, Ma. Isabel Reyes-Santamaría, Grant Thorp**



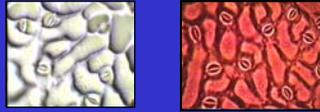
**noviembre, 2007**







## Características de los estomas de dos cultivares de aguacate



Cultivar	Estomas por mm <sup>2</sup>	Células Epidérmicas por mm <sup>2</sup>	Índice Estomático	Longitud de Estomas (μm)
'Colin V-33'	624	2316	21	18
'Hass'	354	1865	16	19

**Raza Mexicana**  
Grosor de corteza  
0.60 cm



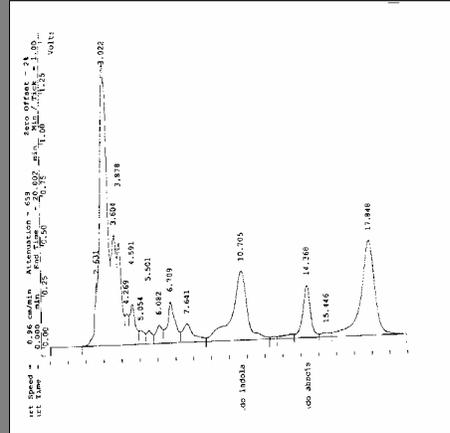
**'Colín V-33'**  
Grosor de corteza  
1.09 cm

Cuadro 3. Proporción de área transversal de corteza con respecto a la madera, expresado en porcentaje de árboles segregantes de 'Colín V-33' de 6 años de edad.

Arbol	Porte bajo	Arbol	Porte alto
390 PLC	22.27	122 PLC	12.58
331 PLC	22.10	159 PLC	15.04
196 PLC	29.05	155 PLC	12.63
323 PLC	22.66	268 PLC	13.63
280 PLC	20.76	227 PLC	9.96
170 PLC	19.48	229 PLC	14.07
x	22.72		12.98
c.v.	13.31 %		12.17 %

x Media.  
c.v. Coeficiente de variación.

**Balance AIA-ABA  
Manzano  
Aguacate  
Cítricos**



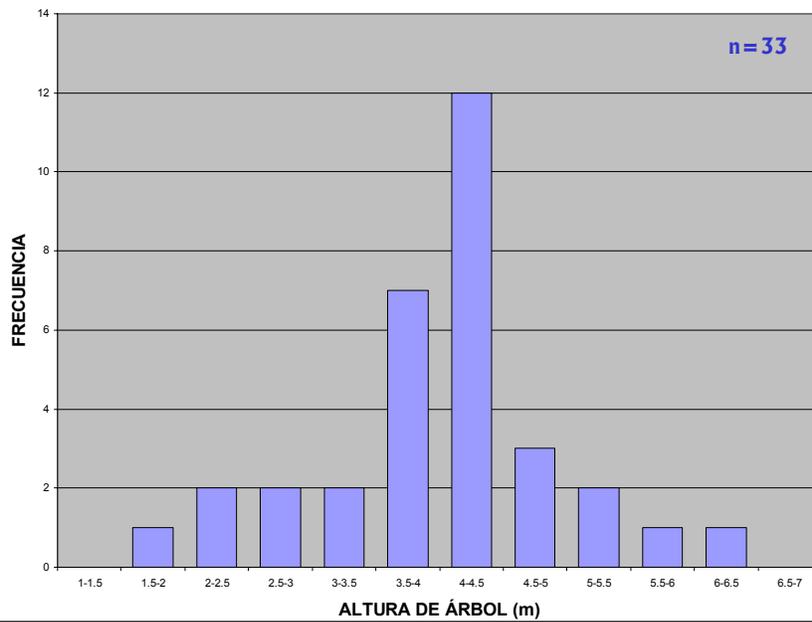
**Para la genotecnia en aguacate se requieren de índices de pre-selección**



**Hacia porte bajo  
y  
enanizantes**



**Se sabe que 'Colín V-33' da progenie segregante en cuanto a altura de árbol**



**OBJETIVO**

Estudiar las relaciones entre altura y variables fisiológicas, morfológicas, anatómicas, con potencial para ser índices de selección hacia porte bajo, en aguacate con diferente porte dentro una población segregante de 'Colín V-33'.

## Materiales y Métodos



Se usaron 39 árboles de porte alto, medio y bajo de una población de segregantes de 'Colín V-33' de 150 árboles ubicados en la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C.

## VARIABLES MOFOLÓGICAS

- Tamaño de árbol (ancho de copa y altura de árbol)
- Circunferencia de tronco
- Proporción transversal de corteza:madera del tronco
- Longitud de entrenudo en parte media del brote y número de entrenudos
- Longitud de brote
- Diámetro del brote de la parte media y base
- Longitud de pecíolo
- Área foliar, longitud y anchura de hoja



## VARIABLES FISIOLÓGICAS

### Mediciones en hoja con un IRGA (CIRAS-1 PP-Systems)

- Conductancia estomática
- Transpiración
- Asimilación de CO<sub>2</sub>
- Concentración de CO<sub>2</sub> subestomático
- Temperatura



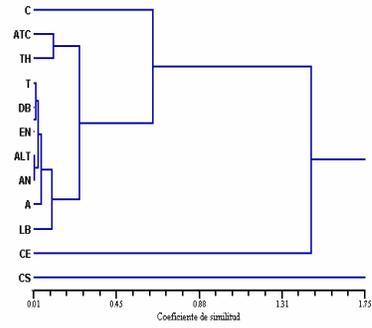
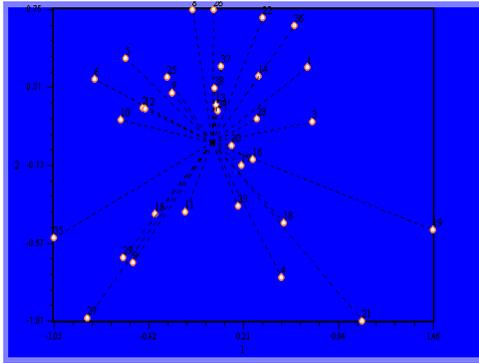
## VARIABLES ANATÓMICAS

•Vasos del xilema: frecuencia de vasos-mm<sup>2</sup>, área, perímetro, diámetro, índice de redondez ( $4 \times PI \times \text{área}$ ); índice de alargamiento; diámetro Feret  $\sqrt{4 \times \text{área} / PI}$ ; índice de compactación ( $\sqrt{4 \times \text{área} / PI}$ ), área mm<sup>2</sup> y frecuencia de los elementos de los vasos/ área del xilema mm<sup>2</sup>, utilizando la ecuación de Poiseuille modificada (Fahn *et al.*, 1986) se calculó la conductividad relativa,  $CR = (R^4) / (FRE)$ ; donde: CR es conductividad relativa, R es el radio del vaso y FRE es el número de vasos-mm<sup>2</sup>, índice de vulnerabilidad propuesto por Carlquist (1977):  $V = DV / FRE$ ; donde: V es vulnerabilidad, DV es el diámetro del vaso y FRE es el número de vasos-mm<sup>2</sup>.

•Corte transversal del brote: área, perímetro, índice de alargamiento, índice de redondez diámetro Feret, índice de compactación y diámetro en 2 ejes. Estratos celulares: espesor, áreas y proporciones de médula, xilema, corteza, floema y parénquima, así como dimensiones de fibras del floema y epidermis.

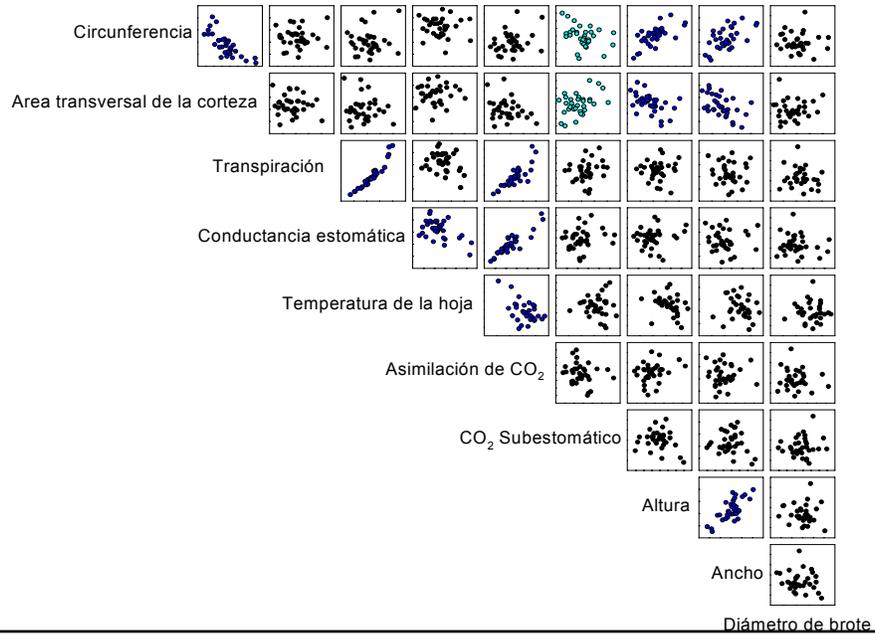
•Estomas: frecuencia, células epidérmicas por mm<sup>2</sup>, índice estomático ( $IE = [FE / (FE + FCE)] \times 100$ ); donde FE = frecuencia estomática y FCE = frecuencia de células epidérmicas.

## Con ayuda de un análisis de componentes principales



## y correlación múltiple de Pearson

### Matriz gráfica



De 70 variables se depuró con base a su poca contribución para formar grupos en los componentes principales y por su alta correlación con variables.

Quedando 30 variables que se utilizaron en el análisis final.

Se realizó una clasificación inicial de cuatro grupos de acuerdo a la altura de los árboles: Grupo 1 (menores de 2.99 m), Grupo 2 (de 2.50 a 3.99 m), Grupo 3 (4.0 a 4.49 m) y Grupo 4 (mayores de 4.50 m). Al considerar estos grupos propuestos, se aplicó un análisis discriminante con el propósito de detectar las variables con mayor importancia que describen a los grupos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico SAS ver. 8.

## Resultados

Cuadro 1. Valores propios de funciones discriminantes de cuatro grupos de aguacate, de 39 segregantes del cultivar Colón V-33, clasificados de acuerdo a su altura.

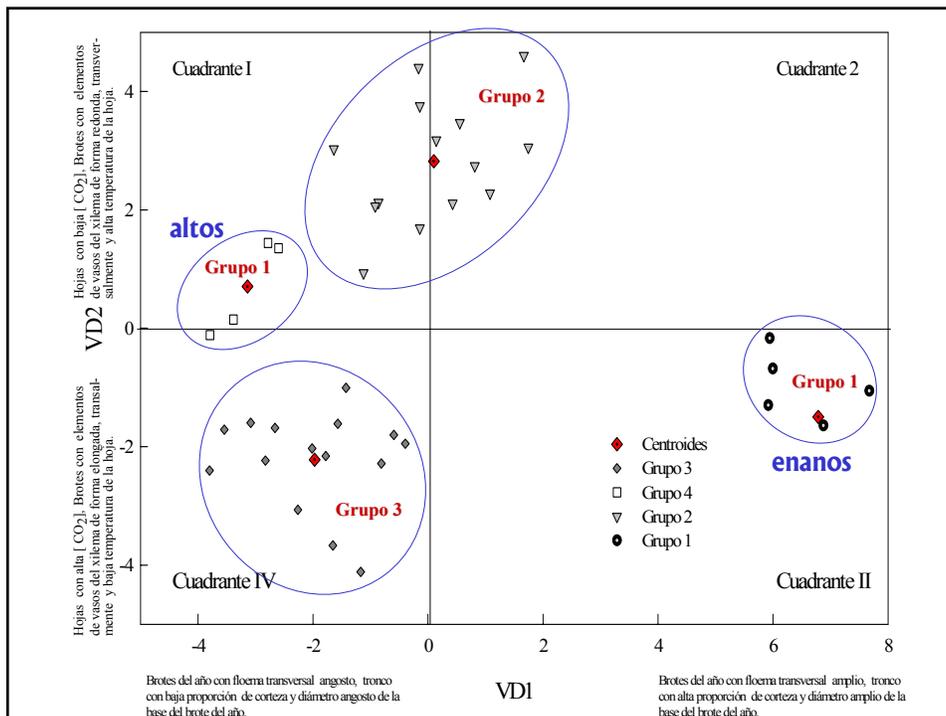
Variable discriminante	Valor propio	Proporción	Proporción acumulada
VD1	10.69	0.58**	0.58 (58 %)
VD2	5.73	0.31*	0.88 (88 %)

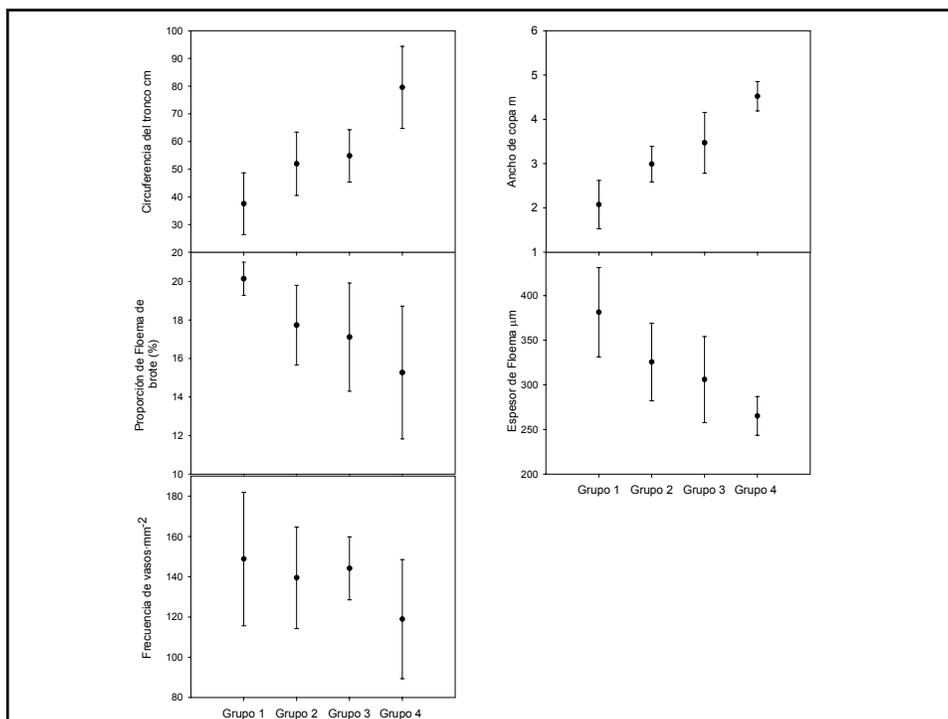
VD1, VD2: variable discriminante 1, 2, respectivamente. Diferente de cero con  $P \leq 0.01^{**}$ . Diferente de cero con  $P \leq 0.05^{*}$ .

Cuadro 2. Estructura canónica de variables discriminantes definidas a partir de 4 grupos de genotipos de aguacatero (segregantes de 'Colin V-33') contrastantes en altura.

Variable	Coeficiente canónico	
	Can 1	Can 2
Índice de redondez del brote	-0.1243	0.0517
Diámetro Feret del brote	0.0853	-0.0054
Proporción transversal de xilema	0.0300	-0.0644
Proporción transversal de la medula	-0.1102	-0.0002
3 Espesor transversal de epidermis	0.3327	-0.2760
Esesor transversal de fibras del floema	-0.1792	-0.0193
1 Espesor transversal de floema	0.5910	-0.0038
Área transversal de corteza en el brote	0.1710	0.0207
Diámetro de elementos de los vasos	0.0307	0.1437
2 Índice de alargamiento de elementos de los vasos	0.0700	-0.2827
AEV · ATXIBR	0.1078	0.0640
Frecuencia de vasos-mm <sup>2</sup>	0.1807	-0.1526
Esesor transversal de xilema	0.0819	-0.0117
Conductividad relativa	0.0805	0.1207
Índice de vulnerabilidad	-0.1248	0.2038
Área foliar	-0.0747	0.0607
Índice de alargamiento de la hoja	-0.0194	-0.0387
Longitud del pecíolo	-0.2767	0.1997
Longitud del brote del año	0.2876	0.1228
Número de entrenudos	0.0545	-0.0521
3 Diámetro de la base del brote del año	0.3369	0.0031
Longitud de entrenudo	0.0883	0.1207
2 Área transversal de corteza en el tronco	0.5450	-0.1984
Conductancia estomática	0.0934	-0.0302
Temperatura de la hoja	0.0871	0.2758
1 Concentración de CO <sub>2</sub> subestomático	0.2537	-0.2907
Longitud del estoma	-0.0276	0.2284
Densidad de células epidérmicas	0.2565	0.0045
Densidad de estomas	0.0597	-0.0816
Índice estomático	-0.2546	-0.1081

VD1, VD2: variable discriminante 1, 2, respectivamente. AEV · ATXIBR: Área real de elementos de los vasos ocupada por área transversal de xilema en el brote (mm<sup>2</sup>).





**Cuadro 3. Distancia estadística generalizada entre centroides de grupos.**

Grupo	1	2	3	4
1	0	65.16	79.10	112.74
2		0	29.72	34.62
3			0	29.52
4				0

Cuadro 4. Proporción de genotipos en 4 grupos de aguacate (segregantes de 'Colin V-33') contrastantes en altura. Clasificados correcta e incorrectamente mediante el análisis discriminante.

Grupo	1	2	3	4	Total
1	100	0	0	0	100
2	0	100	0	0	100
3	0	0	100	0	100
4	0	0	0	100	100
Total de individuos	6	14	15	4	39

**¡ Gracias !**

