



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Instituto de Ciencias Matemáticas

Ingeniería en Estadística Informática

“Determinación y Aplicación de Métodos Estadísticos,
para Medir Estabilidad Genética en Vegetales, Caso:
Banano”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO EN ESTADISTICA INFORMATICA

Presentada por

Johnny José Jiménez Contreras

Guayaquil - Ecuador

Año 2006

T
519.5
JIM
D-35557



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
INGENIERÍA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

**“DETERMINACIÓN Y APLICACIÓN DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS,
PARA MEDIR ESTABILIDAD GENÉTICA EN VEGETALES, CASO:
BANANO”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

Presentada por:

JOHNNY JOSÉ JIMÉNEZ CONTRERAS

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2006

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios quien es el pilar de mi vida y quien día a día me guía, me ilumina y me brinda las fuerzas necesarias para poder alcanzar mis metas y sueños.

A toda mi familia, especialmente a mi papá el señor Abogado José Agustín Jiménez Ojeda, a mi mamá la respetable dama Señora Anita Alicia Contreras y a mi hermana la señorita Carol Gisella Jiménez Contreras, que siempre me brindaron todo su apoyo incondicional y sincero, por sus buenos y sabios consejos y por todo lo que siempre hicieron por mí.

Agradezco a todos mis maestros, y en especial al Matemático John Ramírez y al Ing. Guillermo Baquerizo por todo el apoyo que me brindaron durante mi carrera universitaria y por la confianza que ellos depositaron en mí, también agradezco especialmente a mi director de tesis, el Ing. Omar Ruiz, por su apoyo, orientación y por sus sabios consejos para la culminación de este trabajo.

Finalmente quiero agradecer a todos mis amigos, por brindarme su amistad, su comprensión y cariño.


DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado al más grande de todos los seres Dios, a toda mi familia, a mis padres, a mi hermana, a mis estimados profesores y a todos mis amigos.




D-35557

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



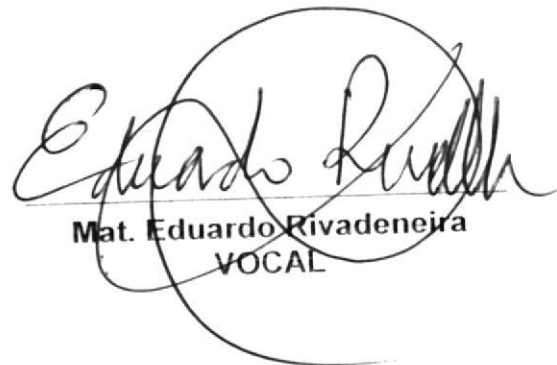
Ing. Pablo Álvarez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Omar Ruiz
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Félix Ramírez
VOCAL



Mat. Eduardo Rivadeneira
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



CIB-ESPOL



Johnny José Jiménez Contreras

RESUMEN

La presente tesis consiste en la determinación y aplicación de métodos estadísticos, para medir estabilidad genética en vegetales, caso: banano, basados en los datos proporcionados por el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE-ESPOL).

La tesis está dividida en cinco capítulos que incluye a las conclusiones y recomendaciones. En el primer capítulo se hace una breve reseña histórica del banano, su clasificación y descripción botánica, las diferentes áreas bananeras en el Ecuador, exportaciones e importaciones, etc. Además se describe a una de las enfermedades que más afecta al banano, la Sigatoka Negra, su agente causal, la sintomatología de la enfermedad, los daños que ocasiona y las formas de controlar la enfermedad. Así como también algunos conceptos relacionados con la adaptabilidad y la estabilidad de los genotipos que es la parte esencial de este estudio.

En el capítulo dos se hace una descripción de las variables a estudiar, la población objetivo, el diseño experimental y la forma de recolección de los datos. En el tercer capítulo se presenta el análisis estadístico Univariado. El capítulo cuatro contiene el análisis de la estabilidad genética, el que

comprende tres métodos estadísticos desarrollados para realizar éstos análisis, en primer lugar tenemos el método propuesto por Eberhart y Russell que es un método univariado y los métodos multivariados AMMI (Método de los efectos aditivos principales e interacciones multiplicativas) y SREG (Modelo de Regresión de Sitios) basados principalmente en el análisis de componentes principales.

Por último, en el capítulo cinco se muestran las conclusiones y recomendaciones.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	XIV
SIMBOLOGÍA.....	XV
INDICE DE TABLAS.....	XVII
INDICE DE GRÁFICOS.....	XXVII
INTRODUCCIÓN.....	1
1. EL BANANO: CONSIDERACIONES GENERALES	
1.1. Historia del Banano	4
1.2. Clasificación y Descripción Botánica.....	8
1.3. Caracteres Botánicos.....	12
1.3.1. Rizoma o Bulbo.....	12
1.3.2. Sistema Radicular.....	12
1.3.3. Sistema Foliar.....	14
1.3.4. Inflorescencia.....	16
1.3.5. El Fruto.....	18
1.4. Requerimientos Ecológicos.....	19
1.4.1. Suelo.....	19
1.4.2. Clima.....	20

1.4.3. Luminosidad.....	21
1.4.4. Resistencia a la sequía.....	21
1.4.5. Vientos.....	22
1.5. Áreas Bananeras.....	22
1.5.1. Zona Norte.....	22
1.5.2. Zona Central.....	23
1.5.3. Zona Subcentral.....	23
1.5.4. Zona Oriental - Milagro.....	23
1.5.5. Zona Oriental - El Triunfo.....	23
1.5.6. Zona Naranjal.....	23
1.5.7. Zona Sur - Machala.....	24
1.6. Variedades de Cultivo.....	24
1.6.1. Gros Michel.....	24
1.6.2. Cavendish.....	25
1.6.2.1. Lacatan o Filipino.....	25
1.6.2.2. Poyo.....	26
1.6.2.3. Giant Cavendish.....	26
1.6.2.4. Cavendish Enano.....	26
1.7. Producción Mundial.....	27
1.8. Exportaciones.....	28
1.9. Importaciones.....	29
1.10. Países Exportadores.....	30
1.11. Países Importadores.....	31

1.12. Principales Enfermedades.....	31
1.12.1. Sigatoka Negra: Origen.....	32
1.12.1.1. Sintomatología.....	34
1.12.1.2. Daños que ocasiona la Sigatoka Negra.....	35
1.12.1.3. Condiciones Ambientales.....	36
1.12.1.4. Medidas de Control.....	36
1.12.1.4.1. Medidas de Cuarentena, eliminación y Erradicación.....	36
1.12.1.4.2. Uso de productos químicos.....	38
1.13. Mejoramiento Genético del Banano.....	38
1.13.1. Hibridación.....	46
1.13.2. Estudios Biotecnológicos en Sigatoka Negra: Clones Promisorios.....	47
1.14. Mecanismos que regulan la aprobación y seguridad de los cultivos mejorados genéticamente.....	50
1.15. Algunos conceptos ligados al estudio de estabilidad Genética.....	52
1.15.1. Genotipo.....	52
1.15.2. Ambiente.....	52
1.15.3. Efectos Principales: Efecto Ambiente (puro).....	52
1.15.4. Efectos Principales: Efecto Genotipo (puro).....	52
1.15.5. La interacción genotipo x ambiente.....	53
1.16. Estabilidad y Adaptabilidad.....	53

1.16.1. Adaptabilidad.....	54
1.16.2. Adaptación específica de un genotipo.....	54
1.16.3. Adaptación genotípica general.....	54
1.16.4. Adaptación específica de una población.....	54
1.16.5. Adaptación general de una población.....	55
1.17 Estabilidad.....	55
1.17.1. Estabilidad Tipo 1.....	56
1.17.2. Estabilidad Tipo 2.....	56
1.17.3. Estabilidad Tipo 3.....	56
1.17.4. Estabilidad Tipo 4.....	57

2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES, POBLACIÓN OBJETIVO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

2.1. Tipos de variables a utilizarse.....	59
2.1.1. Variables descriptoras de la planta de banano.....	59
2.1.2. Variables relacionadas con la infección de Sigatoka Negra en la planta de banano.....	77
2.2. Diseño Experimental utilizado.....	81
2.2.1. Localización de los ensayos.....	86

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO UNIVARIADO

3.1. Hacienda San Humberto: Análisis Univariado.....	89
3.1.1. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo ESPOL 13 MADRE.....	89
3.1.2. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo ESPOL 13 MADRE.....	101
3.1.3. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo ESPOL 13 HIJO.....	104
3.1.4. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo ESPOL 13 HIJO.....	116
3.1.5. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo WILLIAMS MADRE.....	119
3.1.6. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo WILLIAMS MADRE.....	131

3.1.7. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo WILLIAMS HIJO.....	134
3.1.8. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo WILLIAMS HIJO.....	146
3.2. Hacienda Celia María: Análisis Univariado.....	150
3.2.1. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo ESPOL 13 MADRE.....	150
3.2.2. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo ESPOL 13 MADRE.....	162
3.2.3. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo ESPOL 13 HIJO.....	165
3.2.4. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo ESPOL 13 HIJO.....	177
3.2.5. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo FILIPINO MADRE.....	180

3.2.6. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo FILIPINO MADRE.....	192
3.2.7. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo FILIPINO HIJO.....	195
3.2.8. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo FILIPINO HIJO.....	207
3.2.9. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo VALERY MADRE.....	210
3.2.10. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo VALERY MADRE.....	222
3.2.11. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo VALERY HIJO.....	225
3.2.12. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo VALERY HIJO.....	237



3.3. Hacienda Ana María: Análisis Univariado.....	241
3.3.1. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo ESPOL 13 MADRE.....	241
3.3.2. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo ESPOL 13 MADRE.....	253
3.3.3. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo ESPOL 13 HIJO.....	256
3.3.4. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo ESPOL 13 HIJO.....	268
3.3.5. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo WILLIAMS MADRE.....	271
3.3.6. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo WILLIAMS MADRE.....	283

3.4. Hacienda Miraflores: Análisis Univariado.....	287
3.4.1. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo ESPOL 13 MADRE.....	287
3.4.2. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo ESPOL 13 MADRE.....	299
3.4.3. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo ESPOL 13 HIJO.....	302
3.4.4. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo ESPOL 13 HIJO.....	314
3.4.5. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo WILLIAMS MADRE.....	317
3.4.6. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo WILLIAMS MADRE.....	329
3.4.7. Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo WILLIAMS HIJO.....	332

3.4.8. Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo WILLIAMS HIJO.....	344
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

4. ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD GENÉTICA

4.1. Método de Eberhart S.A. & Russell W.A.....	350
4.2. Análisis de los resultados obtenidos: Método de Eberhart y Russell.....	362
4.2.1. Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart y Russell de las Alturas de las plantas de Banano.....	363
4.2.2. Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart y Russell de los diámetros de las plantas de Banano...	366
4.2.3. Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart y Russell de las hojas presentes de las plantas de Banano.....	370
4.2.4. Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart y Russell de la emisión foliar de las plantas de Banano.....	373
4.2.5. Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart y Russell del IND de las plantas de Banano.....	377
4.3. Modelo los Efectos Aditivos Principales e Interacciones Multiplicativas (Modelo AMMI).....	381
4.4. Análisis de los resultados obtenidos: Modelo AMMI.....	386
4.4.1. Análisis AMMI: Alturas promedio de los genotipos.....	387

4.4.2. Análisis AMMI: Diámetros promedio de los genotipos.....	391
4.4.3. Análisis AMMI: Hojas presentes promedio de los genotipos..	395
4.4.4. Análisis AMMI: Emisión Foliar promedio de los genotipos....	399
4.4.5. Análisis AMMI: IND promedio de los genotipos.....	403
4.5. Modelo SREG o Modelo de Regresión de Sitios (ambientes).....	407
4.6. Análisis de los resultados obtenidos: Modelo SREG.....	411
4.6.1. Análisis SREG: Alturas promedio de los genotipos.....	411
4.6.2. Análisis SREG: Diámetros promedio de los genotipos.....	415
4.6.3. Análisis SREG: Hojas presentes promedio de los genotipos.	419
4.6.4. Análisis SREG: Emisión Foliar promedio de los genotipos...	423
4.6.5. Análisis SREG: IND promedio de los genotipos.....	427

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

° C	Grados centígrados
cal	Calorías
cms	Centímetros
g	Gramos
gal	Galón
gal/Ha.	Galones por hectárea
Ha	Hectárea
IND	Índice de infección
Kg	Kilogramos
Kg/Ha.	Kilogramos por hectárea
Km	Kilómetros
Km/h.	Kilómetros por hora
lts	Litros
lts/Ha.	Litros por hectárea
mm	Milímetros
mts	Metros
p.p.m.	Parte por millón
Ph	Nivel de Hidrógeno

SIMBOLOGÍA

P	Población.
n	Tamaño de muestra.
$(1 - \alpha)$	Nivel de confianza al 100 %.
e	Error de diseño muestral.
N	Tamaño de la población.
Y_{ij}	Media del genotipo i en el ambiente j.
β_{0i}	Media general del genotipo i en todos los ambientes.
β_{1i}	Respuesta lineal del genotipo i a la variación ambiental.
I_j	Índice ambiental del ambiente j-ésimo.
δ_{ij}	Desviación de la regresión.
$S_{d_i}^2$	Parámetro de estabilidad de Eberhart y Russell.
ε_{ij}	Error experimental (Modelo de Eberhart y Russell).
H_0	Hipótesis Nula
H_1	Hipótesis Alterna
GE	Matriz de interacciones.
μ	Media general de las observaciones (Modelo AMMI).
g_i	Efecto del genotipo i (Modelo AMMI).
c_j	Efecto del ambiente j (Modelo AMMI).

μ_i	Efecto del genotipo i (Modelo SREG).
λ_k	Valor propio del eje k de componentes principales (Modelos AMMI y SREG).
γ_{ik}	Vectores propios unitarios genotípicos asociados a λ_k (Modelos AMMI y SREG).
α_{jk}	Vectores propios unitarios ambientales asociados a λ_k . (Modelos AMMI y SREG).
ε_{ij}	Error del genotipo i en el ambiente j (Modelos AMMI y SREG).
p	Número de ejes de componentes principales considerados (Modelos AMMI y SREG).

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Clasificación del género Musa.....	9
Tabla 1.2. Clasificación de especies o clones de banano según tipo.....	10
Tabla 1.3. Composición de la pulpa del Banano.....	11
Tabla 1.4. Uso de productos químicos para el control de Sigatoka Negra.....	38
Tabla 2.1. Determinación de los tamaños de muestra para el genotipo WILLIAMS MADRE en sus respectivas haciendas.....	84
Tabla 2.2. Asignación de los tamaños de muestra para los genotipos ESPOL 13, WILLIAMS, FILIPINO y VALERY en sus respectivas haciendas.....	85
Tabla 3.1. Estadística Descriptiva: Variable AE13MSH.....	90
Tabla 3.2. Estadística Descriptiva: Variable DE13MSH.....	93
Tabla 3.3. Estadística Descriptiva: Variable HPE13MSH.....	96
Tabla 3.4. Estadística Descriptiva: Variable EFE13MSH.....	99
Tabla 3.5. Estadística Descriptiva: Variable INDE13MSH.....	102
Tabla 3.6. Estadística Descriptiva: Variable AE13HSH.....	105
Tabla 3.7. Estadística Descriptiva: Variable DE13HSH.....	108
Tabla 3.8. Estadística Descriptiva: Variable HPE13HSH.....	111
Tabla 3.9. Estadística Descriptiva: Variable EFE13HSH.....	114
Tabla 3.10. Estadística Descriptiva: Variable INDE13HSH.....	117
Tabla 3.11. Estadística Descriptiva: Variable AWMSH.....	120
Tabla 3.12. Estadística Descriptiva: Variable DWMSH.....	123

Tabla 3.13. Estadística Descriptiva: Variable HPWMSH.....	126
Tabla 3.14. Estadística Descriptiva: Variable EFWMSH.....	129
Tabla 3.15. Estadística Descriptiva: Variable INDWMSH.....	132
Tabla 3.16. Estadística Descriptiva: Variable AWHSH.....	135
Tabla 3.17. Estadística Descriptiva: Variable DWHSB.....	138
Tabla 3.18. Estadística Descriptiva: Variable HPWHSB.....	141
Tabla 3.19. Estadística Descriptiva: Variable EFWHSB.....	144
Tabla 3.20. Estadística Descriptiva: Variable INDWHSB.....	147
Tabla 3.21. Estadística Descriptiva: Variable AE13MCM.....	151
Tabla 3.22. Estadística Descriptiva: Variable DE13MCM.....	154
Tabla 3.23. Estadística Descriptiva: Variable HPE13MCM.....	157
Tabla 3.24. Estadística Descriptiva: Variable EFE13MCM.....	160
Tabla 3.25. Estadística Descriptiva: Variable INDE13MCM.....	163
Tabla 3.26. Estadística Descriptiva: Variable AE13HCM.....	166
Tabla 3.27. Estadística Descriptiva: Variable DE13HCM.....	169
Tabla 3.28. Estadística Descriptiva: Variable HPE13HCM.....	172
Tabla 3.29. Estadística Descriptiva: Variable EFE13HCM.....	175
Tabla 3.30. Estadística Descriptiva: Variable INDE13HCM.....	178
Tabla 3.31. Estadística Descriptiva: Variable AFMCM.....	181
Tabla 3.32. Estadística Descriptiva: Variable DFMCM.....	184
Tabla 3.33. Estadística Descriptiva: Variable HPFMCM.....	187
Tabla 3.34. Estadística Descriptiva: Variable EFFMCM.....	190
Tabla 3.35. Estadística Descriptiva: Variable INDFMCM.....	193

Tabla 3.36. Estadística Descriptiva: Variable AFHCM.....	196
Tabla 3.37. Estadística Descriptiva: Variable DFHCM.....	199
Tabla 3.38. Estadística Descriptiva: Variable HPFHCM.....	202
Tabla 3.39. Estadística Descriptiva: Variable EFFHCM.....	205
Tabla 3.40. Estadística Descriptiva: Variable INDFHCM.....	208
Tabla 3.41. Estadística Descriptiva: Variable AVMCM.....	211
Tabla 3.42. Estadística Descriptiva: Variable DVMCM.....	214
Tabla 3.43. Estadística Descriptiva: Variable HPVMCM.....	217
Tabla 3.44. Estadística Descriptiva: Variable EFVMCM.....	220
Tabla 3.45. Estadística Descriptiva: Variable INDVMCM.....	223
Tabla 3.46. Estadística Descriptiva: Variable AVHCM.....	226
Tabla 3.47. Estadística Descriptiva: Variable DVHCM.....	229
Tabla 3.48. Estadística Descriptiva: Variable HPVHCM.....	232
Tabla 3.49. Estadística Descriptiva: Variable EFVHCM.....	235
Tabla 3.50. Estadística Descriptiva: Variable INDVHCM.....	238
Tabla 3.51. Estadística Descriptiva: Variable AE13MAM.....	242
Tabla 3.52. Estadística Descriptiva: Variable DE13MAM.....	245
Tabla 3.53. Estadística Descriptiva: Variable HPE13MAM.....	248
Tabla 3.54. Estadística Descriptiva: Variable EFE13MAM.....	251
Tabla 3.55. Estadística Descriptiva: Variable INDE13MAM.....	254
Tabla 3.56. Estadística Descriptiva: Variable AE13HAM.....	257
Tabla 3.57. Estadística Descriptiva: Variable DE13HAM.....	260
Tabla 3.58. Estadística Descriptiva: Variable HPE13HAM.....	263

Tabla 3.59. Estadística Descriptiva: Variable EFE13HAM.....	266
Tabla 3.60. Estadística Descriptiva: Variable INDE13HAM.....	269
Tabla 3.61. Estadística Descriptiva: Variable AWMAM.....	272
Tabla 3.62. Estadística Descriptiva: Variable DWMAM.....	275
Tabla 3.63. Estadística Descriptiva: Variable HPWMAM.....	278
Tabla 3.64. Estadística Descriptiva: Variable EFWMAM.....	281
Tabla 3.65. Estadística Descriptiva: Variable INDWMAM.....	284
Tabla 3.66. Estadística Descriptiva: Variable AE13MMF.....	288
Tabla 3.67. Estadística Descriptiva: Variable DE13MMF.....	291
Tabla 3.68. Estadística Descriptiva: Variable HPE13MMF.....	294
Tabla 3.69. Estadística Descriptiva: Variable EFE13MMF.....	297
Tabla 3.70. Estadística Descriptiva: Variable INDE13MMF.....	300
Tabla 3.71. Estadística Descriptiva: Variable AE13HMF.....	303
Tabla 3.72. Estadística Descriptiva: Variable DE13HMF.....	306
Tabla 3.73. Estadística Descriptiva: Variable HPE13HMF.....	309
Tabla 3.74. Estadística Descriptiva: Variable EFE13HMF.....	312
Tabla 3.75. Estadística Descriptiva: Variable INDE13HMF.....	315
Tabla 3.76. Estadística Descriptiva: Variable AWMMF.....	318
Tabla 3.77. Estadística Descriptiva: Variable DWMMF.....	321
Tabla 3.78. Estadística Descriptiva: Variable HPWMMF.....	324
Tabla 3.79. Estadística Descriptiva: Variable EFWMMF.....	327
Tabla 3.80. Estadística Descriptiva: Variable INDWMMF.....	330
Tabla 3.81. Estadística Descriptiva: Variable AWHMF.....	333

Tabla 3.82. Estadística Descriptiva: Variable DWHMF.....	336
Tabla 3.83. Estadística Descriptiva: Variable HPWHMF.....	339
Tabla 3.84. Estadística Descriptiva: Variable EFWHMF.....	342
Tabla 3.85. Estadística Descriptiva: Variable INDWHMF.....	345
Tabla 4.1. Disposición de los datos en filas (genotipos) y en columnas (ambientes).....	350
Tabla 4.2. Interpretación de los parámetros de estabilidad del Método de Eberhart y Russell.....	361
Tabla 4.3. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las alturas de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.....	363
Tabla 4.4. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las alturas de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.....	364
Tabla 4.5. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las alturas de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.....	364
Tabla 4.6. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las alturas de las plantas de banano correspondientes al	

genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.....	365
Tabla 4.7. Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell de las alturas de los genotipos en estudio.....	366
Tabla 4.8. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.....	367
Tabla 4.9. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.....	367
Tabla 4.10. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.....	368
Tabla 4.11. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.....	369
Tabla 4.12. Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de los genotipos en estudio.....	369

Tabla 4.13. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las hojas presentes de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.....	370
Tabla 4.14. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las hojas presentes de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.....	371
Tabla 4.15. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las hojas presentes de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.....	371
Tabla 4.16. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las hojas presentes de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.....	372
Tabla 4.17. Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell de las hojas presentes de los genotipos en estudio.....	373
Tabla 4.18. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.....	374

Tabla 4.19. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.....	374
Tabla 4.20. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.....	375
Tabla 4.21. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.....	376
Tabla 4.22. Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de los genotipos en estudio.....	376
Tabla 4.23. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell del IND de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.....	377
Tabla 4.24. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell del IND de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.....	378

Tabla 4.25. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell del IND de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.....	378
Tabla 4.26. Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell del IND de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.....	379
Tabla 4.27. Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell del IND de los genotipos en estudio.....	380
Tabla 4.28. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis AMMI de las alturas promedio de las plantas de banano.....	387
Tabla 4.29. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en análisis AMMI de los diámetros promedio de las plantas de banano.....	391
Tabla 4.30. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en análisis AMMI de los hojas presentes promedio de las plantas de banano.....	395
Tabla 4.31. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en análisis AMMI de la emisión foliar promedio de las plantas de banano.....	399

Tabla 4.32. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en análisis AMMI del IND promedio de las plantas de banano.....	403
Tabla 4.33. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG de las alturas promedio de las plantas de banano.....	411
Tabla 4.34. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG de los diámetros promedio de las plantas de banano.....	415
Tabla 4.35. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG de las hojas presentes promedio de las plantas de banano.....	419
Tabla 4.36. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG de la emisión foliar promedio de las plantas de banano.....	423
Tabla 4.37. Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG del IND promedio de las plantas de banano.....	427

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Rizoma en la Planta de Banano.....	13
Gráfico 1.2. Pecíolo/nervadura/hoja.....	15
Gráfico 1.3. Pseudotallo/hijos.....	17
Gráfico 1.4. Brote masculino y flores.....	17
Gráfico 1.5. Forma de los frutos.....	19
Gráfico 1.6. Aparición de la Sigatoka Negra en América por país.....	33
Gráfico 2.1. Escala de Brun (1963).....	68
Gráfico 2.2. Escala de Stover modificada por Gauhl (1989).....	78
Gráfico 3.1. Histograma de frecuencias de la variable AE13MSH.....	91
Gráfico 3.2. Diagrama de cajas de la variable AE13MSH.....	92
Gráfico 3.3. Histograma de frecuencias de la variable DE13MSH.....	94
Gráfico 3.4. Diagrama de cajas de la variable DE13MSH.....	95
Gráfico 3.5. Histograma de frecuencias de la variable HPE13MSH.....	97
Gráfico 3.6. Diagrama de cajas de la variable HPE13MSH.....	98
Gráfico 3.7. Histograma de frecuencias de la variable EFE13MSH.....	100
Gráfico 3.8. Diagrama de cajas de la variable EFE13MSH.....	101
Gráfico 3.9. Histograma de frecuencias de la variable INDE13MSH.....	103
Gráfico 3.10. Diagrama de cajas de la variable INDE13MSH.....	104
Gráfico 3.11. Histograma de frecuencias de la variable AE13HSH.....	106
Gráfico 3.12. Diagrama de cajas de la variable AE13HSH.....	107
Gráfico 3.13. Histograma de frecuencias de la variable DE13HSH.....	109

Gráfico 3.14. Diagrama de cajas de la variable DE13HSH.....	110
Gráfico 3.15. Histograma de frecuencias de la variable HPE13HSH.....	112
Gráfico 3.16. Diagrama de cajas de la variable HPE13HSH.....	113
Gráfico 3.17. Histograma de frecuencias de la variable EFE13HSH.....	115
Gráfico 3.18. Diagrama de cajas de la variable EFE13HSH.....	116
Gráfico 3.19. Histograma de frecuencias de la variable INDE13HSH.....	118
Gráfico 3.20. Diagrama de cajas de la variable INDE13HSH.....	119
Gráfico 3.21. Histograma de frecuencias de la variable AWMSH.....	121
Gráfico 3.22. Diagrama de cajas de la variable AWMSH.....	122
Gráfico 3.23. Histograma de frecuencias de la variable DWMSH.....	124
Gráfico 3.24. Diagrama de cajas de la variable DWMSH.....	125
Gráfico 3.25. Histograma de frecuencias de la variable HPWMSH.....	127
Gráfico 3.26. Diagrama de cajas de la variable HPWMSH.....	128
Gráfico 3.27. Histograma de frecuencias de la variable EFWMSH.....	130
Gráfico 3.28. Diagrama de cajas de la variable EFWMSH.....	131
Gráfico 3.29. Histograma de frecuencias de la variable INDWMSH.....	133
Gráfico 3.30. Diagrama de cajas de la variable INDWMSH.....	134
Gráfico 3.31. Histograma de frecuencias de la variable AWHSH.....	136
Gráfico 3.32. Diagrama de cajas de la variable AWHSH.....	137
Gráfico 3.33. Histograma de frecuencias de la variable DWHSH.....	139
Gráfico 3.34. Diagrama de cajas de la variable DWHSH.....	140
Gráfico 3.35. Histograma de frecuencias de la variable HPWHSH.....	142
Gráfico 3.36. Diagrama de cajas de la variable HPWHSH.....	143

Gráfico 3.37. Histograma de frecuencias de la variable EFWHSH.....	145
Gráfico 3.38. Diagrama de cajas de la variable EFWHSH.....	146
Gráfico 3.39. Histograma de frecuencias de la variable INDWHSH.....	148
Gráfico 3.40. Diagrama de cajas de la variable INDWHSH.....	149
Gráfico 3.41. Histograma de frecuencias de la variable AE13MCM.....	152
Gráfico 3.42. Diagrama de cajas de la variable AE13MCM.....	153
Gráfico 3.43. Histograma de frecuencias de la variable DE13MCM.....	155
Gráfico 3.44. Diagrama de cajas de la variable DE13MCM.....	156
Gráfico 3.45. Histograma de frecuencias de la variable HPE13MCM.....	158
Gráfico 3.46. Diagrama de cajas de la variable HPE13MCM.....	159
Gráfico 3.47. Histograma de frecuencias de la variable EFE13MCM.....	161
Gráfico 3.48. Diagrama de cajas de la variable EFE13MCM.....	162
Gráfico 3.49. Histograma de frecuencias de la variable INDE13MCM.....	164
Gráfico 3.50. Diagrama de cajas de la variable INDE13MCM.....	165
Gráfico 3.51. Histograma de frecuencias de la variable AE13HCM.....	167
Gráfico 3.52. Diagrama de cajas de la variable AE13HCM.....	168
Gráfico 3.53. Histograma de frecuencias de la variable DE13HCM.....	170
Gráfico 3.54. Diagrama de cajas de la variable DE13HCM.....	171
Gráfico 3.55. Histograma de frecuencias de la variable HPE13HCM.....	173
Gráfico 3.56. Diagrama de cajas de la variable HPE13HCM.....	174
Gráfico 3.57. Histograma de frecuencias de la variable EFE13HCM.....	176
Gráfico 3.58. Diagrama de cajas de la variable EFE13HCM.....	177
Gráfico 3.59. Histograma de frecuencias de la variable INDE13HCM.....	179

Gráfico 3.60. Diagrama de cajas de la variable INDE13HCM.....	180
Gráfico 3.61. Histograma de frecuencias de la variable AFMCM.....	182
Gráfico 3.62. Diagrama de cajas de la variable AFMCM.....	183
Gráfico 3.63. Histograma de frecuencias de la variable DFMCM.....	185
Gráfico 3.64. Diagrama de cajas de la variable DFMCM.....	186
Gráfico 3.65. Histograma de frecuencias de la variable HPFMCM.....	188
Gráfico 3.66. Diagrama de cajas de la variable HPFMCM.....	189
Gráfico 3.67. Histograma de frecuencias de la variable EFFMCM.....	191
Gráfico 3.68. Diagrama de cajas de la variable EFFMCM.....	192
Gráfico 3.69. Histograma de frecuencias de la variable INDFMCM.....	194
Gráfico 3.70. Diagrama de cajas de la variable INDFMCM.....	195
Gráfico 3.71. Histograma de frecuencias de la variable AFHCM.....	197
Gráfico 3.72. Diagrama de cajas de la variable AFHCM.....	198
Gráfico 3.73. Histograma de frecuencias de la variable DFHCM.....	200
Gráfico 3.74. Diagrama de cajas de la variable DFHCM.....	201
Gráfico 3.75. Histograma de frecuencias de la variable HPFHCM.....	203
Gráfico 3.76. Diagrama de cajas de la variable HPFHCM.....	204
Gráfico 3.77. Histograma de frecuencias de la variable EFFHCM.....	206
Gráfico 3.78. Diagrama de cajas de la variable EFFHCM.....	207
Gráfico 3.79. Histograma de frecuencias de la variable INDFHCM.....	209
Gráfico 3.80. Diagrama de cajas de la variable INDFHCM.....	210
Gráfico 3.81. Histograma de frecuencias de la variable AVMCM.....	212
Gráfico 3.82. Diagrama de cajas de la variable AVMCM.....	213

Gráfico 3.83. Histograma de frecuencias de la variable DVMCM.....	215
Gráfico 3.84. Diagrama de cajas de la variable DVMCM.....	216
Gráfico 3.85. Histograma de frecuencias de la variable HPVMCM.....	218
Gráfico 3.86. Diagrama de cajas de la variable HPVMCM.....	219
Gráfico 3.87. Histograma de frecuencias de la variable EFVMCM.....	221
Gráfico 3.88. Diagrama de cajas de la variable EFVMCM.....	222
Gráfico 3.89. Histograma de frecuencias de la variable INDVMCM.....	224
Gráfico 3.90. Diagrama de cajas de la variable INDVMCM.....	225
Gráfico 3.91. Histograma de frecuencias de la variable AVHCM.....	227
Gráfico 3.92. Diagrama de cajas de la variable AVHCM.....	228
Gráfico 3.93. Histograma de frecuencias de la variable DVHCM.....	230
Gráfico 3.94. Diagrama de cajas de la variable DVHCM.....	231
Gráfico 3.95. Histograma de frecuencias de la variable HPVHCM.....	233
Gráfico 3.96. Diagrama de cajas de la variable HPVHCM.....	234
Gráfico 3.97. Histograma de frecuencias de la variable EFVHCM.....	236
Gráfico 3.98. Diagrama de cajas de la variable EFVHCM.....	237
Gráfico 3.99. Histograma de frecuencias de la variable INDVHCM.....	239
Gráfico 3.100. Diagrama de cajas de la variable INDVHCM.....	240
Gráfico 3.101. Histograma de frecuencias de la variable AE13MAM.....	243
Gráfico 3.102. Diagrama de cajas de la variable AE13MAM.....	244
Gráfico 3.103. Histograma de frecuencias de la variable DE13MAM.....	246
Gráfico 3.104. Diagrama de cajas de la variable DE13MAM.....	247
Gráfico 3.105. Histograma de frecuencias de la variable HPE13MAM.....	249

Gráfico 3.106. Diagrama de cajas de la variable HPE13MAM.....	250
Gráfico 3.107. Histograma de frecuencias de la variable EFE13MAM.....	252
Gráfico 3.108. Diagrama de cajas de la variable EFE13MAM.....	253
Gráfico 3.109. Histograma de frecuencias de la variable INDE13MAM.....	255
Gráfico 3.110. Diagrama de cajas de la variable INDE13MAM.....	256
Gráfico 3.111. Histograma de frecuencias de la variable AE13HAM.....	258
Gráfico 3.112. Diagrama de cajas de la variable AE13HAM.....	259
Gráfico 3.113. Histograma de frecuencias de la variable DE13HAM.....	261
Gráfico 3.114. Diagrama de cajas de la variable DE13HAM.....	262
Gráfico 3.115. Histograma de frecuencias de la variable HPE13HAM.....	264
Gráfico 3.116. Diagrama de cajas de la variable HPE13HAM.....	265
Gráfico 3.117. Histograma de frecuencias de la variable EFE13HAM.....	267
Gráfico 3.118. Diagrama de cajas de la variable EFE13HAM.....	268
Gráfico 3.119. Histograma de frecuencias de la variable INDE13HAM.....	270
Gráfico 3.120. Diagrama de cajas de la variable INDE13HAM.....	271
Gráfico 3.121. Histograma de frecuencias de la variable AWMAM.....	273
Gráfico 3.122. Diagrama de cajas de la variable AWMAM.....	274
Gráfico 3.123. Histograma de frecuencias de la variable DWMAM.....	276
Gráfico 3.124. Diagrama de cajas de la variable DWMAM.....	277
Gráfico 3.125. Histograma de frecuencias de la variable HPWMAM.....	279
Gráfico 3.126. Diagrama de cajas de la variable HPWMAM.....	280
Gráfico 3.127. Histograma de frecuencias de la variable EFWMAM.....	282
Gráfico 3.128. Diagrama de cajas de la variable EFWMAM.....	283

Gráfico 3.129. Histograma de frecuencias de la variable INDWMAM.....	285
Gráfico 3.130. Diagrama de cajas de la variable INDWMAM.....	286
Gráfico 3.131. Histograma de frecuencias de la variable AE13MMF.....	289
Gráfico 3.132. Diagrama de cajas de la variable AE13MMF.....	290
Gráfico 3.133. Histograma de frecuencias de la variable DE13MMF.....	292
Gráfico 3.134. Diagrama de cajas de la variable DE13MMF.....	293
Gráfico 3.135. Histograma de frecuencias de la variable HPE13MMF.....	295
Gráfico 3.136. Diagrama de cajas de la variable HPE13MMF.....	296
Gráfico 3.137. Histograma de frecuencias de la variable EFE13MMF.....	298
Gráfico 3.138. Diagrama de cajas de la variable EFE13MMF.....	299
Gráfico 3.139. Histograma de frecuencias de la variable INDE13MMF.....	301
Gráfico 3.140. Diagrama de cajas de la variable INDE13MMF.....	302
Gráfico 3.141. Histograma de frecuencias de la variable AE13HMF.....	304
Gráfico 3.142. Diagrama de cajas de la variable AE13HMF.....	305
Gráfico 3.143. Histograma de frecuencias de la variable DE13HMF.....	307
Gráfico 3.144. Diagrama de cajas de la variable DE13HMF.....	308
Gráfico 3.145. Histograma de frecuencias de la variable HIPE13HMF.....	310
Gráfico 3.146. Diagrama de cajas de la variable HIPE13HMF.....	311
Gráfico 3.147. Histograma de frecuencias de la variable EFE13HMF.....	313
Gráfico 3.148. Diagrama de cajas de la variable EFE13HMF.....	314
Gráfico 3.149. Histograma de frecuencias de la variable INDE13HMF.....	316
Gráfico 3.150. Diagrama de cajas de la variable INDE13HMF.....	317
Gráfico 3.151. Histograma de frecuencias de la variable AWMMF.....	319

Gráfico 3.152. Diagrama de cajas de la variable AWMMF.....	320
Gráfico 3.153. Histograma de frecuencias de la variable DWMMF.....	322
Gráfico 3.154. Diagrama de cajas de la variable DWMMF.....	323
Gráfico 3.155. Histograma de frecuencias de la variable HPWMMF.....	325
Gráfico 3.156. Diagrama de cajas de la variable HPWMMF.....	326
Gráfico 3.157. Histograma de frecuencias de la variable EFWMMF.....	328
Gráfico 3.158. Diagrama de cajas de la variable EFWMMF.....	329
Gráfico 3.159. Histograma de frecuencias de la variable INDWMMF.....	331
Gráfico 3.160. Diagrama de cajas de la variable INDWMMF.....	332
Gráfico 3.161. Histograma de frecuencias de la variable AWHMF.....	334
Gráfico 3.162. Diagrama de cajas de la variable AWHMF.....	335
Gráfico 3.163. Histograma de frecuencias de la variable DWHMF.....	337
Gráfico 3.164. Diagrama de cajas de la variable DWHMF.....	338
Gráfico 3.165. Histograma de frecuencias de la variable HPWHMF.....	340
Gráfico 3.166. Diagrama de cajas de la variable HPWHMF.....	341
Gráfico 3.167. Histograma de frecuencias de la variable EFWHMF.....	343
Gráfico 3.168. Diagrama de cajas de la variable EFWHMF.....	344
Gráfico 3.169. Histograma de frecuencias de la variable INDWHMF.....	346
Gráfico 3.170. Diagrama de cajas de la variable INDWHMF.....	347
Gráfico 4.1. Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI de las alturas promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.....	388

Gráfico 4.2. Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI de los diámetros promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.....	392
Gráfico 4.3. Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI de hojas presentes promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.....	396
Gráfico 4.4. Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI de emisión foliar promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.....	400
Gráfico 4.5. Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI de IND promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.....	404
Gráfico 4.6. Comportamiento de genotipos e interacción genotipo x ambiente respecto a los dos primeros ejes principales con el modelo SREG de las alturas promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.....	412
Gráfico 4.7. Comportamiento de genotipos e interacción genotipo x ambiente respecto a los dos primeros ejes principales con el modelo SREG de los diámetros promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.....	416
Gráfico 4.8. Comportamiento de genotipos e interacción genotipo x ambiente respecto a los dos primeros ejes principales con el modelo SREG de las hojas presentes promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.....	420

Gráfico 4.9. Comportamiento de genotipos e interacción genotipo x ambiente respecto a los dos primeros ejes principales con el modelo SREG de la emisión foliar promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.....424

Gráfico 4.10. Comportamiento de genotipos e interacción genotipo x ambiente respecto a los dos primeros ejes principales con el modelo SREG del IND de genotipos evaluados en distintos ambientes.....428

INTRODUCCIÓN

El banano es uno de los principales productos de exportación del Ecuador, por tal motivo en las haciendas donde se cultiva esta fruta se lucha incansablemente contra la enfermedad que ataca fuertemente a las plantaciones de banano. Esta enfermedad es la Sigatoka Negra que es causada por un hongo llamado *Mycosphaerella fijensis*, el cual se desarrolla rápidamente en sectores con condiciones ambientales favorables para su evolución es decir ambientes lluviosos, que tengan altas temperaturas y haya mucha humedad. También este hongo se propaga por acción del viento lo que provoca que ciertas plantaciones que no hayan sido protegidas contra la enfermedad se vean afectadas considerablemente.

Por tales motivos los dueños de estas plantaciones se han visto en la necesidad de practicar el deshoje a las plantas y además aplicar fungicidas, lo que les ocasiona grandes costos. Los avances tecnológicos en el campo agropecuario y de la genética han ayudado considerablemente a los productores que ahora cuentan con clones de banano mejorado y de esta manera controlar a la Sigatoka Negra.

Nuestro país no ha sido la excepción en el uso de estos nuevos clones de banano y es así que clones como el ESPOL 13, WILLIAMS, VALERY y

FILIPINO son usados en algunas plantaciones de las provincias del Guayas, Los Rios y El Oro con la finalidad de probar si estos genotipos resultan resistentes a la Sigatoka Negra.

Es por esto que el objetivo de este trabajo consiste en conocer cuales de estos genotipos son los más adecuados para enfrentar la enfermedad, es decir se desea saber cuales son los más estables y los mejor adaptados a estas localidades.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios quien es el pilar de mi vida y quien día a día me guía, me ilumina y me brinda las fuerzas necesarias para poder alcanzar mis metas y sueños.

A toda mi familia, especialmente a mi papá el señor Abogado José Agustín Jiménez Ojeda, a mi mamá la respetable dama Señora Anita Alicia Contreras y a mi hermana la señorita Carol Gisella Jiménez Contreras, que siempre me brindaron todo su apoyo incondicional y sincero, por sus buenos y sabios consejos y por todo lo que siempre hicieron por mí.

Agradezco a todos mis maestros, y en especial al Matemático John Ramírez y al Ing. Guillermo Baquerizo por todo el apoyo que me brindaron durante mi carrera universitaria y por la confianza que ellos depositaron en mí, también agradezco especialmente a mi director de tesis, el Ing. Omar Ruiz, por su apoyo, orientación y por sus sabios consejos para la culminación de este trabajo.

Finalmente quiero agradecer a todos mis amigos, por brindarme su amistad, su comprensión y cariño.

CAPÍTULO I

1. EL BANANO: CONSIDERACIONES GENERALES

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se hace un breve relato histórico del banano, su clasificación y descripción botánica, es decir la descripción de su sistema radicular, foliar, inflorescencia, sus frutos, etc. También los diferentes requerimientos ecológicos como suelos, clima, luminosidad, etc. que hacen posible cultivar el banano. Además se indican las diferentes zonas en las que el banano se encuentra distribuido en el litoral ecuatoriano y las diversas variedades que se cultivan en el Ecuador.

Se mencionan las diferentes enfermedades del banano y se detalla a una de las principales enfermedades del Banano como es la Sigatoka Negra, su sintomatología, los daños que ocasiona en las plantaciones, las condiciones ambientales para que se desarrolle la enfermedad y las medidas de control de la misma. Otro punto importante son algunos conceptos relacionados con la adaptabilidad y estabilidad de los genotipos estudiados ya que esta es la parte más importante y el objetivo primordial de esta investigación.

1.1 Historia del Banano

La historia del banano data de miles de años. Rumphius, el más prominente botánico antes de Linneo en su *Herbarium Amboinense*, escrito en las sombras de la antigüedad, manifiesta que el banano era de familia venerable. Es un hecho reconocido que el hombre ha usado el banano como alimento, por miles de años. Fue una de las primeras frutas que fueron cultivadas por los agricultores primitivos.

En la mayoría de las antiguas literaturas hindú, china, griega y romana se menciona constantemente al banano. También se manifiesta en varios textos sagrados de los pueblos de Oriente, entre estos se encuentran dos epopeyas hindúes, el *Magabharata*, de autor desconocido y el *Ramayana* del poeta Valmiki. Existen referencias en algunos textos sagrados budistas, en crónicas que relatan una bebida derivada del banano, que a los monjes de esta región les era permitido ingerir.

Yan Fu, un oficial chino del Siglo II, escribió una "Enciclopedia de Cosas Raras", en la cual hace una descripción de la planta de banano.

Además, el filósofo y naturalista griego Teofrasto escribió un libro sobre las plantas en el Siglo IV antes de Cristo, en el que describe el banano, asimismo, el naturalista romano Plinio el Grande, cita la planta de

banano en su *Historia Naturalis*, escrita en el año 77 después de Cristo y menciona como origen de sus datos, a Teofrasto.

Los arqueólogos modernos han encontrado dibujos del banano en ruinas antiguas tales como el templo budista de Bharbut, que datan del Siglo II antes de Cristo y en el monumento javanés a Buda, levantado en Borododur en el año 850 antes de Cristo.

El Sureste Asiático se considera el lugar de origen de los bananos, su cultivo se desarrolló simultáneamente en Malaya y en las Islas Indonecias Sin embargo, el origen exacto no es completamente claro. El antropólogo doctor Herbert Spiden escribió: "Es lo más probable que el banano alimenticio sea oriundo de las húmedas regiones tropicales del sureste de Asia, incluyendo el noreste de la India, Burma, Camboya y partes de la China del Sur, así como las Islas Mayores de Sumatra, Java, Borneo, las Filipinas y Taiwán. En esos lugares, las variedades sin semilla del verdadero banano de consumo doméstico, se encuentran en estado silvestre, aunque es probable que hayan simplemente escapado de los cultivos".

En épocas remotas la hoja del banano se usó como envoltura o como fuente de fibra, y la fruta como alimento, pero un gran porcentaje de las variedades conocidas tenían una alta proporción de semillas.

Con los años, al cultivarse el banano y originarse nuevos mutantes se obtuvieron formas sin semilla en una etapa relativamente temprana en la historia de las plantas cultivadas.

El banano no se conoció en el Mediterráneo como cultivo, hasta el año 650 después de Cristo. Los árabes lo introdujeron en África durante sus expediciones en las cuales comerciaban y obtenían esclavos.

El cultivo del banano en África Oriental y Uganda, es de reciente introducción, pero no así los cultivos de África Occidental los cuales ya estaban establecidos en el Siglo VI cuando llegaron los europeos.

La palabra "banano" es africana. Se supone que los navegantes portugueses tratando de encontrar una ruta hacia China, hace más de 500 años, desembarcaron en Guinea, donde observaron que los nativos lo cultivaban, y satisfechos de su excelente sabor se dedicaron a propagarlo en los territorios bajo su dominio, manteniendo su nombre "banano", "banana"; el cual se ha perpetuado hasta nuestros días, aunque también son aceptadas las variaciones "plátano", "guineo", "cambure" y otros.

Se cree que el banano estuvo presente en América en la época precolombina, pero no se tienen pruebas contundentes de esto. Los bananos son una introducción relativamente nueva realizada a comienzos del Siglo XIX y que selló el inicio de lo que Eduardo Galeano en su libro "Las venas abiertas de América Latina" ha llamado "la bananización de Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador", es decir compañías fruteras norteamericanas, como la United Fruit Company que pertenecía a Minor Keith, se apoderaron con técnicas no siempre muy correctas de grandes y productivas plantaciones de los países antes mencionados.

1.2 Clasificación y Descripción Botánica

Los bananos corresponden al orden Scitamineae, familia Musaceae, género Musa. La familia está formada por dos géneros: Ensete y Musa.

El género Ensete: está representada por siete u ocho especies monocárpicas, las plantas son vigorosas y muy parecidas a las del plátano, especialmente en el sistema foliar, pero se diferencia de éstas porque no muestran ramificaciones en el cormo¹ y como resultado no producen hijos. Se reproduce por semillas y su uso es esencialmente ornamental.

El género Musa es muy antiguo y fue clasificado por Cheesman en el año 1948 en cuatro secciones, donde se considera además en el Sistema de Clasificación Internacional de la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y Plátano (INIBAP), del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI)(1998), a los híbridos formados entre especies de este género. (Ver Tabla 1.1).

Existe una gran variedad en el género Musa, numerosas de las especies pertenecientes a él son utilizadas tanto en la alimentación humana como en la animal. No obstante, las fibras y pulpas de ciertos bananos silvestres, como Musa velutina, Musa sanguinea, son

¹ **Cormo:** Tallo corto que permanece prácticamente enterrado, también llamado rizoma o bulbo, aunque Simmonds indica que lo correcto es llamarlo cormo pues es un tallo subterráneo erecto, con poco crecimiento horizontal.

utilizadas en la industria papelera. Además, en las diferentes secciones aparecen especies como *Musa coccinea*, que por sus brácteas² escarlatas tienen gran interés ornamental y *Musa textilis*, que por sus fibras son utilizadas para el comercio.

Tabla 1.1
Clasificación del género *Musa*.

Género	Sección	Especies
<i>Musa</i>	<i>Australimusa</i> <i>Callimusa</i> <i>Rhodochlamys</i> <i>Eumusa</i>	<i>Musa textilis</i> <i>Musa coccinea</i> <i>Musa ornata</i> <i>Musa acuminata</i> <i>Musa balbisiana</i>
	<i>Eumusa x Australimusa</i>	<i>Musa balbisiana x Musa textilis</i>

Fuente: Cheesman - Elaboración: Johnny Jiménez

Las especies o clones de banano se dividen en 3 tipos: Diploides, Triploides y Tetraploides (Ver Tabla 1.2).

² **Bráctea:** Término introducido en botánica por Linné. Llámese bráctea cualquier órgano foliáceo situado en la proximidad de las flores y distintos por su forma, tamaño, consistencia, color, etc., de las hojas normales, del cáliz y la corola.

Tabla 1.2

Clasificación de especies o clones de banano según tipo

Tipo	Especie o Clon
Diploides	<i>Musa textilis</i> <i>Musa ornata</i> <i>Musa basjoo</i> <i>Musa balbisiana</i> <i>Musa acuminata</i> Clon "Pahang"(AA) Clon "Figue Sucrée"(AA) Clon "Figue rose"
Triploides	Clon "Figue pomme"(AAB) Clon "Gros Michel" Clon "Valery" Clon "Gran Enano"
Tetraploides	Clon "IC-2" (AAAA)

Fuente: M. Soto - Elaboración: Johnny Jiménez

Los grupos de los cultivares acuminata e híbridos se designan por letras que indican su ploidía y su composición genómica. Se identifican con A los caracteres aportados por *Musa acuminata* y por B los de *Musa balbisiana*. Así por ejemplo, el grupo AAB indica que es un híbrido triploide, donde *Musa acuminata* aportó dos genomas y *Musa balbisiana* uno.

En la sección Eumusa se distinguen los cultivares triploides resultados del cruce entre *Musa acuminata* (AA) y *Musa balbisiana* (BB) que dan principio a las musáceas comestibles más importantes:

AAA: Bananos como Gros Michel y Cavendish (como Filipino, Gigante, Gran Enano, Valery y Williams).

AAB: Plátanos como Curraré y Dominicó.

ABB: Guineos como Cuadrado y Pelipita.

Es trascendental indicar su alto valor nutricional en vitaminas A y C, fósforo y potasio, sin embargo contiene en pequeñas cantidades otros minerales y vitaminas (Ver Tabla 1.3). Su valor calórico es alto (104 cal./100 g.).

Tabla 1.3

Composición de la pulpa del Banano

Componentes	Unidades	Valores
Agua	Porcentaje	70
Carbohidratos	Porcentaje	27
Proteínas	Porcentaje	1.2
Fibra	Porcentaje	0.5
Grasa	Porcentaje	0.3
Cenizas	Porcentaje	0.9
Calcio	p.p.m.	80
Fósforo	p.p.m.	290
Hierro	p.p.m.	6
Potasio	p.p.m.	1920
B-caroteno (Vitamina A)	p.p.m.	2.4
Tiamina (Vitamina B1)	p.p.m.	0.5
Riboflavina (Vitamina B2)	p.p.m.	0.5
Piridoxina (Vitamina B6)	p.p.m.	3.2
Niacina	p.p.m.	7
Ácido ascórbico (Vitamina C)	p.p.m. ³	120

Fuente: Simmonds - Elaboración: Johnny Jiménez

³ p.p.m.: partes por millón

1.3 Caracteres Botánicos

Los bananos son plantas herbáceas perennes que pueden alcanzar los 6 m de altura y entre sus caracteres botánicos tenemos:

1.3.1 Rizoma o Bulbo

Llamado comúnmente cepa, produce una yema vegetativa que sale de la planta madre y soporta un cambio anatómico y morfológico de los tejidos y al crecer diametralmente forma el rizoma que alcanza una considerable altura.

Al dar origen a la planta, en la zona interna se originan las raíces y yemas vegetativas que serán los nuevos retoños o hijos. Cada planta nace en forma de brote y crece en la base de la planta madre o tallo principal de la cual depende para su nutrición hasta cuando produce hojas anchas y se autoabastece.

1.3.2 Sistema Radicular

Posee raíces superficiales se distribuye en una capa de 30 a 40 cms y se encuentra mayor concentración de raíces en la capa de 15 a 20 cms.

Las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y se vuelven amarillentas y duras, su diámetro oscila entre 5 y 8 mm.,

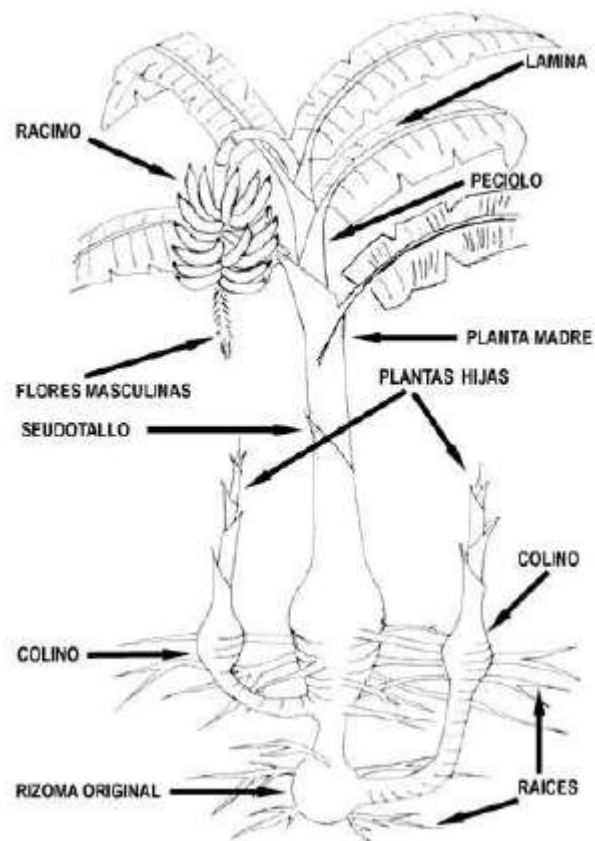
la longitud varía y puede llegar de 2,5 a 3 mts. en crecimiento lateral y hasta 1,5 mts. de profundidad.

El poder de penetración de las raíces del banano es débil, su distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo.

En el Gráfico 1.1 se muestra el rizoma y las raíces en la planta de banano.

Gráfico 1.1

Rizoma en la Planta de Banano



Fuente: CIBE-ESPOL - Elaboración: Johnny Jiménez

1.3.3 Sistema Foliar

Las hojas del banano se originan del punto central de crecimiento o meristema terminal, situado en la parte superior del Bulbo. Luego se nota precozmente la formación del pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La parte de la nervadura se alarga y el borde izquierdo comienza a cubrir el borde derecho, los cuales crecen en altura y forman los semilimbos. La hoja se forma en el interior del pseudotallo.

La hoja emerge enrollada en forma de cigarro. Una vez que ha salido la tercera parte de la longitud, la presencia de la coloración verde o pigmentación clorofílica se hace inmediatamente.

La producción de las hojas finaliza cuando emerge la inflorescencia, o sea cuando la planta “pare”.

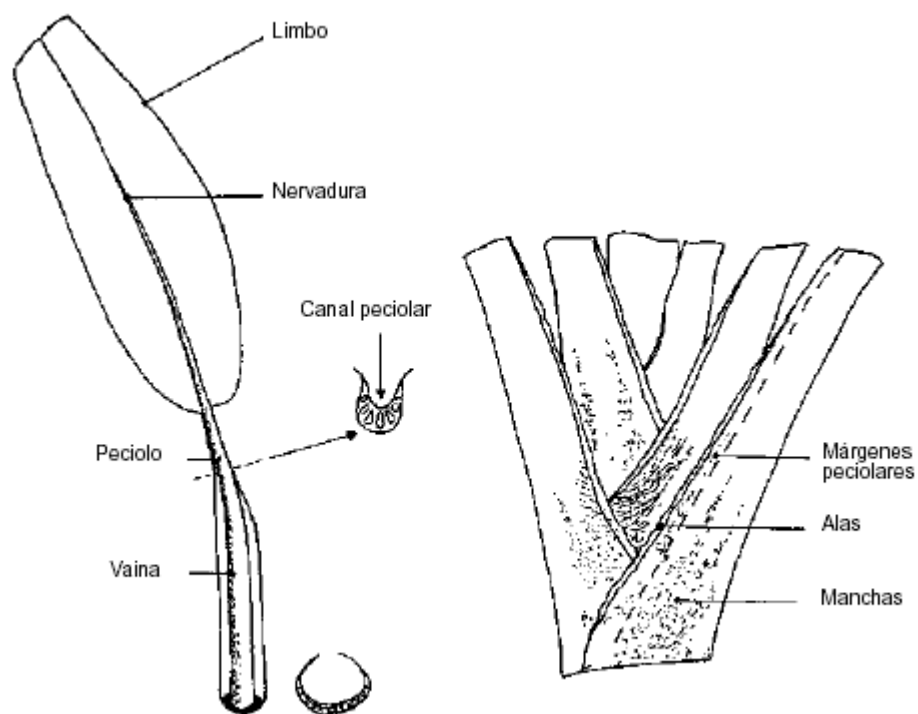
Una hoja adulta completa está formada por las siguientes partes:

- a) Vaina
- b) pecíolo
- c) nervadura
- d) limbo.

En el Gráfico 1.2 se muestran las partes de la hoja de banano.

Las dimensiones de los limbos varían de 70 a 100 cms. de ancho por 3 ó 4 mts. de largo, su espesor de 0.35 a 1 mm., tiene una cantidad de 11 a 12 hojas, al momento de la emisión floral.

Gráfico 1.2
Pecíolo/nervadura/hoja



Fuente: Champion 1963 (izq.), De Langhe 1961 (der.) - Elaboración: Johnny Jiménez

1.3.4 Inflorescencia

La yema floral es corta y cónica, este cambio en el punto de crecimiento marca el comienzo del crecimiento del tallo verdadero que ha permanecido a nivel del suelo y se convertirá en un tallo aéreo y crecerá por el centro del pseudotallo.

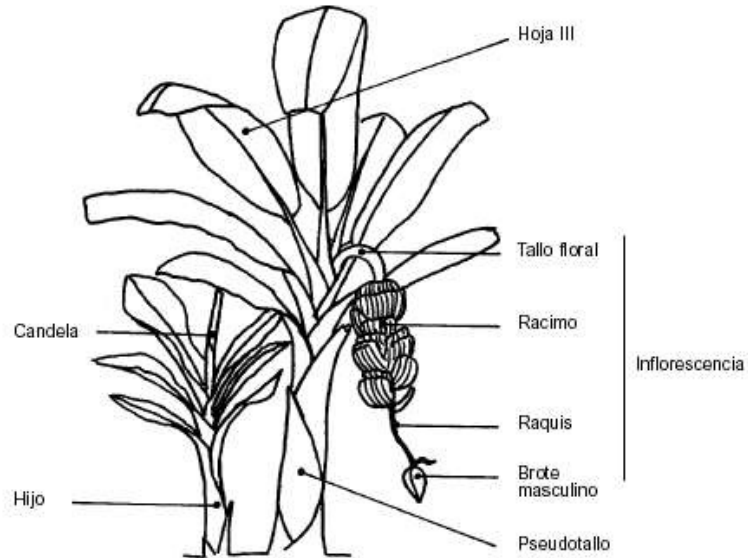
Las células de la yema floral continuarán creciendo longitudinalmente y hacia arriba por la parte central del pseudotallo para emerger por la parte superior de la planta.

Durante el crecimiento dentro del pseudotallo los brotes florales se diferencian y principian su desarrollo al emerger la bellota o inflorescencia, ya están diferenciados los brotes florales con el número de dedos y manos.

Las flores femeninas y las masculinas quedan expuestas, las flores femeninas agrupadas en grupos de dos filas apretadas y sobrepuestas, lo que se conoce con el nombre de mano y su distribución está en forma helicoidal a lo largo del eje floral; al conjunto de flores femeninas agrupadas en manos se lo conocen con el nombre de "RACIMO".

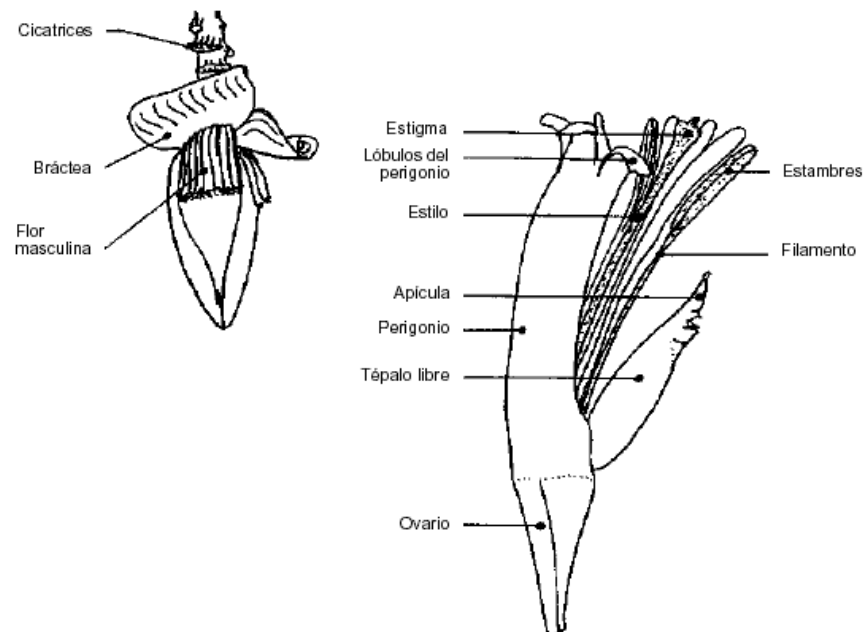
En el Gráfico 1.3 se muestra la inflorescencia y en el Gráfico 1.4 los brotes florales de la planta de banano.

Gráfico 1.3
Pseudotallo/hijos



Fuente: Champion (1963) - Elaboración: Johnny Jiménez

Gráfico 1.4
Brote masculino y flores



Fuente: Champion (1967) - Elaboración: Johnny Jiménez

1.3.5 El Fruto

Se desarrolla de los ovarios de las flores pistiladas por el aumento del volumen de las tres celdas del ovario, opuestas al eje central. Los ovarios abortan y salen al mismo tiempo los tejidos del pericarpio o cáscara y engrosan, la actividad de los canales de látex disminuye, cesando por completo cuando el fruto está maduro.

La parte comestible que resulta del engrosamiento de las paredes del ovario, es una masa de parenquima cargada de azúcar y almidón, en la madurez no hay células activas de taninos, ni tejidos fibrosos.

Los tres lóculos que forman el ovario se pueden separar longitudinalmente por sus planos de unión. En el lóculo inmediato a la cáscara se encuentra un surco fino longitudinal que corresponde a cada una de las haces vasculares principales.

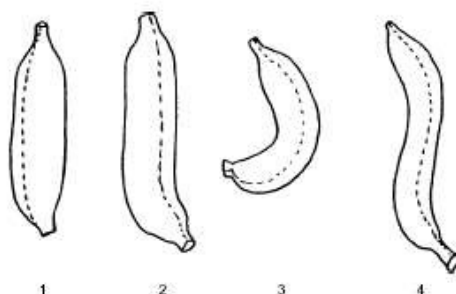
En un corte transversal aparecen muchos haces vasculares como puntos de color más claro sobre el fondo blanco del parénquima y del endocarpo que está presentado por paredes de células delgadas radiales, que en la madurez permiten separar la cáscara de la parte central de la fruta.

Los frutos son partenocárpicos, la longitud del fruto fluctúa entre 10 y 30 cm; un racimo pesa 11 Kg. en promedio, pero no es raro que algunos superen los 18 Kg.

El Gráfico 1.5 muestra la forma de los frutos de la planta de banano.

Gráfico 1.5

Forma de los frutos



Fuente: Dodds y Simmonds (1948) - Elaboración: Johnny Jiménez

1.4 Requerimientos Ecológicos

La planta de banano crece en las más variadas condiciones del suelo y clima; es necesario tomar en cuenta las condiciones más favorables y son:

1.4.1 Suelo

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo de banano son aquellos que presentan una textura: franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo limoso y franco limoso; además deben

poseer un buen drenaje interno y alta fertilidad, su profundidad debe ser de 1,2 a 1,5 mts.

Por otro lado deben poseer buenas propiedades de retención de agua, los suelos arcillosos con un 40% no son recomendables para el cultivo.

El Ph. del suelo para el banano es de 6,5; pudiendo tolerar un Ph. de 5,5 hasta 7,5.

1.4.2 Clima

El clima ideal es el tropical húmedo.

La temperatura adecuada va desde los 18,5° C a 35,5° C.

A temperaturas inferiores de 15,5° C se retarda el crecimiento.

Con temperaturas de 40° C no se han observado efectos negativos siempre y cuando la provisión de agua sea normal.

La pluviosidad necesaria varía de 120 a 150 milímetros de lluvia mensual o precipitaciones de 44 milímetros semanales. En nuestro Litoral Ecuatoriano es necesario realizar el riego porque tiene definido sus estaciones lluviosa y seca.

El banano requiere de buena luminosidad y ausencia de vientos fuertes.

1.4.3 Luminosidad

La luz no influye mucho en el desarrollo de la planta en condiciones tropicales, pero si lo hace en condiciones subtropicales, sin embargo al reducir la intensidad de la luz, el ciclo vegetativo de la planta se alarga. Por lo que el desarrollo de los hijos es afectado por la luz en cantidad e intensidad.

1.4.4 Resistencia a la sequía

El Banano ofrece poca resistencia a la sequía. Después de varios días de sequía se nota que las hojas se resecan unas después de otras, se marchitan las vainas y posteriormente ocurre la rotura del pseudotallo. El cormo por el contrario soporta cómodamente un período de sequía extenso y conserva la habilidad de volver a producir hojas mucho después de la desaparición del pseudotallo. Resultado de la sequía son las obstrucciones floral y foliar. La primera dificulta la salida de la inflorescencia dando como consecuencia, racimos torcidos y entrenudos muy cortos en el raquis que impiden el enderezamiento de los frutos. La foliar causa problemas en el desarrollo de las hojas.

1.4.5 Vientos

Las consecuencias del viento pueden variar desde provocar una transpiración anormal debida a la reapertura de las estomas foliar que es el daño más generalizado, ocasionando pérdidas en el rendimiento hasta de un 20%. Los vientos muy fuertes, superiores a 64 Km/h⁴, rasgan las hojas en los pecíolos, quiebran los pseudotallos o arrancan las plantas enteras inclusive. No es recomendable sembrar en áreas expuestas a velocidades del viento mayores a 20 Km/h.

1.5 Áreas Bananeras

En nuestro país el cultivo del banano se halla distribuido en todo el Litoral Ecuatoriano.

El ex-programa Nacional del Banano que controlaba y fomentaba el cultivo en el Ecuador, distribuyó las áreas bananeras de la siguiente forma:

1.5.1 Zona Norte

Ubicada en la provincia de Esmeralda y Pichincha y abarca las zonas bananeras de Quinindé, Esmeraldas y Santo Domingo de los Colorados.

⁴ Km/h: kilómetros por hora

1.5.2 Zona Central

Abarca las áreas bananeras de Quevedo, Provincia de los Ríos; La Maná, Provincia del Cotopaxi y Velasco Ibarra en la Provincia del Guayas.

1.5.3 Zona Subcentral

Localizada en la Provincia de Los Ríos, comprende las áreas localizadas en Pueblo Viejo, Urdaneta, Ventanas y el Cantón Balzar en la Provincia del Guayas.

1.5.4 Zona Oriental - Milagro

Se extiende desde Naranjito, Milagro hasta Yaguachi en la Provincia del Guayas.

1.5.5 Zona Oriental - El Triunfo

Situada en la Provincia del Guayas con jurisdicción en el Cantón El Triunfo, La Troncal en la Provincia del Cañar y Santa Ana en la Provincia del Azuay.

1.5.6 Zona Naranjal

Ocupa las localidades de Naranjal, Balao y Tenguel.

1.5.7 Zona Sur - Machala

Ubicada en la provincia de El Oro y comprende los Cantones: Santa Rosa, Arenillas, Guabo, Machala y Pasaje.

1.6 Variedades de Cultivo

En el Ecuador se cultiva las variedades conocidas como: GROS MICHEL Y CAVENDISH.

1.6.1 Gros Michel

Es una variedad grande y robusta, su pseudotallo tiene una longitud de 6 u 8 mts. de coloración verde claro con tono a rosa por algunas partes.

Su pecíolo en la base con manchas de color marrón oscuro. Los limbos son verdes siendo de 4 mts. de largo por 1 m. de ancho. Los racimos cuelgan verticalmente, son alargados de forma cilíndrica con 10 a 14 manos promedio.

Los frutos de la fila interna se muestran erectos pues su curva se encuentra en el pedúnculo y en la parte basal del fruto.

El ápice tiene forma de cuello de botella, el pedúnculo es más corto y robusto.

La maduración es regular y homogénea de sabor delicioso y textura delicada por lo que se le conoce con el nombre de “GUINEO DE SEDA” o “PLATANO DE SEDA” y es muy susceptible a las enfermedades como el caso del “MAL DE PANAMA” cuyo nombre científico es *Fusarium oxysporum cubense*.

1.6.2 Cavendish

Tiene 7 tipos principales y resistentes al “MAL DE PANAMA”.

1. Lacatan o Filipino
2. Poyo
3. Valery
4. Robusta
5. Giant Cavendish
6. Cavendish Enano
7. Grand Nain

A continuación se detallan algunas de éstas variedades:

1.6.2.1 Lacatan o Filipino

Alcanza alturas de 4 a 6 mts. con racimos largos de forma cilíndrica, los frutos son curvados en la parte apical. Los pedúnculos son largos y frágiles, el fruto es muy sensible

a los parásitos después de cosechados, la maduración es delicada y menos atractiva.

1.6.2.2 Poyo

Tiene una altura entre 2,8 mts. y 4 mts. lo que le hace más resistente al viento, sus hojas son más cortas, son de rápido desarrollo y se puede sembrar a mayor densidad, por lo que aumenta su productividad. Su racimo es compacto por tener sus entrenudos cortos y sus frutos son rectos y largos.

1.6.2.3 Giant Cavendish

Tiene una altura entre 2,8 mts. y 3 mts. sus limbos son cortos y grandes con falsos entrenudos cortos. Su racimo es de aspecto troncocónico. Las dos primeras manos se mantienen rectas pero están curvadas en las demás manos. Es una variedad muy productiva y la conformación de sus racimos es muy buena.

1.6.2.4 Cavendish Enano

Posee un pseudotallo con altura de 2 mts. sus limbos foliares son anchos y cortos. Los racimos presentan una forma troncocónica definida porque sus manos están más cerca

unas con otras y abiertas en relación al eje, los frutos son curvos.

1.7 Producción Mundial

Los bananos son cultivos perennes que se desarrollan con gran velocidad y pueden cosecharse durante todo el año. En el año 2000, se cultivó una extensión de aproximadamente 9 millones de hectáreas. El promedio de la producción mundial en el periodo de 1998 al 2000 fue de 92 millones de toneladas anuales y en el año 2001 se estimó en 99 millones de toneladas. Estas cantidades son una aproximación, porque la mayor parte de la producción mundial de banano, es decir casi el 85% proviene de zonas respectivamente pequeñas y granjas familiares en donde no hay estadísticas. En muchos países en desarrollo, gran parte de la producción de banano se destina al autoconsumo o se comercia localmente, desempeñando así una función primordial en la seguridad alimentaria.

Se estima que la producción mundial de banano aumentó un 30 por ciento durante los años noventa, debido en gran parte al incremento de la producción de Cavendish. No es posible determinar el valor exacto del cultivo puesto que sólo la séptima parte de los bananos producidos llegan al mercado internacional. El valor total del comercio internacional de banano fluctúa entre 4500 y 5000 millones de dólares americanos

anuales. América Latina es la primera región respecto a producción de Cavendish, seguida de Asia. El principal productor mundial de bananos Cavendish es la India, seguida de Ecuador, China, Colombia y Costa Rica. Estos 5 países juntos representan más de la mitad de la producción mundial de Cavendish.

1.8 Exportaciones

El comercio internacional de banano se basa primordialmente en la exportación de bananos del tipo Cavendish. El Cavendish sustituyó al Gros Michel en el comercio internacional debido a su resistencia a la enfermedad de Panamá y a su mayor productividad (hasta 60 toneladas por hectárea en plantaciones modernas). Los bananos Cavendish destinados a los mercados de exportación se producen ahora en todo el mundo, tanto en pequeñas explotaciones como en grandes plantaciones de miles de hectáreas. Alrededor de el 26% del total de los cultivos de Cavendish se exporta. Con ocho de cada 10 bananos, América Latina es con creces la mayor zona exportadora del mundo.

Los tres países más destacados son Ecuador, Costa Rica y Colombia. En Asia, el principal exportador es Filipinas; en África, Camerún y Côte d'Ivoire (Costa de Marfil); y en el Caribe, la República Dominicana y las Islas de Barlovento.

1.9 Importaciones

Los países desarrollados representan el 83% de las importaciones mundiales de banano. Los principales mercados son América del Norte, la Comunidad Europea, Japón y los países de Europa oriental y de la ex URSS. América del Norte y la CE⁵ obtienen más del 60% de las importaciones mundiales, mientras que Japón y la ex URSS tienen cerca del 12%. Se prevé que los Estados Unidos y la CE continúen desempeñando una función trascendental, a pesar del continuo descenso de su participación en el mercado mundial en el período 1985-2000.

El mayor crecimiento de las importaciones en los países desarrollados se produjo a finales de los años ochenta y comienzos de los noventa. Éste se aceleró a partir del año 1991 originando en parte a la liberalización económica de algunos países de planificación centralizada en Europa y Asia. En un periodo menor a 10 años estas economías emergentes han logrado obtener más del 10% de las importaciones mundiales, convirtiéndose en colaboradores de importancia en la economía mundial del banano. El crecimiento de la población y del poder adquisitivo en algunos países de Asia y Oriente Medio, en este período ha contribuido también al aumento de las importaciones.

⁵ CE: Comunidad Europea

1.10 Países Exportadores

Los países exportadores de Banano son: Ecuador, Costa Rica, Colombia, Guatemala, Honduras, Panamá, Islas de Barlovento (Santa Lucía, Dominica, Granada y San Kitts-Nevis, San Vicente), Jamaica, Belice, la República Dominicana, Surinam, Filipinas, Côte d'Ivoire, Camerún, Burkina Faso, Malí y Senegal. Cabe señalar que nuestro país es el mayor exportador de banano del mundo y su presencia en el comercio mundial va en aumento. Las exportaciones aumentaron de un millón de toneladas en el año 1985 a 3,6 millones de toneladas en el año 2000. Esto corresponde a un índice medio anual de aproximadamente el 9%, el más elevado de los cinco países exportadores más importantes. Este crecimiento se vio apoyado sobre todo por el aumento de la superficie plantada y en menor escala por el incremento de los rendimientos por hectárea. Alrededor del 18% de los bananos vendidos en el mundo durante los años setenta y ochenta provenían del Ecuador y este porcentaje creció en los años noventa hasta el 30%. La producción y el comercio del banano en el Ecuador ofrecen empleo directo a una cifra estimada de 380 000 personas.

1.11 Países Importadores

Algunos de los países importadores de banano que podemos mencionar son: Los Estados Unidos de América, Países de la Unión Europea, Japón, Rusia, China, Arabia Saudita, Chile, Argentina, Nueva Zelanda, Noruega, Bulgaria, Hungría, etc. Las marcas internacionales bajo las cuales aparece nuestro banano son: Bonita, Dole, Chiquita, Favorita, Del Monte y Goldfinger.

1.12 Principales Enfermedades

Una de las principales preocupaciones del Ministerio de Agricultura, es la protección permanente a las plantaciones bananeras de plagas y enfermedades, por medio de campañas fitosanitarias realizadas bajo la dirección y supervisión de los técnicos de campo.

Las Principales enfermedades del Banano son:

- Sigatoka Negra.
- Sigatoka Amarilla.
- Mal de Panamá.
- Moko.
- Erwinia o Cogollo negro.
- Picudo.
- Nemátodos.

Para efectos de éste estudio solo se analizará a la Sigatoka Negra.

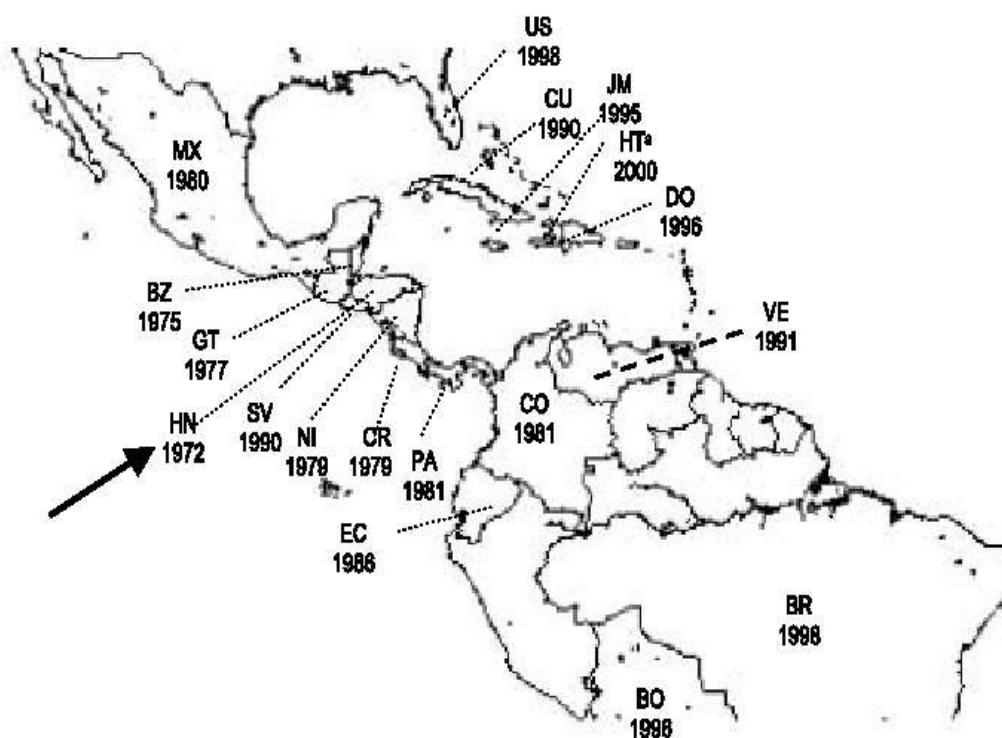
1.12.1 Sigatoka Negra: Origen

La Sigatoka negra es causada por el hongo *Mycosphaerella Fijensis*, se manifestó por primera vez en el Valle de Fiji en 1963, donde desplazó a la Sigatoka amarilla en muy poco tiempo. Después fue observada en septiembre de 1972 en el valle de Ulúa, Honduras, y luego se detectó en los siguientes países de Centro y Sur América y el Caribe: Belice (1975), Guatemala (1977), Costa Rica (1979), El Salvador y Nicaragua (1979), México (1980), Panamá (1981), Colombia (1981), Cuba (1990), Venezuela (1991), Jamaica (1995) y en Brasil (1998).

El Gráfico 1.6 muestra la aparición de la Sigatoka Negra en América.

Gráfico 1.6

Aparición de la Sigatoka Negra en América por país



Fuente: CIBE-ESPOL - Elaboración: Johnny Jiménez

En nuestro país se la detectó por primera vez el 30 de Enero de 1986 en la zona Norte de Esmeraldas en la Hacienda “Timbre”. Posteriormente apareció en las haciendas “Flamingo” y “Victoria”, también localizadas en la provincia de Esmeraldas y en la actualidad se ha extendido a todas las áreas bananeras del

Ecuador continental, ya se ha reportado su presencia en pequeñas áreas cultivadas en la provincia de Galápagos.

En este momento se encuentra propagada en las principales áreas productoras de musáceas en todo el mundo.

1.12.1.1 Sintomatología

La enfermedad presenta las siguientes características: punto de color café rojizos de 0.25 mm. de diámetro que aparecen en el envés de la hoja; posteriormente se presentan unas estrías de color café rojizo de 20 mm. de largo por 2 mm. de ancho paralela a la venación lateral de la hoja y visibles todavía en el envés. Luego las estrías se tornan de café oscuro a casi negro un poco más alargadas, visibles ya en el haz de la hoja.

La mancha sigue avanzando en su desarrollo y evolución y se hace más grande y ancha de forma elíptica y se rodea de un borde café oscuro visible cuando la hoja está mojada; luego de este estado la mancha se seca en el centro, se torna gris y se deprime, la lesión se rodea de un borde angosto negro bien definido, al unirse todas las lesiones la hoja se

torna negra y muere en 3 ó 4 semanas después de asomar los primeros síntomas.

1.12.1.2 Daños que ocasiona la Sigatoka Negra

Los daños que producen son:

- El área foliar se reduce en proporción a la severidad del ataque.
- La “quemazón” que produce la enfermedad afecta el proceso fotosintético.
- Se altera el proceso normal de maduración de la fruta, la misma que se torna muy prematura y en caso extremos amarilla antes de la cosecha.
- Las plantaciones afectadas por Sigatoka Negra producen racimos pequeños, dedos cortos y deformes, pulpa crema y sabor ligeramente ácido.
- Afecta el crecimiento normal de las plantas tanto en la emisión de las hojas como de los hijuelos.

1.12.1.3 Condiciones Ambientales

Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son:

- Un ambiente lluvioso.
- Alta temperatura
- Alta humedad
- Drenajes deficientemente mantenidos
- Mal control de malezas
- Deshijes inapropiados
- No eliminación de hojas secas y enfermas
- Carencia de buenos programas de fertilización

1.12.1.4 Medidas de Control

En los países donde existe la enfermedad se han realizado las siguientes consideraciones:

1.12.1.4.1 Medidas de Cuarentena, eliminación y erradicación

La propagación del patógeno se da tres formas:

- a) Camiones que transportan bananos y plátanos en los que se usan hojas contagiadas para evitar magulladuras y quemaduras del sol en la fruta.

b) Material de siembra (hijos o cormos) sin ningún tratamiento preventivo, llevados a áreas no infectadas.

c) Dispersión de ascosporas por el viento. La dispersión es ineficiente si la distancia entre áreas infectadas y áreas no infectadas es mayor de 50 Km.

Las medidas de cuarentena han sido establecidas para demorar el avance de la enfermedad, llevada por el hombre a través de las barreras naturales como son: las montañas, mares, selvas u otros cultivos no hospederos que separan a las plantaciones de bananos y plátanos no infectadas, de los focos de infección.

Esas medidas han sido difíciles de hacer cumplir, debido a que el hombre usa rutas evasivas. Se debe tener en cuenta que al descubrirse un brote de la enfermedad en áreas nuevas, ya el patógeno tiene uno o dos años de establecido. La dispersión durante este período inicial, no siempre es posible detectarla, por lo cual la enfermedad abarca grandes extensiones, haciendo difícil el éxito de un programa de erradicación. El avance de la enfermedad demuestra

que las medidas de cuarentena para frenar la dispersión no han sido del todo eficientes.

1.12.4.1.2 Uso de productos químicos

Su control se realiza con fungicidas sistémicos y penetrantes en dosis que a continuación se mencionan:

Tabla 1.4

Uso de productos químicos para el control de Sigatoka Negra

Nombre	Dosis
TILT	0.4 lts/Ha. (sistémico)
CALIXIN	0.6 lts/Ha (penetrante)
BENLATE	0.25 a 0.28 kg/Ha. (sistémico)
ACEITE AGRICOLA	3.5 a 4 gal/Ha.

Fuente: CIBE-ESPOL - Elaboración: Johnny Jiménez

1.13 Mejoramiento Genético del Banano

La búsqueda de variedades resistentes a plagas y enfermedades ha sido una de los principales objetivos en la historia de los programas de mejoramiento del banano.

La selección y mejoramiento de los bananos comerciales, se inició en Jamaica con la fundación del Imperial College of Tropical Agriculture en el año de 1922. El objetivo principal del mejoramiento fue producir un

banano con todo lo bueno del "Gros Michel" pero resistente al "Mal o Enfermedad de Panamá". En 1930 la "Mancha de la Hoja" (Sigatoka) empezó a ser una enfermedad de importancia económica y otra resistencia deseable fue agregada a los objetivos.

Los primeros cruzamientos fueron exitosos y casi positivos, pero el proceso subsiguiente fue lento debido a la falta de información fundamental acerca de la botánica de esta planta y a la falta de un banco de germoplasma seleccionado específicamente con ese propósito.

Fue así como en la década siguiente los estudios botánicos fundamentales se llevaron a cabo en Trinidad en tanto que los operativos de selección de germoplasma resultaron más adecuados en Jamaica. Este proyecto se paralizó durante la Segunda Guerra Mundial. En 1947 se creó la Banana Research Scheme con el propósito de canalizar todas las investigaciones en este campo. Este proyecto permitió la selección de progenitores masculinos en el Imperial College of Tropical Agriculture (I.C.T.A.) así como el establecimiento de una estación de mejoramiento.

En la década de los cuarenta se conocía muy poco de la clasificación y estructura genética de los bananos. Con la colaboración de los centros en los países antes citados, los trabajos iniciales enseñaron algo más que la importancia de los factores básicos e indujeron a la aparición prolífica de métodos de mejoramiento.

El trabajo de los dos centros era formalmente coordinado, en 1947 en la primera de una secuencia por Banana Research Scheme (financiada entonces por la Commonwealth Development), por la fundación Welfare y por la industria jamaicana. La Cameroons Development Corp., contribuyó también hasta 1952.

En 1960 todo el trabajo estaba centralizado bajo la supervisión de Banana Board Research Department en la selección de los bananos obedeciendo en un primer período al mejoramiento del clon "Gros Michel" como resultado del deterioro que este clon sufría en ese momento por su incidencia muy alta de la "Enfermedad de Panamá" y la "Sigatoka".

En un periodo de 50 años, se destruyeron aproximadamente 40.000 ha de banano en Centro y Sur América. Esta circunstancia hizo que se dedicaran todos los esfuerzos para conseguir clones resistentes a esas enfermedades, pero que guardaran el mayor parecido posible con el fruto de "Gros Michel", ya que los mercados estaban habituados a ese patrón.

Los clones "Cavendish" fueron estériles para propósito de mejoramiento, mientras que con "Gros Michel" se pudo inducir a tetraploides de un tipo general aceptable. Los tetraploides por sí mismos, no prometen como material de mejoramiento, debido a que sus características deseables fueron disipadas por segregación en cualquier cruzamiento subsecuente. Así el mejoramiento empezó a concentrarse en la crianza de tetraploides primarios de polinización de "Gros Michel".

En 1959, la United Fruit Co., inició un programa en mejoramiento genético, para lo cual colectó germoplasma en varias expediciones al Pacífico Occidental y Sureste Asiático (1959 a 1961), introduciendo clones de Filipinas, Java, Malasia, Bali, Papua, Nueva Guinea e Islas Salomón. Con este material se inició el programa de mejoramiento genético en cuestión. Este material y el trabajo paciente y sistemático de investigadores como el Dr. Rowe, han permitido avanzar por el camino del mejoramiento genético de los bananos, hasta límites muy cercanos a la selección deseada.

Los trabajos de Rowe, se han dirigido a encontrar diploides resistentes a la "Sigatoka", especialmente a la "Sigatoka Negra", al Nematodo Barrenador *Radopholus Similis* y a la "Enfermedad de Panamá".

A mediados de los años setenta, se iniciaron nuevos programas de mejoramiento en todo el mundo para combatir la Sigatoka negra, incluida la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) y más recientemente, en 1983, EMBRAPA-CNPMPF en Brasil y CIRAD-FLOHR en Guadalupe y el África occidental.

En 1985 se fundó la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP) como centro de investigación e información destinado a apoyar las investigaciones efectuadas en todo el mundo. Cuenta con un servicio de documentación especializado en el banano y comprende la mayor colección de Germoplasma de Musa del mundo.

El INIBAP trabajó durante la última etapa de los años ochenta y principios de los años noventa con programas Fitogenéticos regionales de América Latina, África y Asia. En África, trabajó con el Centre Africain de Recherches sur Bananiers et Plantains (CARBAP) en Camerún, y con el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) en Nigeria. Ambos institutos multiplicaron las variedades usualmente mejoradas por INIBAP, las distribuyeron a los programas regionales y ofrecieron formación técnica. En Asia, la INIBAP trabajó con la Red Regional para Asia y el Pacífico de INIBAP (ASPNET), creada en 1991 y conocida actualmente como la Red de Investigación Bananera para Asia y el Pacífico (BAPNET). Ésta ha colaborado en la evaluación, conservación

y recogida de Germoplasma de Musa, en la coordinación de la comunicación y colaboración regional entre los investigadores de Musa, y en la asistencia al intercambio intrarregional de información. A pesar de la creación de todas estas instituciones de investigación, los analistas creen que la cantidad de programas de mejoramiento de Musa es insuficiente tomando en consideración el valor del comercio mundial del banano y su importancia como producto de primera necesidad mundial.

Posteriormente en 1997 se creó PROMUSA (Programa global para el mejoramiento de Musa) para reforzar la colaboración y el intercambio de información entre investigadores involucrados en la mejora genética de Musa. Tiene como finalidad crear una amplia gama de híbridos apropiados para los cultivadores de banano de todo el mundo, y contiene las técnicas convencionales de mejoramiento basadas en la hibridación, con la ingeniería genética y las técnicas biotecnológicas.

Las técnicas de las variedades mejoradas por ingeniería genética son relativamente nuevas y las actividades de investigación están todavía muy limitadas a laboratorios especializados. En los últimos diez años, se ha dado un formidable esfuerzo de investigación a la producción de bananos modificados genéticamente. Se han creado protocolos y se

han cultivado estas plantas en determinadas condiciones, lo que confirma que el banano puede modificarse genéticamente.

Existen estudios para descubrir métodos de preparación del material vegetal básico (progenitores) para su transformación y para transferir las características genéticas requeridas. Este trabajo lo están realizando empresas comerciales, universidades de los Estados Unidos y de Europa e institutos de investigación especializados en fitología, puesto que su costo es elevado y se requieren laboratorios complejos (con instalaciones de confinamiento adecuadas) además de contar con personal muy calificado, la distribución de una variedad de banano transformada para su producción comercial no es probable que se lleve a cabo este decenio.

La disponibilidad de variedades resistentes a las enfermedades está claramente vinculada con el aumento de los rendimientos de los agricultores que producen para consumo local, tanto en banano como en plátano. Los agricultores que proveen a los mercados locales bananos de diversos tipos (bananos para postre, cocción y molturación, y plátanos) precisan disponer de clones resistentes, pero muchos carecen de recursos económicos para pagar la tecnología.

No obstante, la transformación de todas las variedades que en la actualidad se cultivan en países como Uganda o la India, donde hay una gran diversidad que permite satisfacer determinadas preferencias, no es realista. Además, esto no podría ser provechoso, ya que su éxito podría llevar a la pérdida futura de la diversidad genética, preocupación que está siendo analizada por la INIBAP, cuando al cambiar las preferencias de las poblaciones, se eliminan antiguos clones específicamente menos productivos. A los productores les importa conservar la diversidad de variedades, incorporando al mismo tiempo nuevos adelantos que promuevan la productividad.

Posiblemente la biotecnología pueda brindar nuevas oportunidades para la seguridad alimentaria allí donde el banano es una fuente importante de alimento, especialmente entre los pequeños agricultores de los países en desarrollo. Si se lograran muchos genes diferentes para la resistencia a las enfermedades, la regulación de la maduración, etc. y se pusieran a disposición de los pequeños agricultores muchos clones diferentes del banano con genes diferentes, el riesgo de que cualquier nueva enfermedad ocasionara daños imprevistos e importantes sería mínimo. Por lo tanto, la biotecnología podría mejorar efectivamente la situación de los pequeños agricultores, permitiendo extender la

campaña y colocando a disposición del consumo local más frutos y durante períodos más largos.

1.13.1 Hibridación

La hibridación es un procedimiento muy usado en el mejoramiento de plantas y animales, mediante el cual las características genéricas de los individuos se modifican por cruzamiento sexual, obteniéndose un híbrido genotípicamente diferente a sus progenitores, pero que mantienen características de ambos en proporciones variables.

Cheesman (1931), Larter (1954), Shepherd (1954) y De Langhe (1961) describen las técnicas de hibridación en banano, como una operación que no presenta gran dificultad, basta con aislar inflorescencias o las flores femeninas durante el periodo de receptividad y situar el polen fresco sobre los estigmas. Las semillas que se obtienen en número variable, generalmente muy pequeñas, se hacen germinar y las pequeñas plantas se desarrollan en invernadero, para luego trasladarse al campo donde se seleccionan por sus características deseables.

1.13.2 Estudios Biotecnológicos en Sigatoka Negra: Clones

Promisorios

La Sigatoka Negra puede ser controlada, pero el costo de los fungicidas químicos el cual fluctúa cerca de US\$ 800 a US\$ 1000 por hectárea/ año, es prohibitivo. En Guatemala, por ejemplo, algunos productores de bananos y plátanos rocían unas 50 veces al año. La aplicación masiva de químicos en las plantaciones bananeras también causa la indignación de los ambientalistas y consumidores preocupados. Por lo tanto, la mejor alternativa para el control de la Sigatoka Negra es el mejoramiento de híbridos resistentes o clones promisorios de banano.

En la actualidad, todos los cultivares comerciales de banano y plátano son susceptibles a la enfermedad, aún los resistentes a la Sigatoka Amarilla. El "guineo cuadrado" y el "pelipita" tienen niveles de resistencia (grupo ABB). La mayoría de los híbridos tetraploides tienen diferentes niveles de resistencia, pero el mayor grado de resistencia lo presentan los diploides silvestres *Musa acuminata* subespecie *burmannica* y la subespecie *malaccensis*. Este alto nivel de resistencia ya se ha incorporado a los diploides machos para producir nuevos cultivares de bananos. Estos mismos

diploides pueden usarse en cruces para producir plátanos AAB resistentes.

La FHIA⁶ ha estado en la primera línea de mejoramiento de los nuevos y promisorios híbridos de bananos, bananos de cocción y plátanos resistentes a la Sigatoka Negra, con potencial agronómico superior, entre estos cultivares se encuentran los siguientes: FHIA-01, FHIA-02, FHIA-03 y FHIA-21; en Venezuela, éstos han presentado niveles admisibles de resistencia a la Sigatoka Negra; igual reacción han mostrado los cultivares venezolanos: CNN-01 y CNN-12-D. Se prevé la evaluación del comportamiento en las diferentes localidades de ese país.

En Cuba, durante los años 1994, 1995 y 1996, resultaron con alta resistencia a la Sigatoka Negra los cultivares: FHIA-02, FHIA-03 y FHIA-18.

Posteriormente la FHIA ha desarrollado un significativo programa de mejoramiento genético convencional en musáceas, que ha deparado una considerable cantidad de híbridos mejorados, dentro de los cuales se encuentran los tetraploides de banano (Musa

⁶ **FHIA:** La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA, es una organización privada, sin fines de lucro, constituida para generar y transferir tecnología y contribuir a la expansión y mejoramiento del sector agrícola para beneficio del productor y el fortalecimiento de la economía del país.

AAAA) FHIA-23 (Highgate x SH-3362) y SH-3436 (Highgate x SH-3142). De este último una selección realizada en Cuba originó el SH-3436-9. FHIA-23 posee buenas características agronómicas y organolépticas y además resistencia parcial a la Sigatoka negra y al Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*). Por su parte, el híbrido SH-3436-9 produce también satisfactoriamente, sus frutos son de buen sabor, tiene resistencia parcial a la Sigatoka negra y bajo índice reproductivo de *Radopholus Similis*.

Existe una considerable cantidad de información de diferentes partes del mundo respecto a la reacción a enfermedades en los híbridos de banano desarrollados por la FHIA, pero es muy escasa la información disponible sobre la respuesta de estos a prácticas de manejo de gran relevancia para una óptima producción, como el deshije y su efecto sobre el comportamiento de los híbridos ante enfermedades como la Sigatoka negra. Con un sistema de deshije orientado, por ejemplo, la línea de siembra, así como la densidad original de población, se mantienen durante un mayor lapso de tiempo con poca alteración, contrario a lo que ocurre con el deshije tradicional.

Tanto FHIA-23 como SH-3436-9 podrían convertirse en un valioso complemento a la producción de bananos provenientes del

subgrupo Cavendish cuyos cultivares son más susceptibles a la Sigatoka negra.

1.14 Mecanismos que regulan la aprobación y seguridad de los cultivos mejorados genéticamente.

La novedad de estos avances y las posibilidades que abren, han hecho que los gobiernos de todo el mundo profieran sus leyes bajo el criterio de precaución, que significa que cada una de estas mejoras debe ser valorada caso por caso, y como si se tratara de un nuevo medicamento se autorice o rechace ante la más mínima duda sobre su seguridad. Así, las variedades presentemente autorizadas lo han hecho acorde con las pautas recomendadas por comités de expertos como los de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization, FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras Instituciones de reconocido prestigio.

En el periodo de aprobación, se evalúan tanto las características que corresponden a la mejora introducida (gen, proteína a la que da lugar, etc.) como el cultivo mejorado en sí (comportamiento agronómico, impacto sobre especies no objetivo, etc.) y tanto desde el enfoque medioambiental, como en lo que concierne a su seguridad de uso para alimentación humana o para fabricación de alimentos. Ninguna de estas

evaluaciones, es requerida para variedades que se hayan mejorado por otras técnicas, incluyendo aquellas en las que las técnicas son mucho más agresivas con el genoma de la planta e impredecibles en los resultados.

Podemos estar seguros de que hay una legislación estricta que vela para que ninguna de estas aplicaciones llegue a la fase comercial con posibles daños medioambientales o sanitarios que no compensen su utilidad, y la prueba fehaciente de que esto es así, es que tras años de comercialización, y cuando se suman millones de hectáreas sembradas con estas variedades, no ha habido ni un sólo incidente sanitario.

1.15 Algunos conceptos ligados al estudio de estabilidad genética

1.15.1 Genotipo: El genotipo está constituido por toda la información genética que posee el individuo; se podría decir que el genotipo son los planes para la construcción de un individuo nuevo; y para llevar a efecto la construcción se necesitan los materiales que proporcionará el ambiente en el cual se desarrolla.

1.15.2 Ambiente: Es un término general que cubre todas las condiciones bajo las cuales crecen las plantas, y puede abarcar lugares, años, prácticas de manejo o una combinación de estos factores. Generalmente cada lugar o año es considerado un ambiente separado.

1.15.3 Efectos principales: Efecto Ambiente (puro)

Refleja los distintos potenciales ecológicos de los sitios y las condiciones de manejo, no tiene directa relación para el mejoramiento o recomendación de variedades.

1.15.4 Efectos principales: Efecto Genotipo (puro)

Refleja el efecto de los genotipos independientemente del ambiente. Relevante sólo en ausencia de interacción Genotipo x Ambiente.

1.15.5 La interacción genotipo x ambiente

La interacción genotipo x ambiente es la respuesta diferencial de los genotipos cuando se los evalúa en diferentes condiciones ambientales. La interacción genotipo x ambiente es un fenómeno complejo, ya que implica condiciones ambientales y climáticas, factores edafológicos y todos los factores fisiológicos y genéticos que determinan el crecimiento y desarrollo de las plantas.

1.16 Estabilidad y adaptabilidad

El investigador trata de encontrar los genotipos que muestren una buena estabilidad, por lo que existe una gran cantidad de modelos estadísticos para el análisis de la estabilidad y la interacción Genotipo x Ambiente.

No existe una única definición de estabilidad. Se utilizan términos como estabilidad genotípica, estabilidad del rendimiento, adaptación y adaptabilidad, etc. Cada uno de ellos con un significado diferente.

A continuación se dan algunas definiciones sobre adaptabilidad y estabilidad.

1.16.1 Adaptabilidad⁷: Es la propiedad o habilidad de un genotipo o población de genotipos que permite la alteración de las normas de adaptación en respuesta a distintas presiones de selección.

Por el contrario, se dice que **adaptación** es un estado de adecuación a un ambiente dado.

Simmonds (1962), Lin et al. (1986), Lin y Binns (1994) dan algunas diferencias entre los siguientes conceptos:

1.16.2 Adaptación específica de un genotipo: Es la adaptación concreta del genotipo correspondiente a un ambiente determinado.

1.16.3 Adaptación genotípica general: Se refiere a la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente los estímulos ambientales.

1.16.4 Adaptación específica de una población: Es la parte de la adaptación específica de una población heterogénea que es atribuible a la interacción entre los componentes, más que a la adaptación de los componentes por si mismos.

⁷ Simmonds, 1962.

1.16.5 Adaptación general de una población: Es la capacidad de poblaciones heterogéneas para adaptarse a variedad de ambientes.

1.17 Estabilidad

Becker (1981) diferenció dos tipos de estabilidad genotípica: En primer lugar “Estabilidad Biológica”, mediante la cual un genotipo mantiene un rendimiento constante en cualquier ambiente (varianza estadística mínima), este tipo de estabilidad no es interesante en la agricultura moderna, donde se requiere que los genotipos respondan a condiciones del medio que hayan sido mejoradas. Por consiguiente, la necesidad de obtener elevadas respuestas genotípicas a ambientes favorables lleva al concepto de “Estabilidad agronómica”, por el cuál un genotipo es considerado estable si rinde bien respecto al potencial productivo de los ambientes evaluados, y que representa una mínima interacción genotipo x ambiente, lo cual está asociado a la pretensión de obtener un incremento del rendimiento en respuesta a mejoras ambientales.

Los genotipos que presentan una elevada estabilidad agronómica para una gran cantidad de ambientes, se dice que presentan adaptabilidad general o amplia (Finlay y Willkinson, 1963). Mientras que, si la estabilidad agronómica se presenta sobre pocos ambientes, se dice que el genotipo tiene adaptación específica o estrecha.

Lin et al. (1986) definen tres tipos de estabilidad.

1.17.1 Estabilidad Tipo 1: Se refiere a una mínima varianza entre ambientes. La estabilidad de tipo 1 se relaciona a la definición de estabilidad bajo un concepto biológico.

1.17.2 Estabilidad Tipo 2: Define a un genotipo como estable si su respuesta a los ambientes es paralela a la de la media de todos los genotipos ensayados. El tipo 2 es equivalente al concepto agronómico.

1.17.3 Estabilidad Tipo 3: Si la suma de cuadrados residual de la regresión sobre el índice ambiental es pequeña, considerando al índice ambiental como variable independiente (parámetro $S_{d_i}^2$ de Eberhart y Russell, 1966). La estabilidad de tipo 3 se basa en el concepto de estabilidad de Eberhart y Russell (1966), y se fundamenta en que la variabilidad de un genotipo con respecto al ambiente puede ser dividida en dos partes: una predecible que corresponde a una posible regresión entre genotipos y ambientes, y otra impredecible, correspondiente a los cuadrados medios de la desviación estadística respecto a la regresión lineal. Un genotipo se consideraría estable si la suma de cuadrados residual es pequeña.

Posteriormente, Lin y Binns (1988) definieron un cuarto concepto de estabilidad.

1.17.4 Estabilidad Tipo 4: Se refiere a variaciones pequeñas de un genotipo en una misma localidad pero en diferentes años. La estabilidad de tipo 4 permite medir la capacidad de un genotipo, para resistir variaciones ambientales impredecibles, algo que no estiman los otros tres tipos de estabilidad.

CAPITULO II

2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES, POBLACIÓN OBJETIVO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza la descripción de las variables utilizadas para realizar los análisis correspondientes aplicados a la población objetivo identificada como las plantas de banano de las variedades ESPOL 13, WILLIAMS, VALERY y FILIPINO, de las localidades seleccionadas para el estudio que son haciendas bananeras ubicadas en la costa ecuatoriana como las Haciendas San Humberto, Celia María, Ana María y Miraflores.

Además, se presenta la forma de cómo se recolectaron los datos, el diseño de experimentos instalado en haciendas bananeras de las provincias del Guayas, El Oro y Los Ríos en las cuales se tiene sembradas plantas que pertenecen a éstas variedades y la localización geográfica de las haciendas donde se realizaron los ensayos.

1 2.1 Tipos de Variables a utilizarse.

- 2 Para realizar este estudio se considerarán dos tipos de variables, las variables relacionadas con la planta o variables descriptoras y las variables relacionadas con la infección de Sigatoka negra.

3 2.1.1 Variables Descriptoras de la planta de Banano

Estas variables nos permiten tener una idea clara de los aspectos principales que tiene una planta de banano como altura del pseudotallo, diámetro del pseudotallo, emisión foliar y hojas presentes, es decir son todos los parámetros agronómicos que describen mejor a cada una de las variedades de estudio.

- 4 Estas variables van a ser analizadas en cada una de las localidades que fueron seleccionadas y descritas a continuación.

5 Altura del pseudotallo

- 6 Es una variable de tipo cuantitativo que mide la altura del pseudotallo en centímetros y es medida desde la base del pseudotallo hasta el punto de emergencia del racimo.

Las variables correspondientes a la altura del pseudotallo reciben su nombre según el genotipo o variedad, la hacienda a la que pertenecen y también si son de la primera generación llamadas “MADRES” o segunda generación llamadas “HIJOS”.

- 7 **AE13MSH:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “MADRE” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 8 **AE13HSH:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “HIJO” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 9 **AWMSH:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “MADRE” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.

- 10 **AWHSH:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 11 **AE13MCM:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 12 **AE13HCM:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 13 **AVMCM:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 14 **AVHCM:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 15 **AFMCM:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 16 **AFHCM:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 17 **AE13MAM:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 18 **AE13HAM:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 19 **AWMAM:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 20 **AE13MMF:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.

- 21 **AE13HMF:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 22 **AWMMF:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 23 **AWHMF:** Altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.

24 **Diámetro del pseudotallo**

Es una variable de tipo cuantitativa que mide el diámetro del pseudotallo en centímetros y es medido a 1 m de la base del pseudotallo.

Las variables correspondientes al diámetro del pseudotallo reciben su nombre según el genotipo o variedad, la hacienda a la que pertenecen y también si son de la primera generación llamadas “**MADRES**” o segunda generación llamadas “**HIJOS**”.

- 25 **DE13MSH:** Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 26 **DE13HSH:** Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 27 **DWMSH:** Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.

- 28 **DWHS**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 29 **DE13MCM**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 30 **DE13HCM**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 31 **DVMCM**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 32 **DVHCM**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 33 **DFMCM**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 34 **DFHCM**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 35 **DE13MAM**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 36 **DE13HAM**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 37 **DWMAM**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 38 **DE13MMF**: Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.

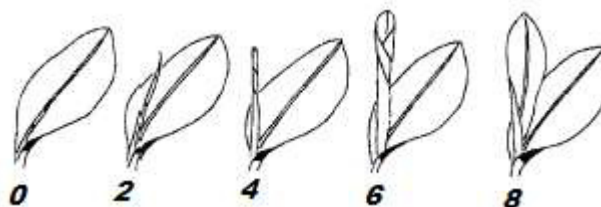
- 39 **DE13HMF:** Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 40 **DWMMF:** Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 41 **DWHMF:** Diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.

42 Emisión Foliar

Es una variable de tipo cuantitativa y está formada por una parte entera y una parte decimal. La parte entera está determinada por el número de hojas brotadas que tiene la planta y la parte decimal esta definida por el estado evolutivo de la hoja candela que es la hoja más joven que nace en la planta y se desarrolla según la escala de Brun, para ilustrar de mejor manera los estados de desarrollo descritos por Brun (1963) se exhiben los mismos en el Gráfico 2.1.

Gráfico 2.1

Escala de Brun (1963)



Fuente: CIBE – ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

43

Las variables correspondientes a la emisión foliar reciben su nombre según el genotipo o variedad, la hacienda a la que pertenecen y también si son de la primera generación llamadas “MADRES” o segunda generación llamadas “HIJOS”.

- 44 **EFE13MSH:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “MADRE” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 45 **EFE13HSH:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “HIJO” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 46 **EFWMSH:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “MADRE” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 47 **EFWHSH:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “HIJO” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 48 **EFE13MCM:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “MADRE” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 49 **EFE13HCM:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “HIJO” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 50 **EFVMCM:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la primera generación o llamada también “MADRE” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 51 **EFVHCM:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la segunda generación o llamada también “HIJO” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.

- 52 **EFFMCM:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 53 **EFFHCM:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 54 **EFE13MAM:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 55 **EFE13HAM:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 56 **EFWMAM:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 57 **EFE13MMF:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 58 **EFE13HMF:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 59 **EFWMMF:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 60 **EFWHMF:** Emisión Foliar de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 61 **Hojas presentes**
Es una variable de tipo cuantitativo que indica el número de hojas presentes que tiene la planta de banano seleccionada para el estudio.

Las variables correspondientes al número de hojas presentes reciben su nombre según el genotipo o variedad, la hacienda a la que pertenecen y también si son de la primera generación llamadas “MADRES” o segunda generación llamadas “HIJOS”.

- 62 **HPE13MSH:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 63 **HPE13HSH:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 64 **HPWMSH:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 65 **HPWHSH:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 66 **HPE13MCM:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 67 **HPE13HCM:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 68 **HPVMCM:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 69 **HPVHCM:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.

- 70 **HPFMCM:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 71 **HPFHCM:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 72 **HPE13MAM:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 73 **HPE13HAM:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 74 **HPWMAM:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 75 **HPE13MMF:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 76 **HPE13HMF:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 77 **HPWMMF:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 78 **HPWHMF:** Número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.

2.1.2 Variables relacionadas con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de Banano.

Índice de infección o IND

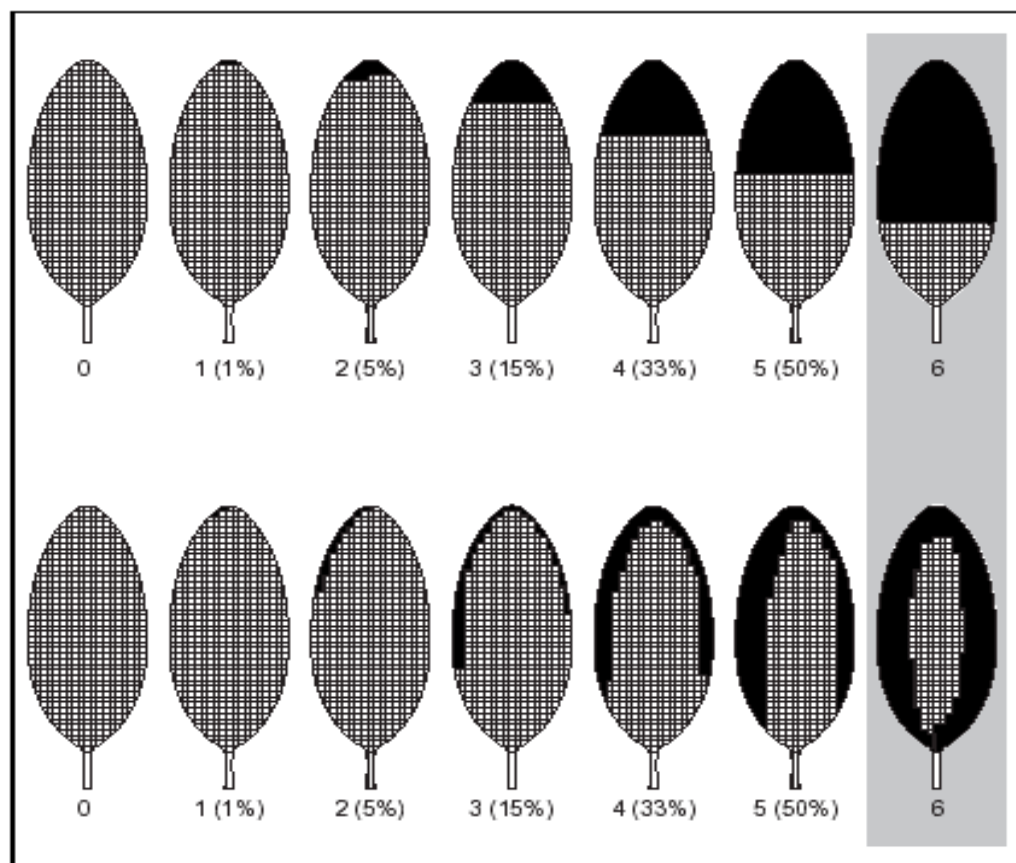
Esta variable nos indica el grado de infección que presenta la planta de banano seleccionada para el estudio.

Para poder determinar el índice de infección de la planta es preciso conocer el área de la hoja afectada, para esto se debe estimar visualmente el área cubierta por los síntomas de la enfermedad en cada hoja y entonces calcular el porcentaje de la hoja cubierta por los síntomas.

Para analizar el desarrollo de la enfermedad en la hoja se clasifica al avance de la enfermedad en 6 grupos llamados estadíos de acuerdo con la escala de Stover, cada uno de los estadíos tiene un porcentaje de enfermedad asociado y en el Gráfico 2.2 se ilustra con claridad los estadíos asociados con su porcentaje de enfermedad.

Gráfico 2.2

Escala de Stover modificada por Gauhl (1989)



Fuente: CIBE – ESPOL Autor: Johnny Jiménez

- 79 **INDE13MSH:** IND de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 80 **INDE13HSH:** IND de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 81 **INDWMSH:** IND de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.

- 82 **INDWHSH:** IND de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda San Humberto**.
- 83 **INDE13MCM:** IND de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 84 **INDE13HCM:** IND de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 85 **INDVMCM:** IND de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 86 **INDVHCM:** IND de la planta de banano del genotipo **VALERY** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 87 **INDFMCM:** IND de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 88 **INDFHCM:** IND de la planta de banano del genotipo **FILIPINO** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Celia María**.
- 89 **INDE13MAM:** IND de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 90 **INDE13HAM:** IND de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 91 **INDWMAM:** IND de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Ana María**.
- 92 **INDE13MMF:** IND de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.

- 93 **INDE13HMF:** IND de la planta de banano del genotipo **ESPOL 13** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 94 **INDWMMF:** IND de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la primera generación o llamada también “**MADRE**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.
- 95 **INDWHMF:** IND de la planta de banano del genotipo **WILLIAMS** correspondiente a la segunda generación o llamada también “**HIJO**” que está sembrada en la **Hacienda Miraflores**.

2.2 Diseño Experimental utilizado

Mediante la información proporcionada por el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) en las localidades seleccionadas para el estudio, se realizó un diseño completamente aleatorizado para todos los ensayos realizados en las Haciendas: San Humberto, Celia María, Ana María y Miraflores.

La recolección de los datos estuvo a cargo de los técnicos del CIBE, quienes lo hacían semanalmente en libros de registros que contienen los datos agronómicos como altura, diámetro, hojas presentes y emisión foliar; también los datos de enfermedad, es decir se registran los niveles de infección a través de la metodología de Stover, esto da como resultado el índice de infección presente en cada genotipo, los mismos que fueron recolectados durante el periodo comprendido entre los meses de abril y noviembre del año 2004, para las plantas pertenecientes a la primera generación o “madre” y el periodo comprendido entre los meses de febrero y agosto del año 2005 para las plantas pertenecientes a la segunda generación o “hijo”.

Para calcular los tamaños de muestra se lo realizó con la fórmula $n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} * S}{e} \right)^2$ la que nos permite calcular el tamaño muestral n a partir de la estimación de la media,

esta fórmula se utiliza cuando la población P es infinita o muy grande (se considera a una población como lo suficientemente grande cuando su tamaño N es mayor a 5000) y con distribución normal. Se lo hizo de esta forma debido a que las haciendas tienen en promedio 1200 plantas por hectárea y 30 hectáreas de cultivo, por lo que una hacienda con estas características tendría una población de 36000 plantas, es decir el tamaño de muestra n queda definido en función del nivel de confianza $(1-\alpha)$, la varianza S^2 y además del error e respecto a la media, que se puede interpretar como la precisión con que se desea estimar a la media.

Para realizar los cálculos de los tamaños de muestra seleccionados, se lo obtuvo a partir de la fórmula antes mencionada con un nivel de confianza del 95%, $Z= 1.96$, la varianza se obtuvo por medio de estimaciones anteriores del IND del genotipo WILLIAMS MADRE y el respectivo error del IND.

Se escogió a la variable IND porque es la que presenta el grado de afectación con Sigatoka Negra de la planta y cuanto mayor está afectada se originan más costos en fungicidas para el productor bananero; y se seleccionó al genotipo WILLIAMS MADRE porque es la variedad comercial cultivada en las haciendas estudiadas, y no se escogió a las otras variedades como ESPOL 13 porque esta variedad es de prueba y a las variedades FILIPINO y VALERY que aunque también se cultivan no se disponía de las estimaciones de sus parámetros.

La tabla 2.1 muestra el valor estimado de la desviación estándar, el error asignado, el tamaño de muestra n obtenida y el tamaño de muestra seleccionado para el genotipo WILLIAMS MADRE.

Tabla 2.1

Determinación de los tamaños de muestra para el genotipo WILLIAMS MADRE en sus respectivas haciendas.

Hacienda	Genotipo	variable	sigma	error	n	n seleccionado
San Humberto	WILLIAMS(M)	IND	13,42	6	19,22	20
Ana María	WILLIAMS(M)	IND	1,33	0,5	27,18	30
Miraflores	WILLIAMS(M)	IND	8,83	3,5	24,45	30

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

La asignación de los tamaños de muestra para los genotipos ESPOL 13, FILIPINO y VALERY en sus dos generaciones en todas las localidades se basó en los tamaños

de muestra obtenidos para el genotipo WILLIAMS MADRE en cada localidad y del ambiente de evaluación de acuerdo al criterio de los investigadores del CIBE, que para las variedades ESPOL 13 en sus dos generaciones asignaron tamaños de muestra de 30 plantas en la mayoría de las localidades debido a que es una variedad de prueba que está siendo evaluada y se desconoce como responderá la variedad por lo que se escoge el tamaño máximo de muestra para el genotipo WILLIAMS, a excepción de la segunda generación del genotipo ESPOL 13 que en la Hacienda San Humberto se asignaron 20 plantas ya que los investigadores observaron la estabilidad de la variable IND en la primera generación, a la segunda generación del genotipo WILLIAMS en la Haciendas San Humberto y Miraflores se asignaron 20 y 30 plantas respectivamente debido a que los resultados del IND de la primera generación no presentaron la estabilidad requerida y para las variedades FILIPINO y VALERY en sus dos generaciones se asignaron tamaños de muestra de 10 plantas debido a que son variedades que se toman como referencia y no fueron inicialmente consideradas para el análisis, sin embargo fueron agregadas por su relevancia en el estudio.

La tabla 2.2 muestra los tamaños de muestra seleccionados para todos los genotipos estudiados en sus respectivas localidades.

Tabla 2.2

Asignación de los tamaños de muestra para los genotipos ESPOL 13, WILLIAMS, FILIPINO y VALERY en sus respectivas haciendas.

Hacienda	Genotipo	n seleccionado
San Humberto	E13M	30
	E13H	20
	WILLIAMS(M)	20
	WILLIAMS(H)	20
Celia María	E13M	30
	E13H	30
	FILIPINO(M)	10
	FILIPINO(H)	10
	VALERY(M)	10
	VALERY(H)	10
Ana María	E13M	30
	E13H	30
	WILLIAMS(M)	30
Miraflores	E13M	30
	E13H	30
	WILLIAMS(M)	30
	WILLIAMS(H)	30

Fuente: CIBE – ESPOL Autor: Johnny Jiménez C.

2.2.1 Localización de los ensayos.

Los ensayos se llevaron a cabo en las Haciendas San Humberto que se encuentra localizada en la Provincia del Guayas, Cantón Yaguachi y posición geográfica es S: 2° 08' 21.5" W: 79° 31' 9.2"; la Hacienda Celia María que se encuentra localizada en la Provincia de El Oro, Cantón Pasaje y posición geográfica es S: 3° 17' 0.2" W: 79° 48' 21.5"; Hacienda Ana María que se encuentra localizada en la Provincia de Los Ríos, Cantón Valencia y posición geográfica es S: 0° 59' 58.9" W: 79° 21' 4.3"; y Hacienda Miraflores que se encuentra localizada en la Provincia del Guayas, Cantón Naranjito y posición geográfica es S: 2° 06' 61" W: 79° 20' 59".

CAPITULO III

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO UNIVARIADO

INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene por objetivo realizar el análisis estadístico univariado de las variables descritas en el capítulo 2, el cual tiene por objeto describir, analizar y representar un conjunto de datos utilizando métodos estadísticos y gráficos que resuman y presenten la información contenida en ellos.

Entre las principales medidas descriptivas que serán analizadas en este estudio tenemos medidas de tendencia central como media y mediana, medidas de dispersión como desviación estándar y varianza, medidas de posición como cuartiles, mínimo y máximo y medidas de forma como sesgo o asimetría y curtosis o puntiagudez. Además para ilustrar la información se realizarán gráficos como histogramas de frecuencias y diagramas de caja.

Cabe mencionar que para el análisis se ha considerado la última semana antes de la floración de las plantas ya que agronómicamente en esta etapa se puede conocer de mejor manera cuánto ha afectado la Sigatoka Negra a

la planta, este análisis se lo hará por haciendas las mismas que contienen a las plantas de cada una de las variedades que son objeto de este estudio.

3.1 Hacienda San Humberto: Análisis Univariado

Las siguientes variables a ser analizadas pertenecen a los genotipos ESPOL 13 y WILLIAMS de la primera generación o “MADRE” y de la segunda generación o “HIJO”.

3.1.1 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo ESPOL 13 MADRE.

AE13MSH: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 331.67, mínimo de 280.00, máximo de 400.00 y mediana de 335,00. La moda indica que la altura que más se repite es 350.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 663.75 y una desviación estándar de 25.76. La tabla 3.1 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.1

Estadística Descriptiva: Variable AE13MSH

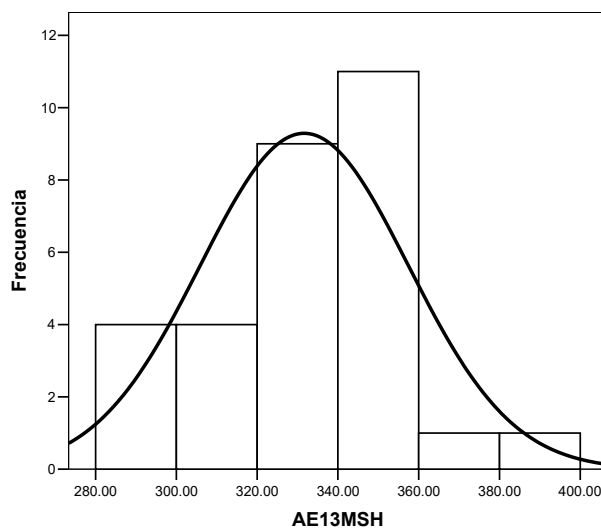
N	30,00
Media	331,67
Mediana	335,00
Moda	350,00
Desviación estándar	25,76
Varianza de la muestra	663,75
Coefficiente de asimetría	0,11
Curtosis	0,46
Rango	120,00
Mínimo	280,00
Máximo	400,00
Q1	312,75
Q2	335,00
Q3	350,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.11, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.46 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.1 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.1

95.1.1 Histograma de frecuencias de la variable AE13MSH



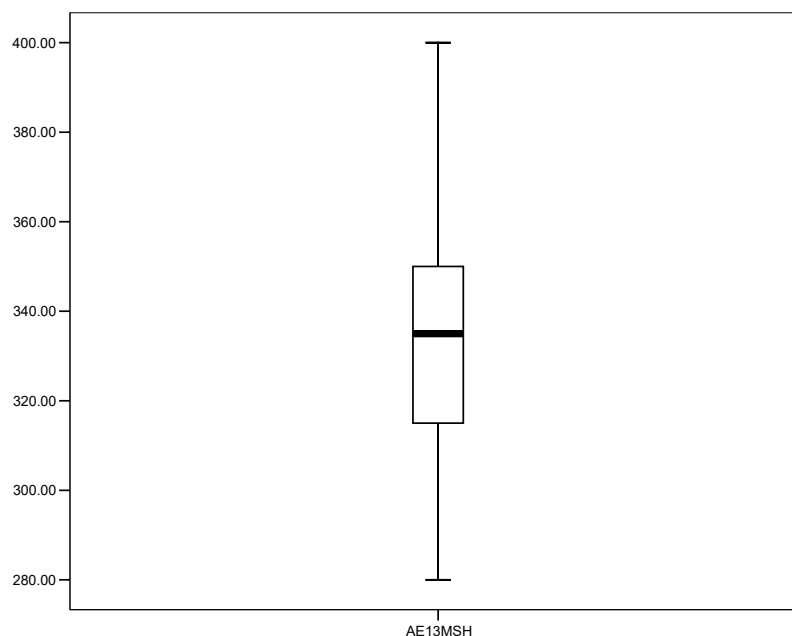
Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.2 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=312.75$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=335.00$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3= 350.00$.

95.1.2

Gráfico 3.2

95.1.3 Diagrama de cajas de la variable AE13MSH



95.1.4

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DE13MSH: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 74.33, mínimo de 63.00, máximo de 89.00 y mediana de 71.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 70.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza

de 55.75 y una desviación estándar de 7.47. La tabla 3.2 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.2

Estadística Descriptiva: Variable DE13MSH

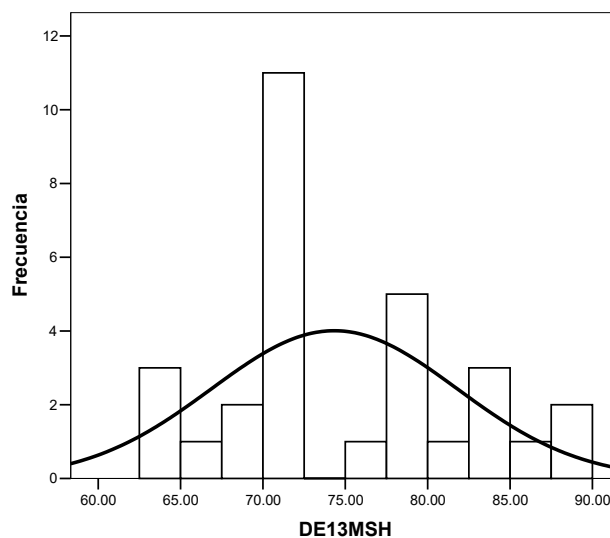
N	30,00
Media	74,33
Mediana	71,00
Moda	70,00
Desviación estándar	7,47
Varianza de la muestra	55,75
Coefficiente de asimetría	0,39
Curtosis	-0,84
Rango	26,00
Mínimo	63,00
Máximo	89,00
Q1	70,00
Q2	71,00
Q3	79,50

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.39, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.84 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.3 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.3

95.1.5 Histograma de frecuencias de la variable DE13MSH



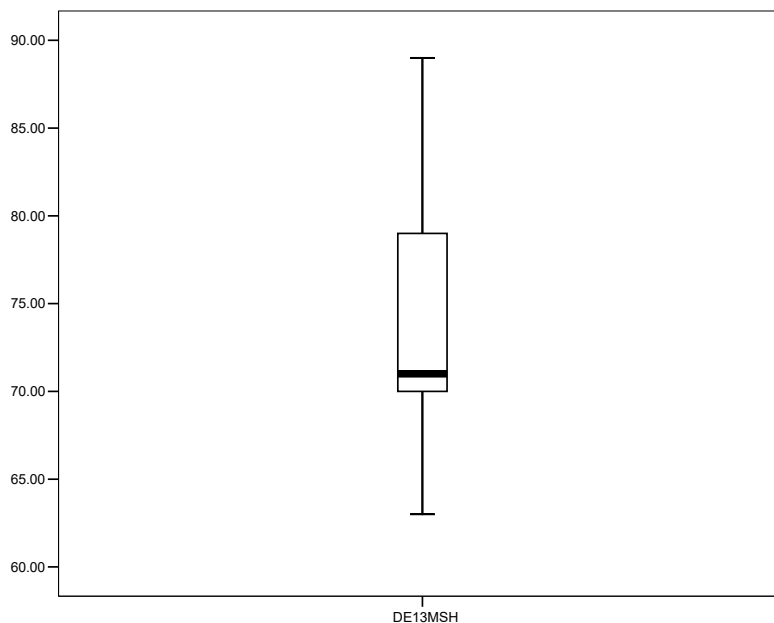
95.1.6

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.4 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=70.00$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=71.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3= 79.50$.

Gráfico 3.4

95.1.7 Diagrama de cajas de la variable DE13MSH



95.1.8

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPE13MSH: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 9.33, mínimo de 5.00, máximo de 14.00 y mediana de 9.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 9.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 4.44 y una

desviación estándar de 2.11. La tabla 3.3 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.3

Estadística Descriptiva: Variable HPE13MSH

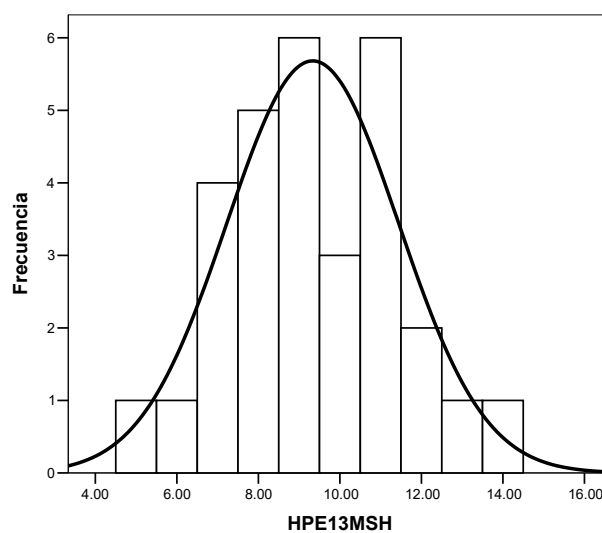
N	30,00
Media	9,33
Mediana	9,00
Moda	9,00
Desviación estándar	2,11
Varianza de la muestra	4,44
Coefficiente de asimetría	0,14
Curtosis	-0,29
Rango	9,00
Mínimo	5,00
Máximo	14,00
Q1	8,00
Q2	9,00
Q3	11,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.14, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.29 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.5 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.5

95.1.9 Histograma de frecuencias de la variable HPE13MSH

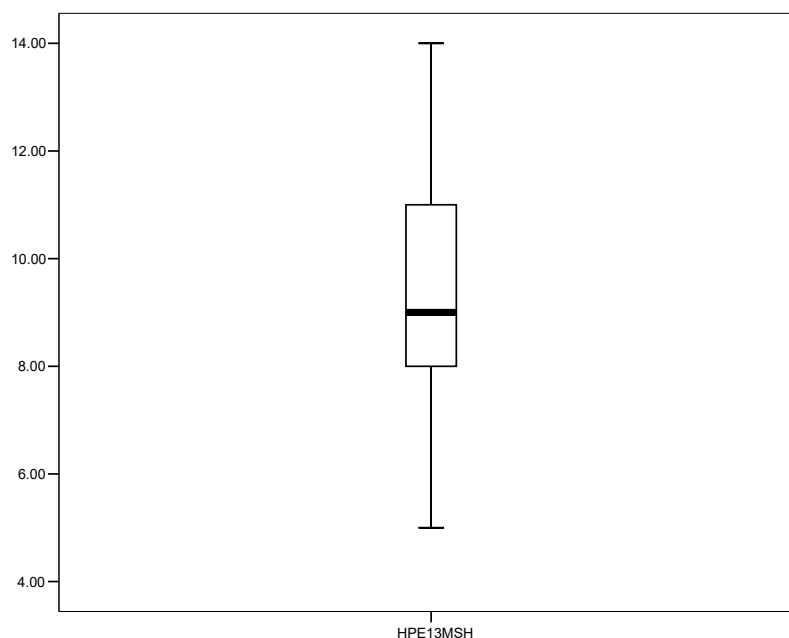
**95.1.10**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.6 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=8.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=9.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3= 11.00$.

Gráfico 3.6

95.1.11 Diagrama de cajas de la variable HPE13MSH



95.1.12

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFE13MSH: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 31.83, mínimo de 28.00, máximo de 37.00 y mediana de 32.00. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 31.00 Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 4.47 y una desviación estándar de 2.12. La tabla 3.4 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.4

Estadística Descriptiva: Variable EFE13MSH

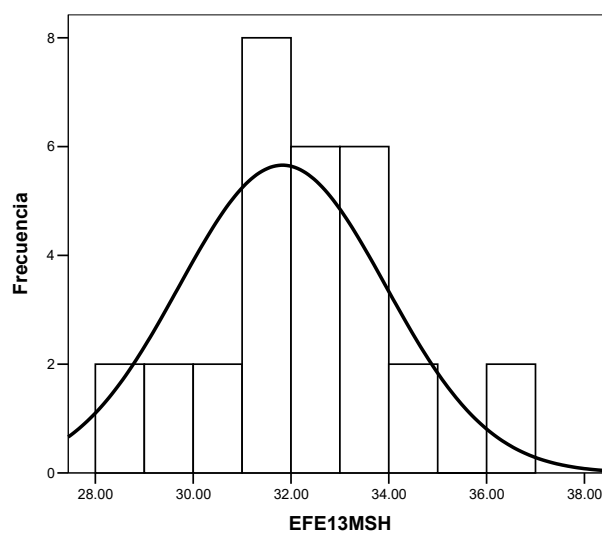
N	30,00
Media	31,83
Mediana	32,00
Moda	31,00
Desviación estándar	2,12
Varianza de la muestra	4,47
Coefficiente de asimetría	0,52
Curtosis	1,05
Rango	9,00
Mínimo	28,00
Máximo	37,00
Q1	31,00
Q2	32,00
Q3	33,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.52, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.05 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es mas apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.7 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.7

95.1.13 Histograma de frecuencias de la variable EFE13MSH

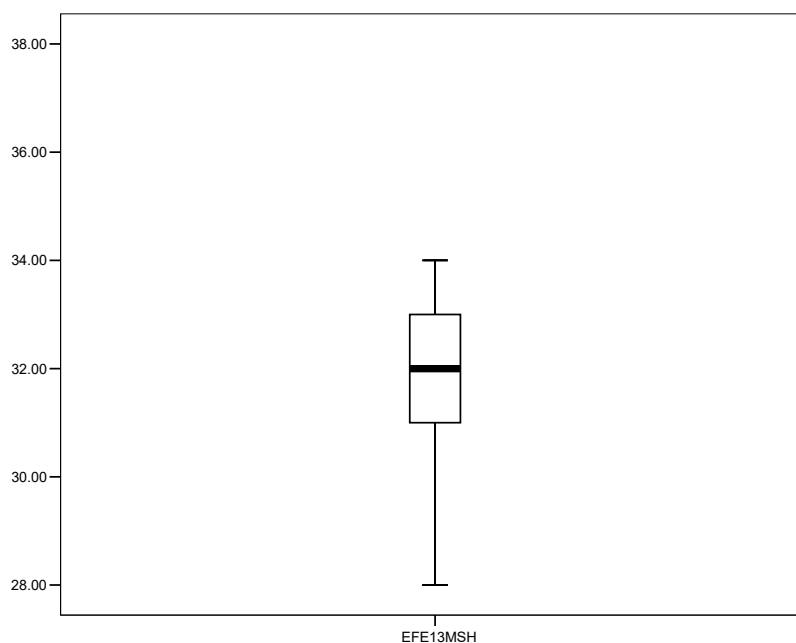
**95.1.14**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.8 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=31.00$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=32.00$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=33.00$.

Gráfico 3.8

95.1.15 Diagrama de cajas de la variable EFE13MSH



95.1.16

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.1.2 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo ESPOL 13 MADRE

INDE13MSH: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o "MADRE" en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 1.20, mínimo de 0.00, máximo de 6.15 y mediana de 0.00. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 0.00. Las

medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 4.31 y una desviación estándar de 2.08. La tabla 3.5 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.5

Estadística Descriptiva: Variable INDE13MSH

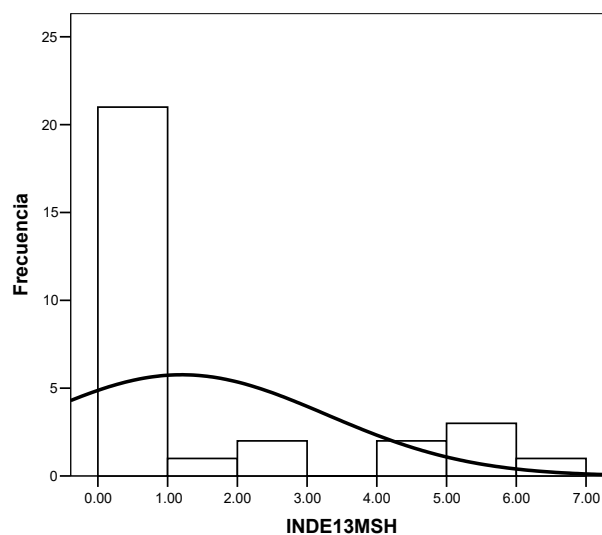
N	30,00
Media	1,20
Mediana	0,00
Moda	0,00
Desviación estándar	2,08
Varianza de la muestra	4,31
Coefficiente de asimetría	1,46
Curtosis	0,57
Rango	6,15
Mínimo	0,00
Máximo	6,15
Q1	0,00
Q2	0,00
Q3	2,06

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.46, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.57 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es mas apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.9 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.9

95.1.17 Histograma de frecuencias de la variable INDE13MSH

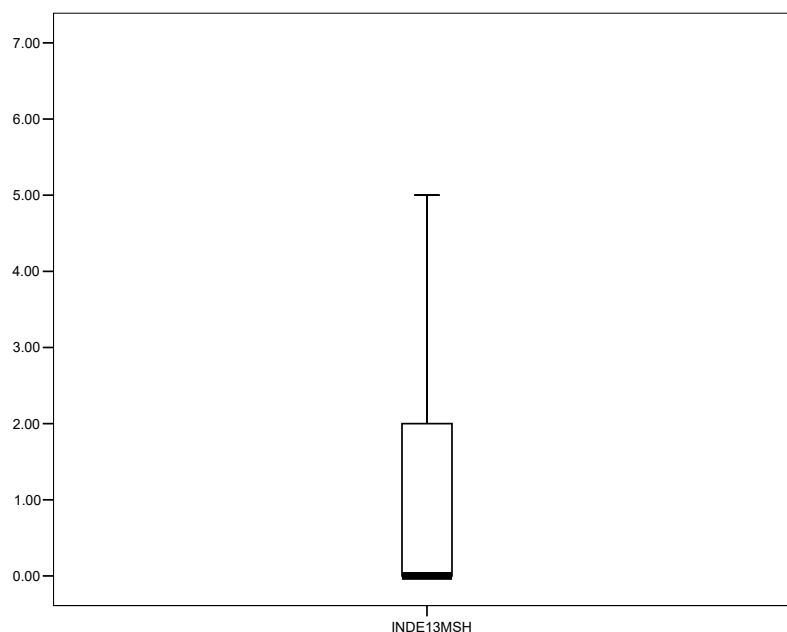
**95.1.18**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.10 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=0.00$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=2.06$.

Gráfico 3.10

95.1.19 Diagrama de cajas de la variable INDE13MSH



95.1.20

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.1.3 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo ESPOL 13 HIJO.

AE13HSH: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 337.30, mínimo de 293.00, máximo de 373.00 y mediana de 345.00. La moda indica que la altura que más se repite es 350.00 Las medidas de

dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 611.17 y una desviación estándar de 24.72. La tabla 3.6 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.6

Estadística Descriptiva: Variable AE13HSH

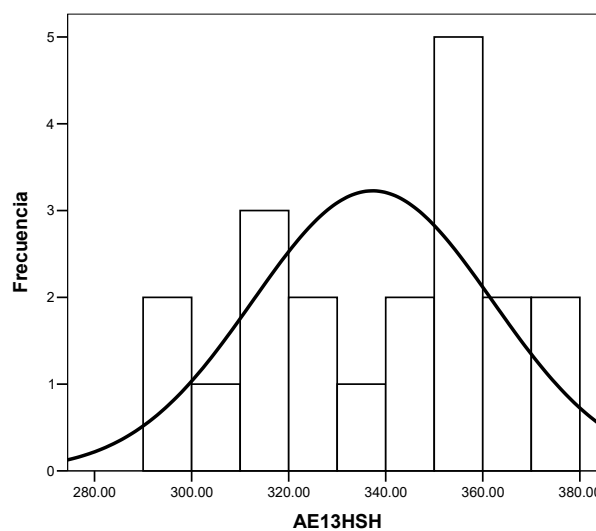
N	20,00
Media	337,30
Mediana	345,00
Moda	350,00
Desviación estándar	24,72
Varianza de la muestra	611,17
Coefficiente de asimetría	-0,33
Curtosis	-1,13
Rango	80,00
Mínimo	293,00
Máximo	373,00
Q1	312,75
Q2	345,00
Q3	357,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.33, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -1.13 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.11 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.11

95.1.21 Histograma de frecuencias de la variable AE13HSH

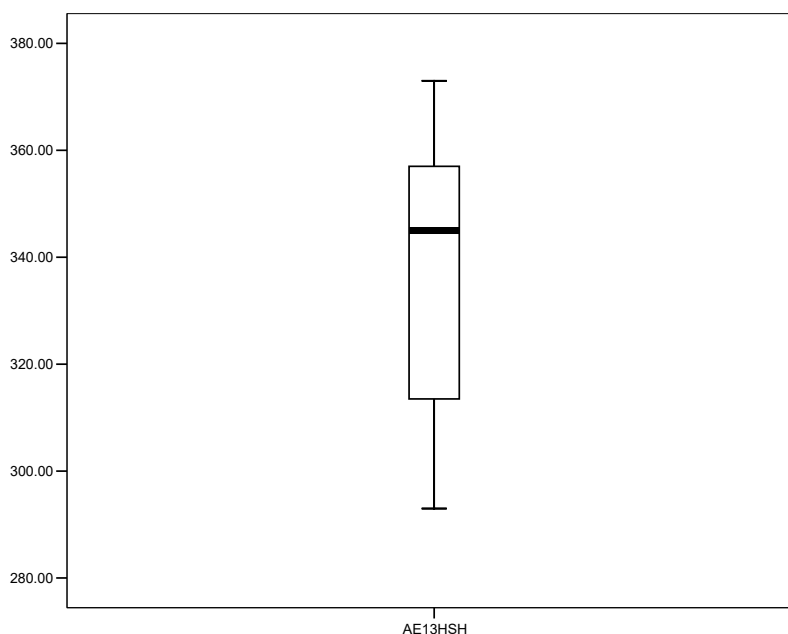
**95.1.22**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.12 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=312.75$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=345.00$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3=357.00$.

Gráfico 3.12

95.1.23 Diagrama de cajas de la variable AE13HSH



95.2

95.3 Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DE13HSH: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 75.60, mínimo de 67.00, máximo de 87.00 y mediana de 76.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 68.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 50.46 y una desviación estándar de 7.10. La tabla 3.7 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.7

Estadística Descriptiva: Variable DE13HSH

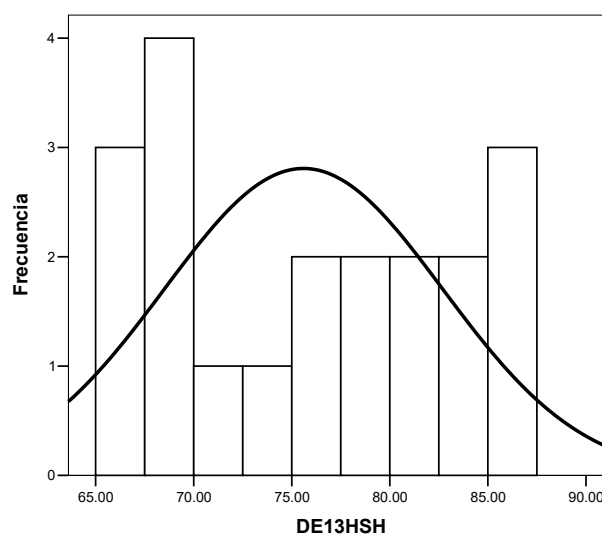
N	20,00
Media	75,60
Mediana	76,00
Moda	68,00
Desviación estándar	7,10
Varianza de la muestra	50,46
Coefficiente de asimetría	0,10
Curtosis	-1,54
Rango	20,00
Mínimo	67,00
Máximo	87,00
Q1	68,00
Q2	76,00
Q3	82,75

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.10, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -1.54 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o llamada también achatada. El histograma del Gráfico 3.13 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.13

95.3.1 Histograma de frecuencias de la variable DE13HSH



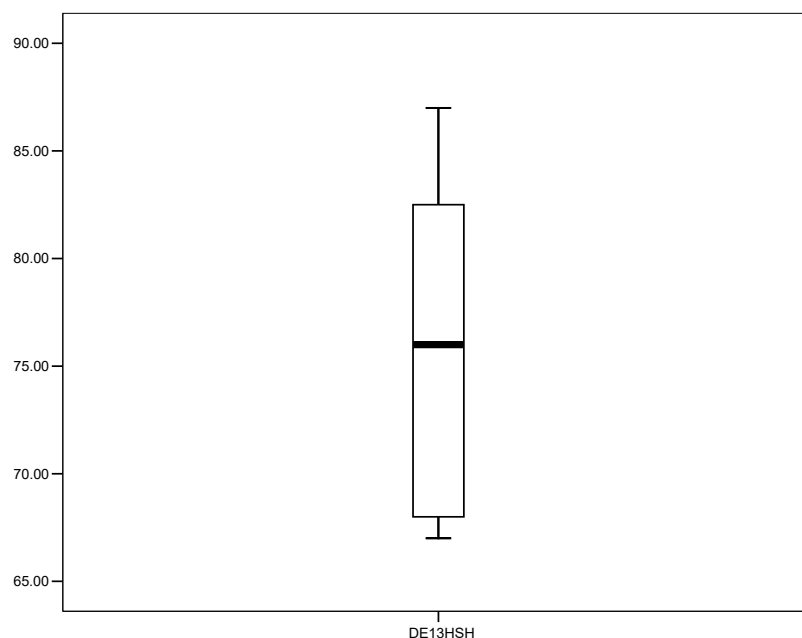
95.3.2

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.14 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=68.00$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=76.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3= 82.75$.

Gráfico 3.14

95.3.3 Diagrama de cajas de la variable DE13HSH



95.3.4

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPE13HSH: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 12.65, mínimo de 10.00, máximo de 14.00 y mediana de 13.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 13.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1.29 y una desviación estándar

de 1.14. La tabla 3.8 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.8

Estadística Descriptiva: Variable HPE13HSH

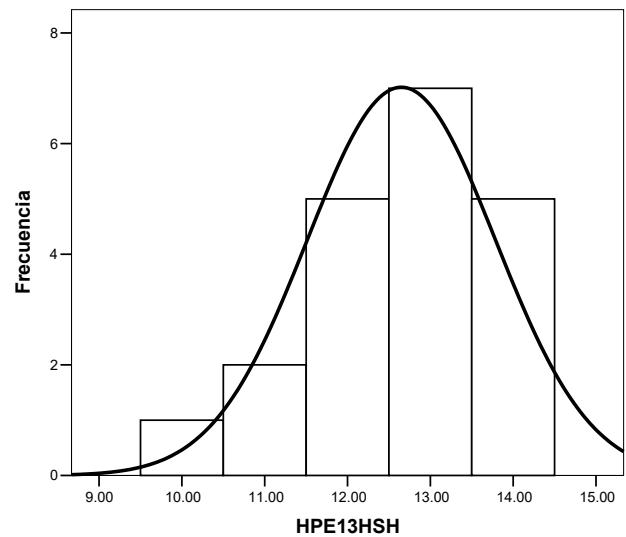
N	20,00
Media	12,65
Mediana	13,00
Moda	13,00
Desviación estándar	1,14
Varianza de la muestra	1,29
Coefficiente de asimetría	-0,65
Curtosis	0,00
Rango	4,00
Mínimo	10,00
Máximo	14,00
Q1	12,00
Q2	13,00
Q3	13,75

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.65, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.00 por lo que a la variable se la define como mesocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es tan apuntada como la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.15 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.15

95.3.5 Histograma de frecuencias de la variable HPE13HSH



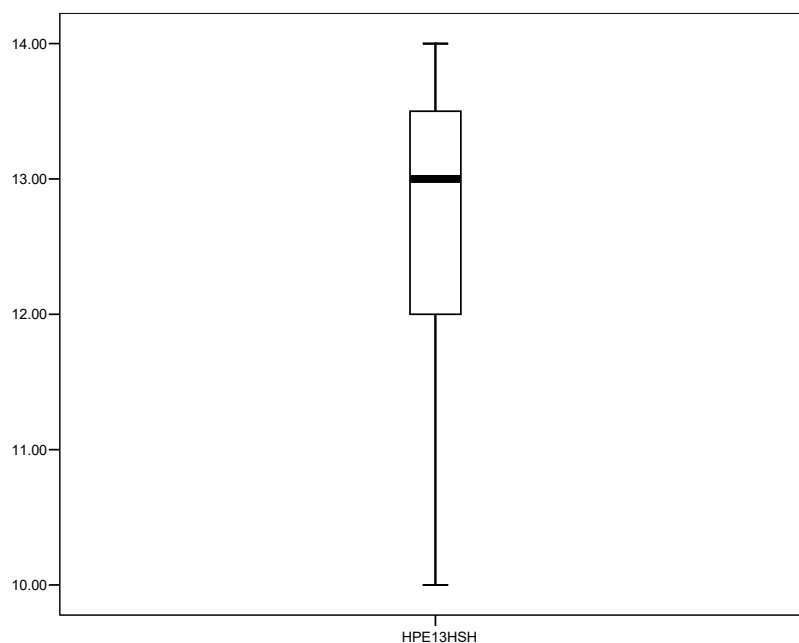
95.3.6

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.16 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=12.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=13.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=13.75$.

Gráfico 3.16

95.3.7 Diagrama de cajas de la variable HPE13HSH



95.3.8

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFE13HSH: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 27.25, mínimo de 22.00, máximo de 36.00 y mediana de 27.00. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 26.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan

una varianza de 8.62 y una desviación estándar de 2.94. La tabla 3.9 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.9

Estadística Descriptiva: Variable EFE13HSH

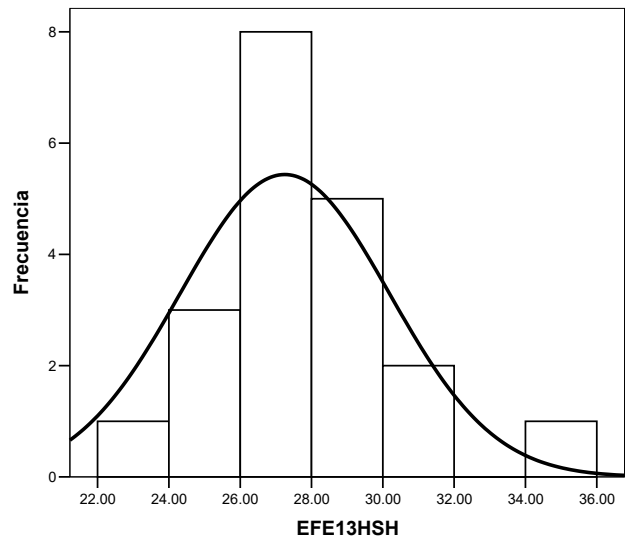
N	20,00
Media	27,25
Mediana	27,00
Moda	26,00
Desviación estándar	2,94
Varianza de la muestra	8,62
Coefficiente de asimetría	1,14
Curtosis	3,29
Rango	14,00
Mínimo	22,00
Máximo	36,00
Q1	26,00
Q2	27,00
Q3	29,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.14, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 3.29 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.17 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.17

95.3.9 Histograma de frecuencias de la variable EFE13HSH

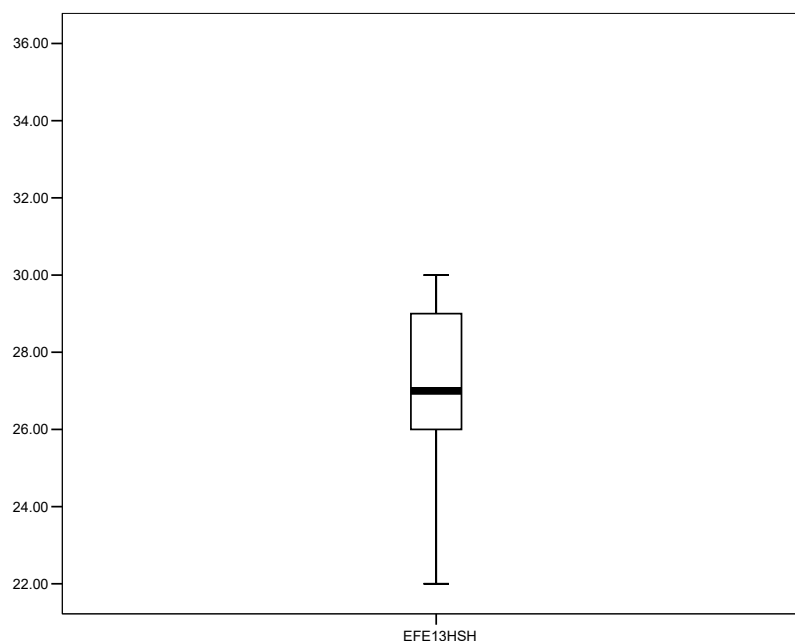
**95.3.10**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.18 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=26.00$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=27.00$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=29.00$.

Gráfico 3.18

95.3.11 Diagrama de cajas de la variable EFE13HSH



95.3.12

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.1.4 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de Banano - Hacienda San Humberto: Genotipo ESPOL 13 HIJO

INDE13HSH: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o "HIJO" en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 0.97, mínimo de 0.00, máximo de 4.00 y mediana de 0.00. La moda

indica que el índice de infección que más se repite es 0.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1.76 y una desviación estándar de 1.33. La tabla 3.10 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.10

Estadística Descriptiva: Variable INDE13HSH

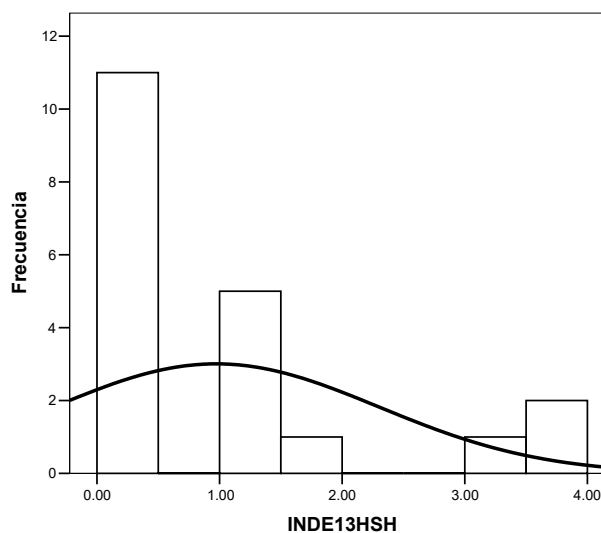
N	20,00
Media	0,97
Mediana	0,00
Moda	0,00
Desviación estándar	1,33
Varianza de la muestra	1,76
Coefficiente de asimetría	1,26
Curtosis	0,55
Rango	4,00
Mínimo	0,00
Máximo	4,00
Q1	0,00
Q2	0,00
Q3	1,43

Fuente: CIBE-ESPOL. Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.26, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.55 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.19 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.19

95.3.13 Histograma de frecuencias de la variable INDE13HSH

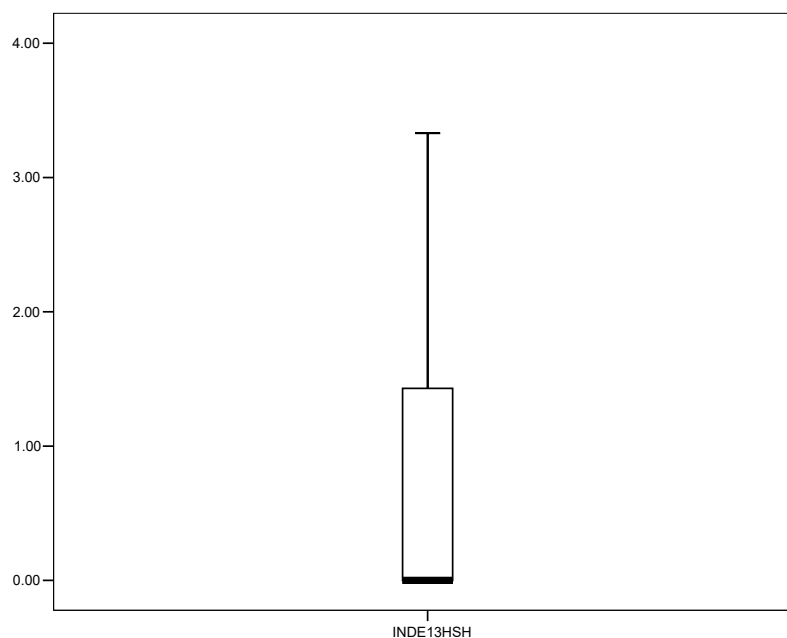
**95.3.14**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.20 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=0.00$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=1.43$.

Gráfico 3.20

95.3.15 Diagrama de cajas de la variable INDE13HSH



95.3.16

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.1.5 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo WILLIAMS MADRE

AWMSH: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 172.95, mínimo de 80.00, máximo de 254.00 y mediana de 170.95. La moda indica que la altura que más se repite es 140.00 Las medidas de dispersión de

los datos respecto a la media presentan una varianza de 1848.26 y una desviación estándar de 42.99. La tabla 3.11 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.11

Estadística Descriptiva: Variable AWMSH

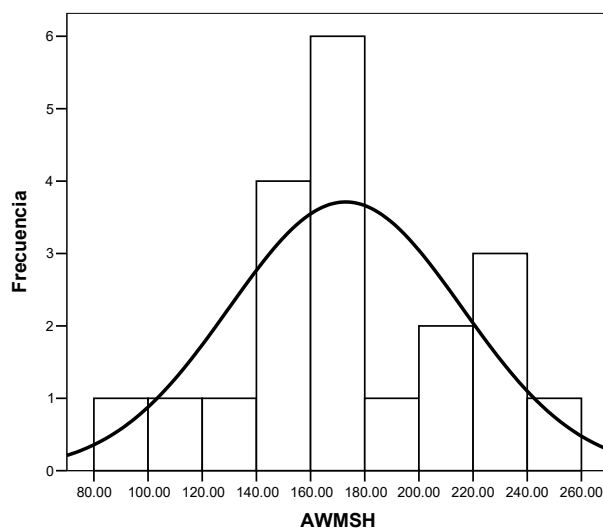
N	20,00
Media	172,95
Mediana	170,50
Moda	140,00
Desviación estándar	42,99
Varianza de la muestra	1848,26
Coefficiente de asimetría	-0,07
Curtosis	-0,08
Rango	174,00
Mínimo	80,00
Máximo	254,00
Q1	141,00
Q2	170,50
Q3	203,75

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.07, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.08 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.21 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.21

95.3.17 Histograma de frecuencias de la variable AWMSH

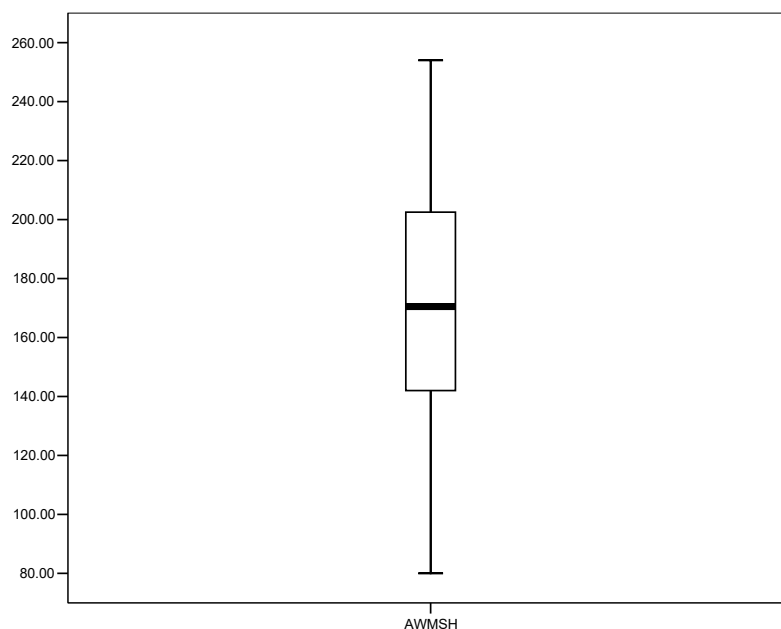
95.3.18

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.22 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q_1=141.00$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q_2=170.50$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q_3= 203.75$.

Gráfico 3.22

95.3.19 Diagrama de cajas de la variable AWMSH



95.3.20

95.3.21 Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DWMSH: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 35.95, mínimo de 20.00, máximo de 51.00 y mediana de 35.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 35.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza

de 55.73 y una desviación estándar de 7.47. La tabla 3.12 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.12

Estadística Descriptiva: Variable DWMSH

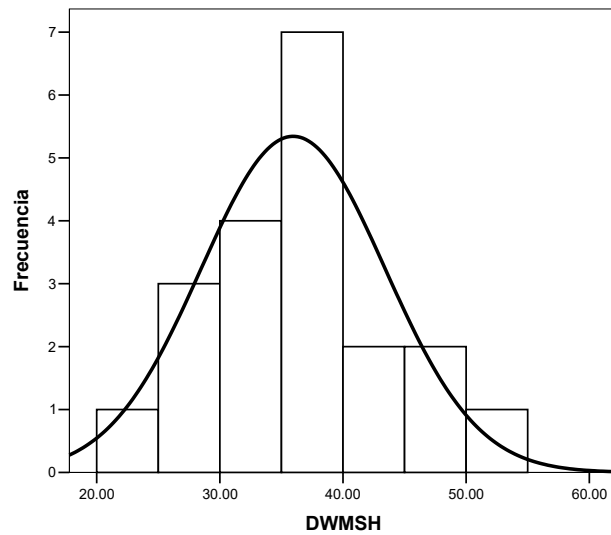
N	20,00
Media	35,95
Mediana	35,00
Moda	35,00
Desviación estándar	7,47
Varianza de la muestra	55,73
Coefficiente de asimetría	0,03
Curtosis	0,14
Rango	31,00
Mínimo	20,00
Máximo	51,00
Q1	32,00
Q2	35,00
Q3	42,75

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.03, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.14 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.23 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.23

95.3.22 Histograma de frecuencias de la variable DWMSH

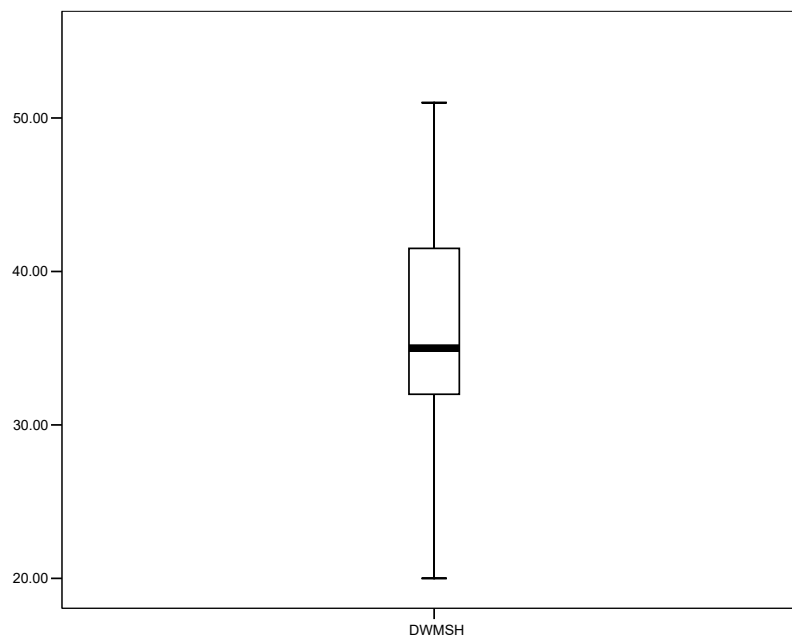
**95.3.23**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.24 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=32.00$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=35.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=42.75$.

Gráfico 3.24

95.3.24 Diagrama de cajas de la variable DWMSH



95.3.25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPWMSH: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 9.00, mínimo de 6.00, máximo de 14.00 y mediana de 8.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 8.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 3.79 y una

desviación estándar de 1.95. La tabla 3.13 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.13

Estadística Descriptiva: Variable HPWMSH

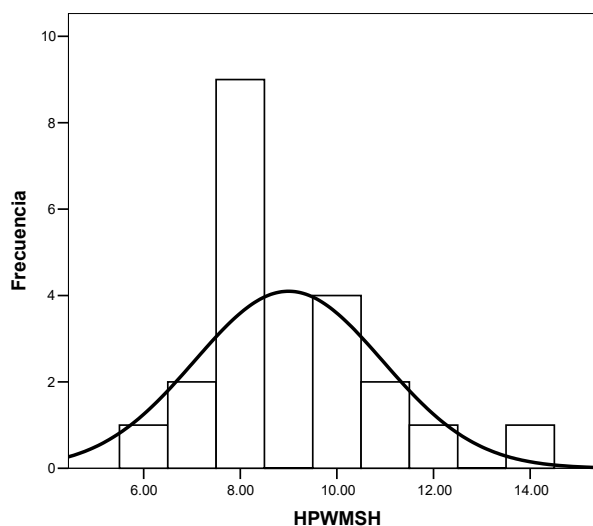
N	20,00
Media	9,00
Mediana	8,00
Moda	8,00
Desviación estándar	1,95
Varianza de la muestra	3,79
Coefficiente de asimetría	0,95
Curtosis	0,81
Rango	8,00
Mínimo	6,00
Máximo	14,00
Q1	8,00
Q2	8,00
Q3	10,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.95, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.81 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.25 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.25

95.3.26 Histograma de frecuencias de la variable HPWMSH

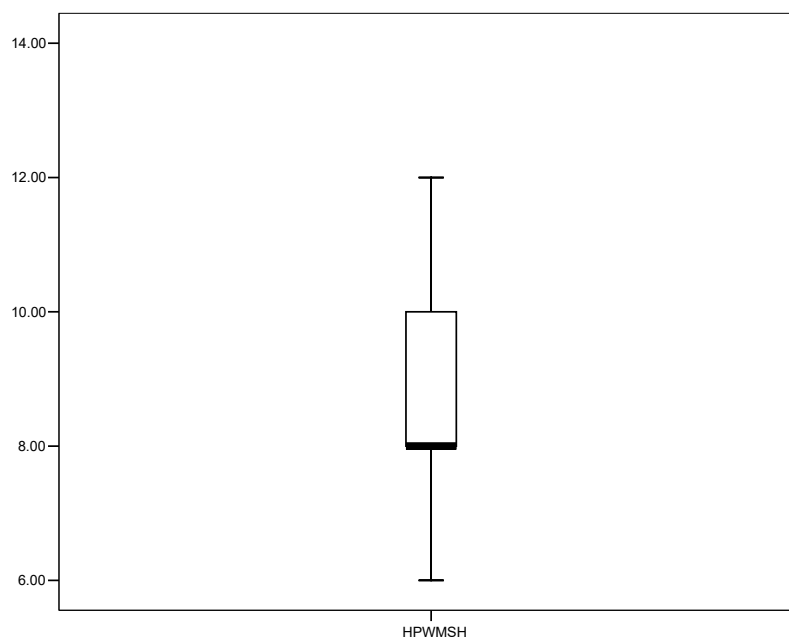
**95.3.27**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.26 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=8.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=10.00$.

Gráfico 3.26

95.3.28 Diagrama de cajas de la variable HPWMSH



95.3.29

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFWMSH: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 28.13, mínimo de 20.20, máximo de 32.00 y mediana de 28.00. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 28.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 8.54 y una desviación estándar de 2.92. La tabla 3.14 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.14

Estadística Descriptiva: Variable EFWMSH

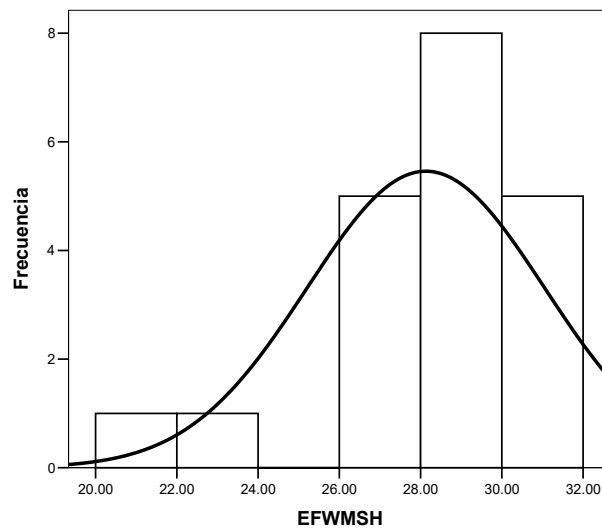
N	20,00
Media	28,13
Mediana	28,00
Moda	28,00
Desviación estándar	2,92
Varianza de la muestra	8,54
Coefficiente de asimetría	-1,25
Curtosis	2,26
Rango	11,80
Mínimo	20,20
Máximo	32,00
Q1	27,10
Q2	28,00
Q3	29,90

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.25, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 2.26 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.27 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.27

95.3.30 Histograma de frecuencias de la variable EFWMSH

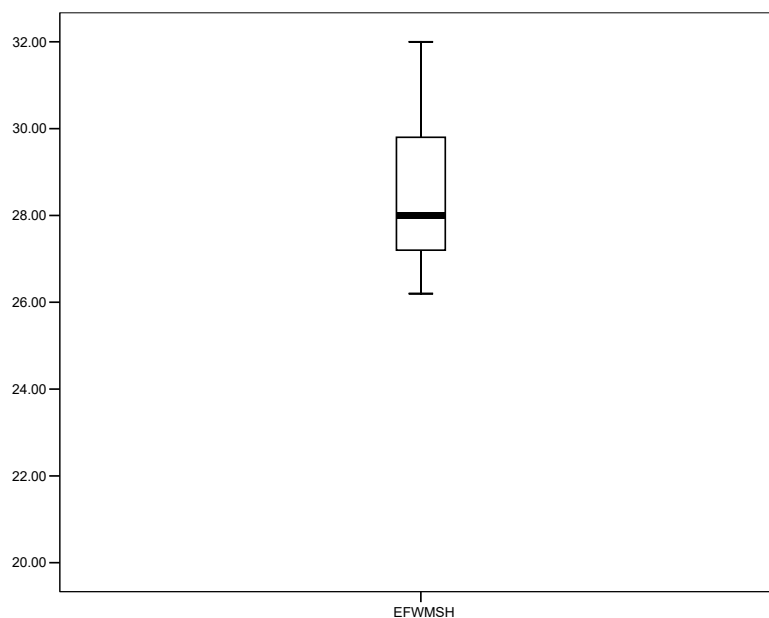
**95.3.31**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.28 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=27.10$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=28.00$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=29.90$.

Gráfico 3.28

95.3.32 Diagrama de cajas de la variable EFWMSH

**95.3.33**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.1.6 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo WILLIAMS HIJO

INDWMSH: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o "MADRE" en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 19.87, mínimo de 2.00, máximo de 51.11 y mediana de 14.78. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 2.00. Las

medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 230.13 y una desviación estándar de 15.17. La tabla 3.15 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.15

Estadística Descriptiva: Variable INDWMSH

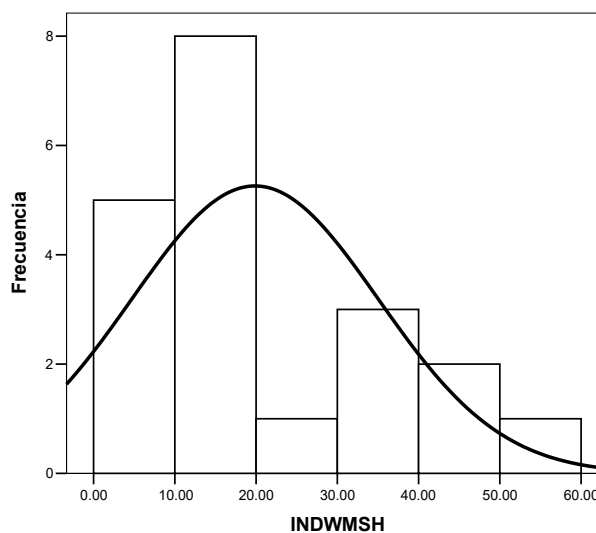
N	20,00
Media	19,87
Mediana	14,78
Moda	2,00
Desviación estándar	15,17
Varianza de la muestra	230,13
Coficiente de asimetría	0,85
Curtosis	-0,48
Rango	49,11
Mínimo	2,00
Máximo	51,11
Q1	8,18
Q2	14,78
Q3	33,12

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.85, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.48 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.29 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.29

95.3.34 Histograma de frecuencias de la variable INDWMSH

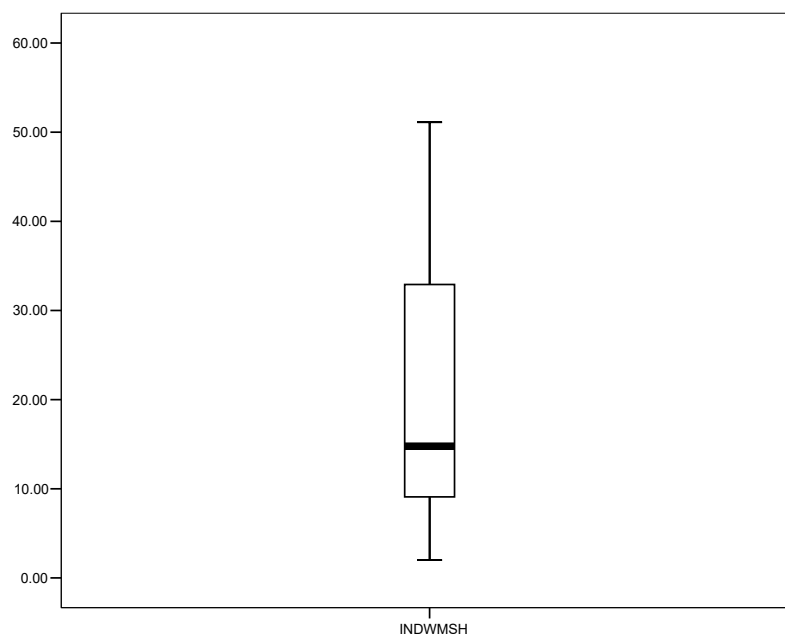
**95.3.35**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.30 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=8.18$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=14.78$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=33.12$.

Gráfico 3.30

95.3.36 Diagrama de cajas de la variable INDWMSH



95.3.37

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.1.7 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo WILLIAMS HIJO

AWHSH: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 221.85, mínimo de 163.00, máximo de 280.00 y mediana de 221.00. La moda indica que la altura que más se repite es 210.00. Las medidas de

dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 679.08 y una desviación estándar de 26.06. La tabla 3.16 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.16

Estadística Descriptiva: Variable AWHSH

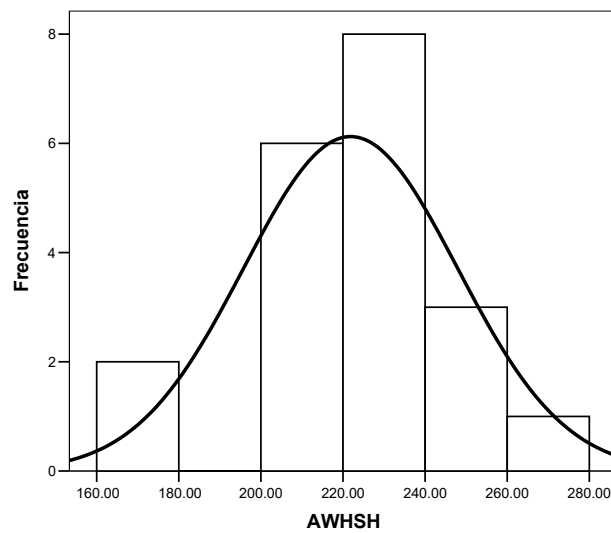
N	20,00
Media	221,85
Mediana	221,00
Moda	210,00
Desviación estándar	26,06
Varianza de la muestra	679,08
Coefficiente de asimetría	-0,25
Curtosis	1,23
Rango	117,00
Mínimo	163,00
Máximo	280,00
Q1	210,00
Q2	221,00
Q3	237,75

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.25, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.23 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.31 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.31

95.3.38 Histograma de frecuencias de la variable AWHSH

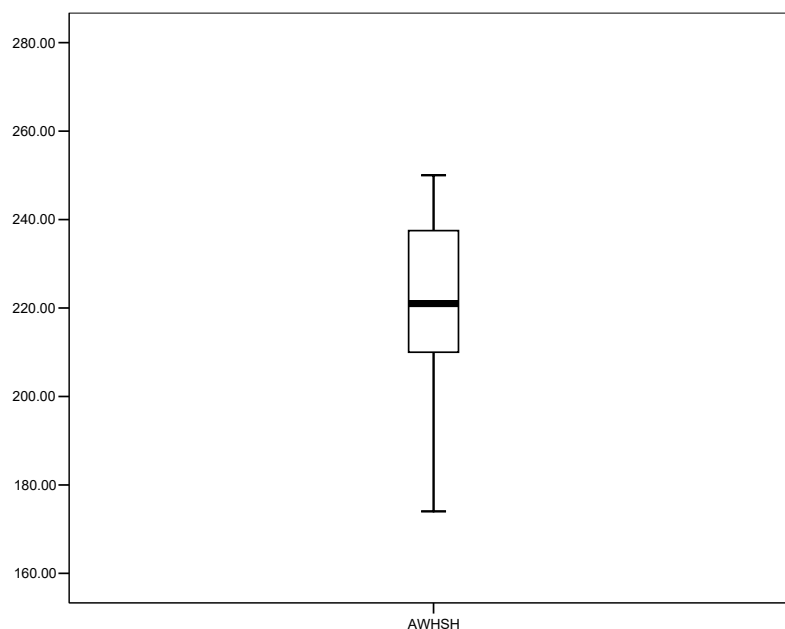
**95.3.39**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.32 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=210.00$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=221.00$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3=237.75$.

Gráfico 3.32

95.3.40 Diagrama de cajas de la variable AWHSH



95.3.41

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DWHSB: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 45.20, mínimo de 32.00, máximo de 54.00 y mediana de 47.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 47.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 30.91 y una desviación estándar de 5.56. La tabla 3.17 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.17

Estadística Descriptiva: Variable DWHS

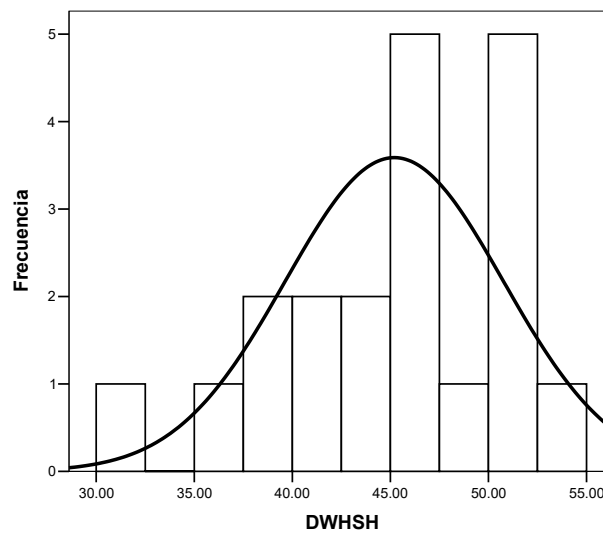
N	20,00
Media	45,20
Mediana	47,00
Moda	47,00
Desviación estándar	5,56
Varianza de la muestra	30,91
Coefficiente de asimetría	-0,75
Curtosis	0,15
Rango	22,00
Mínimo	32,00
Máximo	54,00
Q1	41,25
Q2	47,00
Q3	50,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.75 , por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.15 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.33 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.33

95.3.42 Histograma de frecuencias de la variable DWHSH

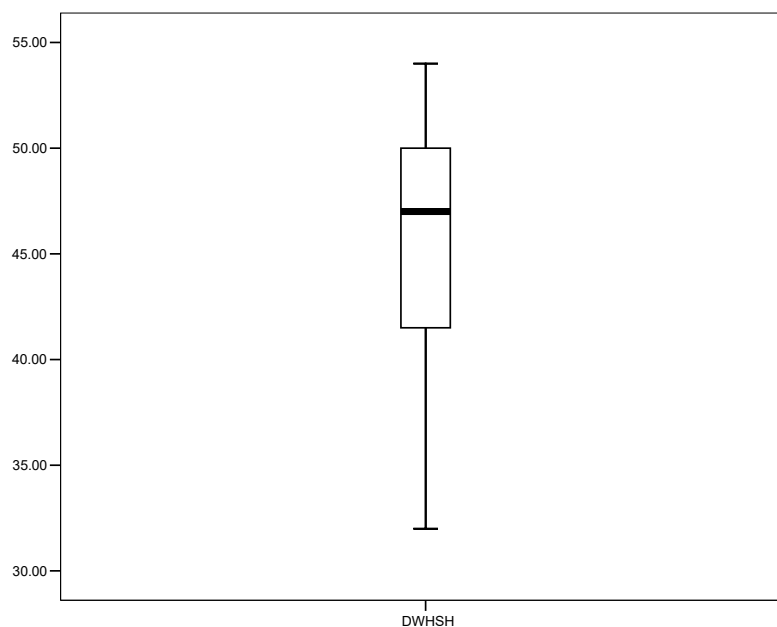
**95.3.43**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.34 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=41.25$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=47.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=50.00$.

Gráfico 3.34

95.3.44 Diagrama de cajas de la variable DWHSH



95.3.45

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPWHSB: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 10.30, mínimo de 7.00, máximo de 13.00 y mediana de 10.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 11.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 2.12 y una desviación estándar

de 1.45. La tabla 3.18 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.18

Estadística Descriptiva: Variable HPWHS

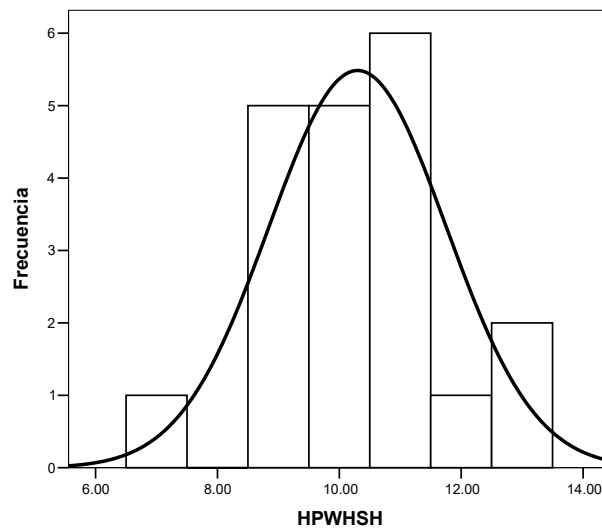
N	20,00
Media	10,30
Mediana	10,00
Moda	11,00
Desviación estándar	1,45
Varianza de la muestra	2,12
Coefficiente de asimetría	-0,01
Curtosis	0,48
Rango	6,00
Mínimo	7,00
Máximo	13,00
Q1	9,00
Q2	10,00
Q3	11,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.01, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.48 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.35 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.35

95.3.46 Histograma de frecuencias de la variable HPWHS

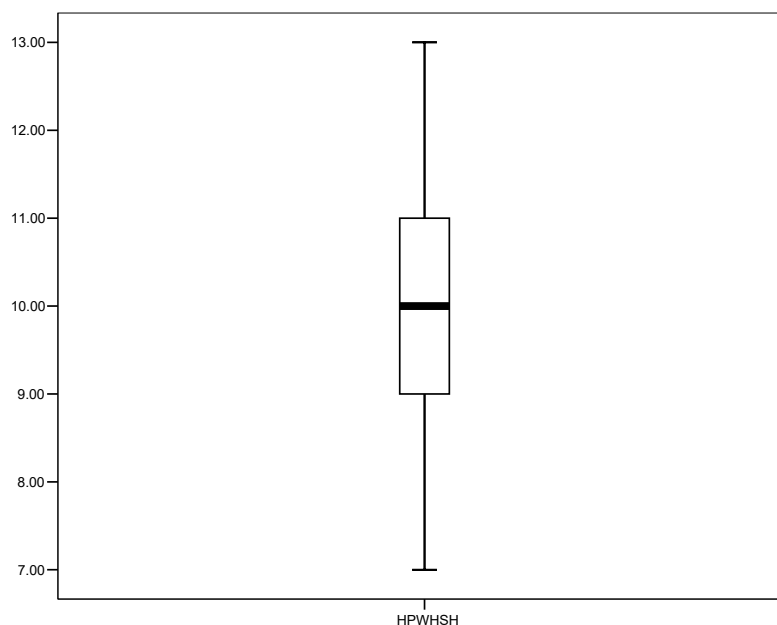
**95.3.47**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.36 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=9.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=10.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=11.00$.

Gráfico 3.36

95.3.48 Diagrama de cajas de la variable HPWHSH



95.3.49

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFWHSH: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 21.16, mínimo de 18.40, máximo de 26.00 y mediana de 20.00. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 20.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 5.34 y una desviación estándar de 2.31. La tabla 3.19 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.19

Estadística Descriptiva: Variable EFWHSH

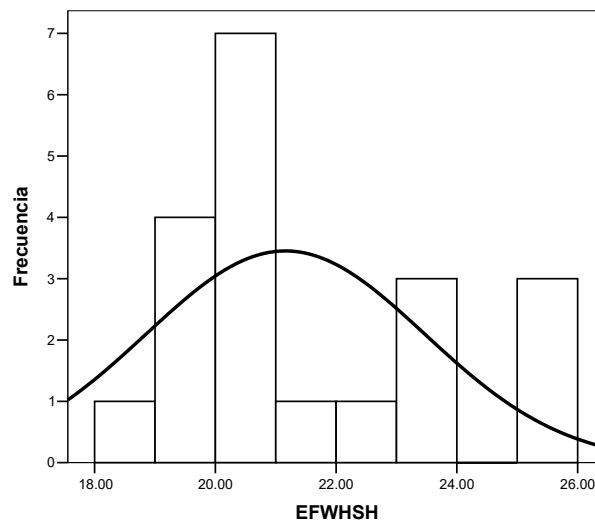
N	20,00
Media	21,16
Mediana	20,00
Moda	20,00
Desviación estándar	2,31
Varianza de la muestra	5,34
Coefficiente de asimetría	0,86
Curtosis	-0,51
Rango	7,60
Mínimo	18,40
Máximo	26,00
Q1	19,25
Q2	20,00
Q3	23,15

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.86, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.51 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.37 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.37

95.3.50 Histograma de frecuencias de la variable EFWHSH

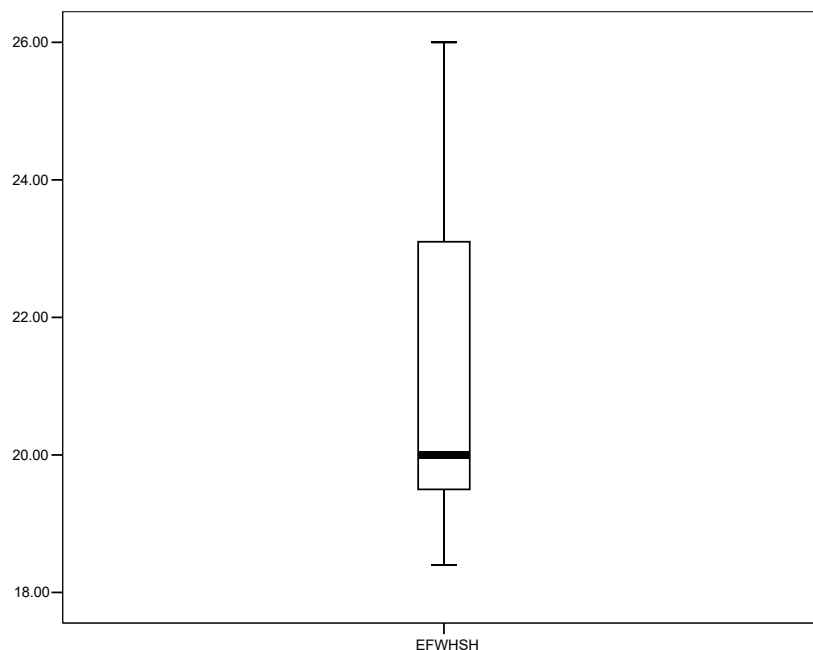
**95.3.51**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.38 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=19.25$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=20.00$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=23.15$.

Gráfico 3.38

95.3.52 Diagrama de cajas de la variable EFWHSH

**95.3.53**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.1.8 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda San Humberto: Genotipo WILLIAMS HIJO

INDWHSH: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda San Humberto, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 13.11, mínimo de 0.00, máximo de 30.77 y mediana de 13.62. La moda

indica que el índice de infección que más se repite es 0.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 60.46 y una desviación estándar de 7.78. La tabla 3.20 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.20

Estadística Descriptiva: Variable INDWHS

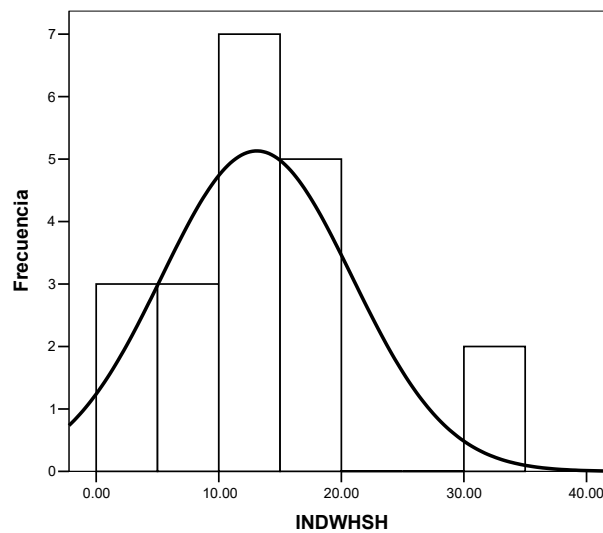
N	20,00
Media	13,11
Mediana	13,62
Moda	0,00
Desviación estándar	7,78
Varianza de la muestra	60,46
Coefficiente de asimetría	0,66
Curtosis	1,17
Rango	30,77
Mínimo	0,00
Máximo	30,77
Q1	8,67
Q2	13,62
Q3	16,16

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.66, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.17 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.39 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.39

95.3.54 Histograma de frecuencias de la variable INDWHS

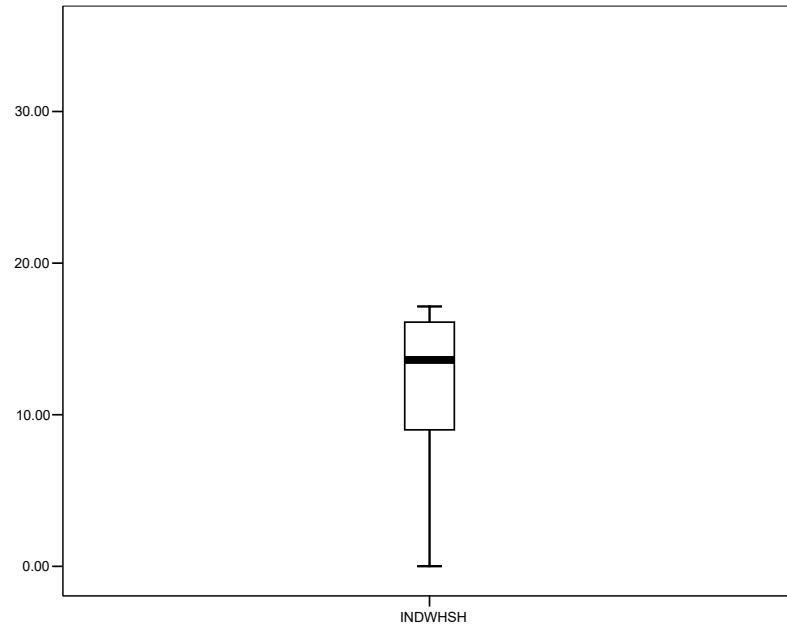
**95.3.55**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.40 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=8.67$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=13.62$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=16.16$.

Gráfico 3.40

95.3.56 Diagrama de cajas de la variable INDWHSB

**95.3.57**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2 Hacienda Celia María: Análisis Univariado

Las siguientes variables a ser analizadas pertenecen a los genotipos ESPOL 13, FILIPINO y VALERY de la primera generación o “MADRE” y de la segunda generación o “HIJO”.

3.2.1 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo ESPOL 13 MADRE

AE13MCM: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 346.30, mínimo de 300.00, máximo de 373.00 y mediana de 350.00. La moda indica que la altura que más se repite es 350.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 344.91 y una desviación estándar de 18.57. La tabla 3.21 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.21

Estadística Descriptiva: Variable AE13MCM

N	30,00
----------	-------

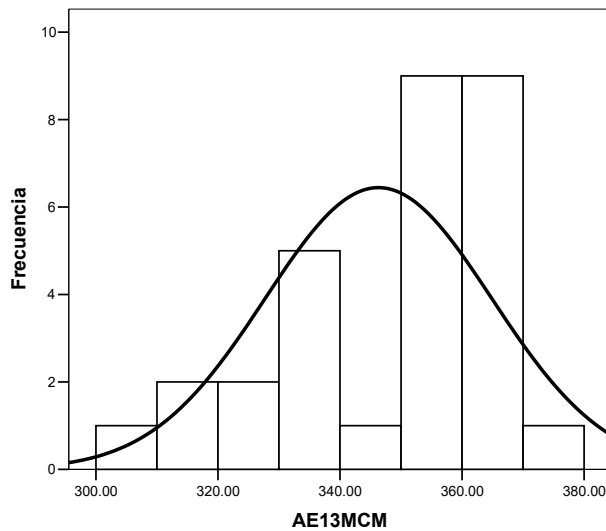
Media	346,30
Mediana	350,00
Moda	350,00
Desviación estándar	18,57
Varianza de la muestra	344,91
Coefficiente de asimetría	-0,81
Curtosis	-0,07
Rango	73,00
Mínimo	300,00
Máximo	373,00
Q1	331,50
Q2	350,00
Q3	360,50

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.81, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.07 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.41 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.41

95.3.58 Histograma de frecuencias de la variable AE13MCM

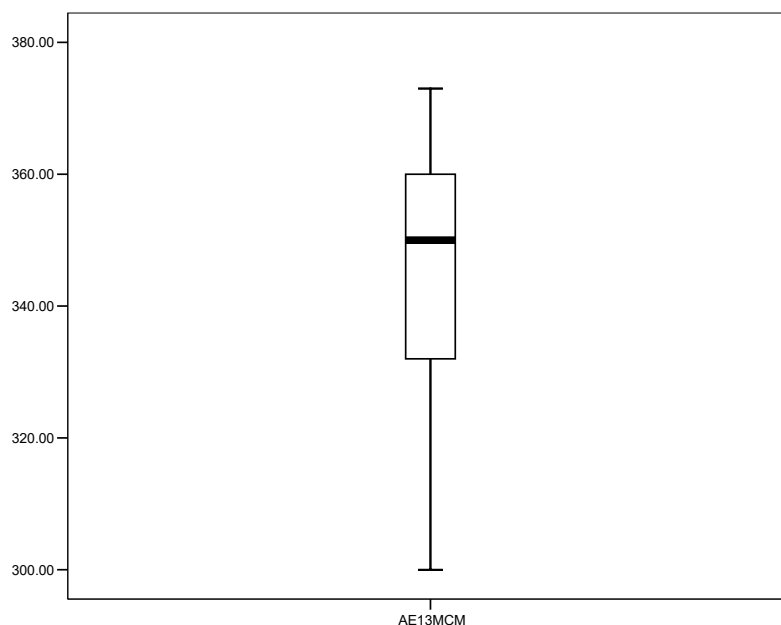


Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.42 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=331.50$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=350.00$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3= 360.50$.

Gráfico 3.42

95.3.59 Diagrama de cajas de la variable AE13MCM



95.3.60

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DE13MCM: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 80.33, mínimo de 70.00, máximo de 90.00 y mediana de 82.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 83.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 35.13 y una desviación estándar de 5.93. La tabla 3.22 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.22

Estadística Descriptiva: Variable DE13MCM

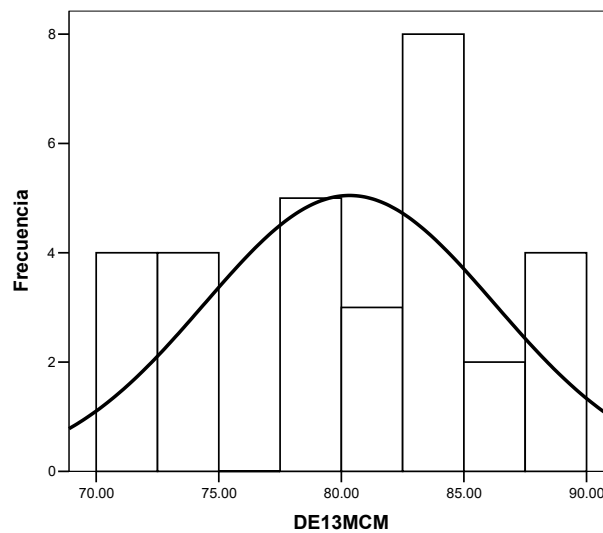
N	30,00
Media	80,33
Mediana	82,00
Moda	83,00
Desviación estándar	5,93
Varianza de la muestra	35,13
Coefficiente de asimetría	-0,18
Curtosis	-0,93
Rango	20,00
Mínimo	70,00
Máximo	90,00
Q1	74,00
Q2	82,00
Q3	84,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.18 , por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.93 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.43 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.43

95.3.61 Histograma de frecuencias de la variable DE13MCM

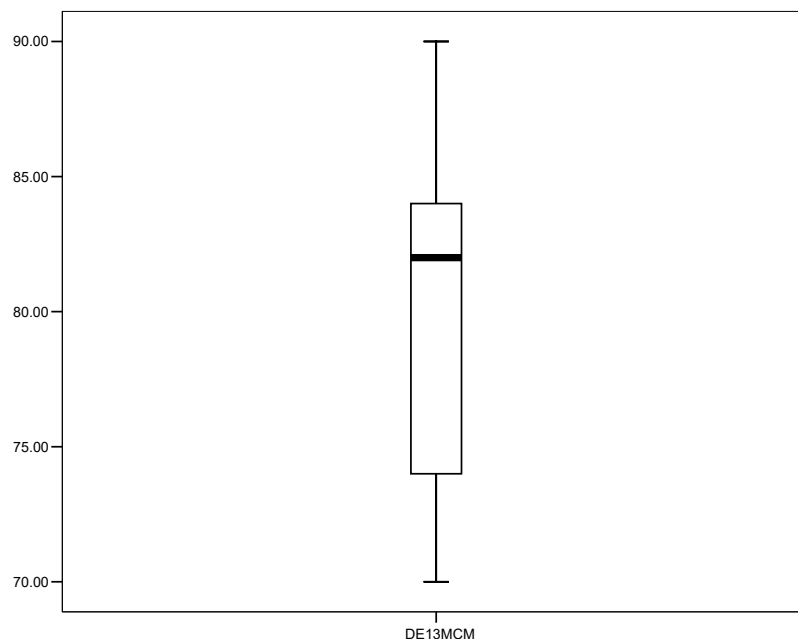
**95.3.62**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.44 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=74.00$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=82.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=84.00$.

Gráfico 3.44

95.3.63 Diagrama de cajas de la variable DE13MCM



95.3.64

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPE13MCM: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 13.63, mínimo de 12.00, máximo de 15.00 y mediana de 14.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 14.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1.07 y una desviación estándar

de 1.03. La tabla 3.23 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.23

Estadística Descriptiva: Variable HPE13MCM

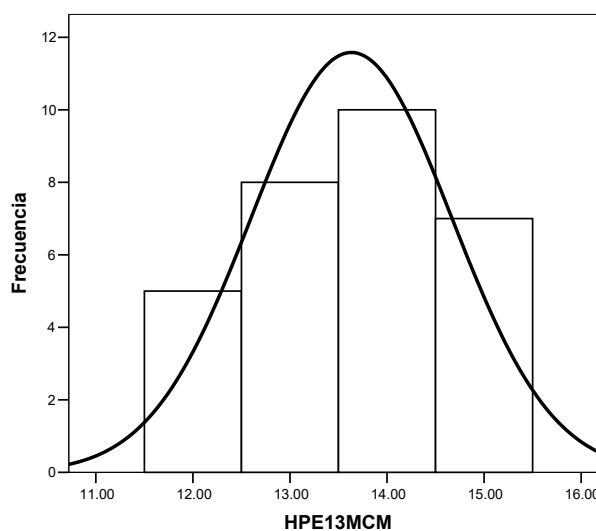
N	30,00
Media	13,63
Mediana	14,00
Moda	14,00
Desviación estándar	1,03
Varianza de la muestra	1,07
Coefficiente de asimetría	-0,18
Curtosis	-1,05
Rango	3,00
Mínimo	12,00
Máximo	15,00
Q1	13,00
Q2	14,00
Q3	14,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.18, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -1.05 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.45 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.45

95.3.65 Histograma de frecuencias de la variable HPE13MCM

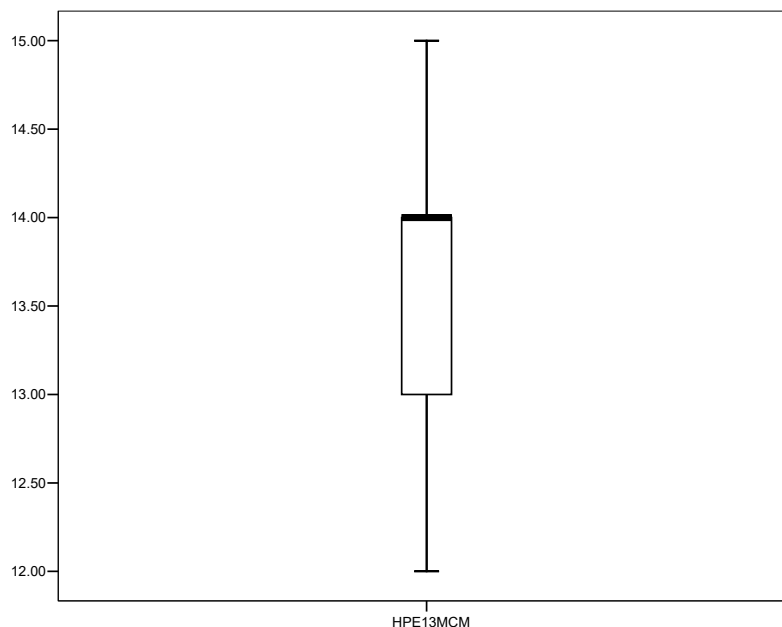
**95.3.66**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.46 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=13.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=14.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=14.25$.

Gráfico 3.46

95.3.67 Diagrama de cajas de la variable HPE13MCM



95.3.68

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFE13MCM: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 33.68, mínimo de 30.20, máximo de 38.00 y mediana de 33.30. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 32.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 3.72 y una desviación estándar de 1.93. La tabla 3.24 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.24

Estadística Descriptiva: Variable EFE13MCM

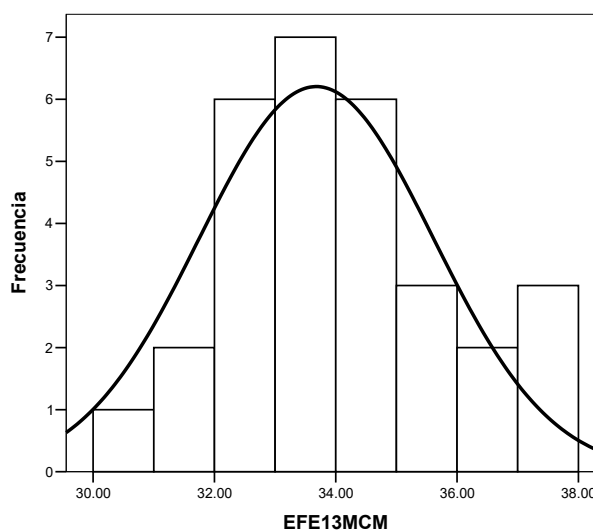
N	30,00
Media	33,68
Mediana	33,30
Moda	32,00
Desviación estándar	1,93
Varianza de la muestra	3,72
Coefficiente de asimetría	0,47
Curtosis	-0,18
Rango	7,80
Mínimo	30,20
Máximo	38,00
Q1	32,00
Q2	33,30
Q3	35,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.47, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.18 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.47 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.47

95.3.69 Histograma de frecuencias de la variable EFE13MCM

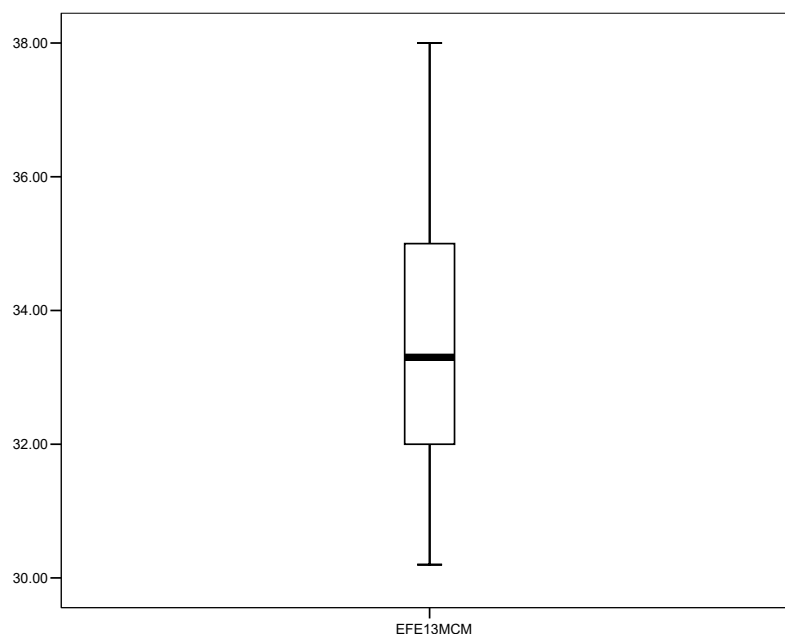
**95.3.70**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.48 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=32.00$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=33.30$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=35.00$.

Gráfico 3.48

95.3.71 Diagrama de cajas de la variable EFE13MCM



95.3.72

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.2 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo ESPOL 13 MADRE

INDE13MCM: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 1.08, mínimo de 0.00, máximo de 7.06 y mediana de 0.00. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 0.00. Las

medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 2.54 y una desviación estándar de 1.59. La tabla 3.25 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.25

Estadística Descriptiva: Variable INDE13MCM

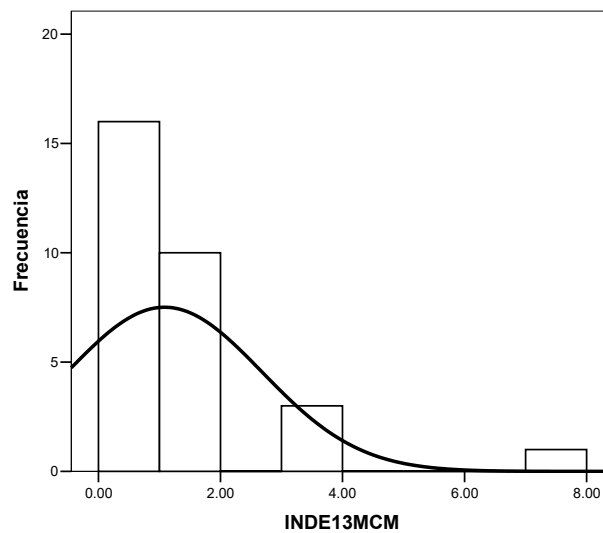
N	30,00
Media	1,08
Mediana	0,00
Moda	0,00
Desviación estándar	1,59
Varianza de la muestra	2,54
Coefficiente de asimetría	2,15
Curtosis	5,86
Rango	7,06
Mínimo	0,00
Máximo	7,06
Q1	0,00
Q2	0,00
Q3	1,54

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 2.15, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 5.86 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.49 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.49

95.3.73 Histograma de frecuencias de la variable INDE13MCM

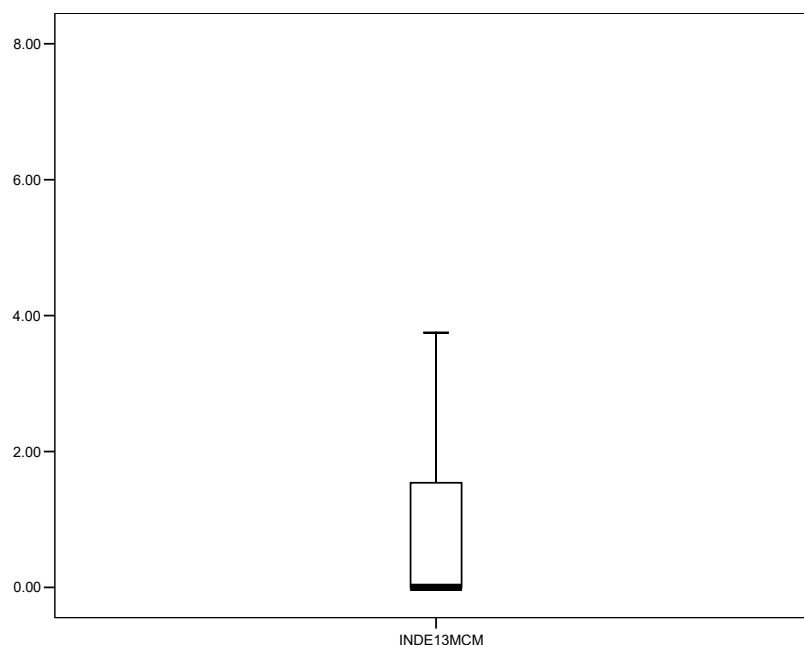
**95.3.74**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.50 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=0.00$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=1.54$.

Gráfico 3.50

95.3.75 Diagrama de cajas de la variable INDE13MCM



95.3.76

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.3 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo ESPOL 13 HIJO

AE13HCM: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 355.57, mínimo de 215.00, máximo de 416.00 y mediana de 366.50. La moda indica que la

altura que más se repite es 370.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 2123.56 y una desviación estándar de 46.08. La tabla 3.26 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.26

Estadística Descriptiva: Variable AE13HCM

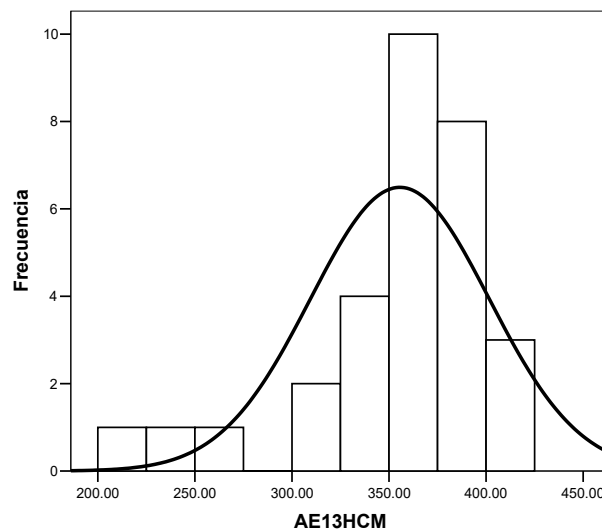
N	30,00
Media	355,57
Mediana	366,50
Moda	370,00
Desviación estándar	46,08
Varianza de la muestra	2123,56
Coficiente de asimetría	-1,60
Curtosis	2,67
Rango	201,00
Mínimo	215,00
Máximo	416,00
Q1	345,00
Q2	366,50
Q3	385,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.60, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 2.67 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.51 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.51

95.3.77 Histograma de frecuencias de la variable AE13HCM

**95.3.78**

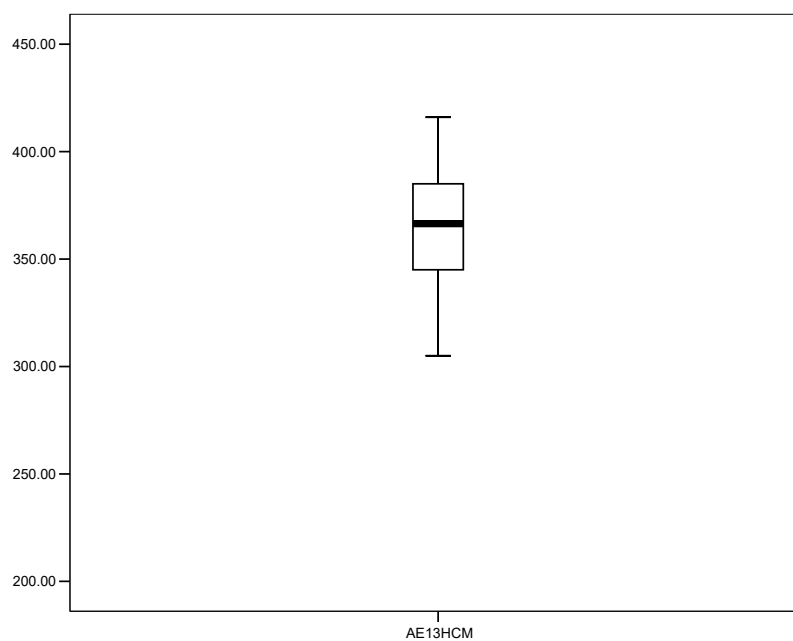
Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.52 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=345.00$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=366.50$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3=385.00$.

Gráfico 3.52

95.3.79 Diagrama de cajas de la variable AE13HCM

95.4



95.4.1

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DE13HCM: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 87.90, mínimo de 52.00, máximo de 109.00 y mediana de 91.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 91.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 168.71

y una desviación estándar de 12.99. La tabla 3.27 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.27

Estadística Descriptiva: Variable DE13HCM

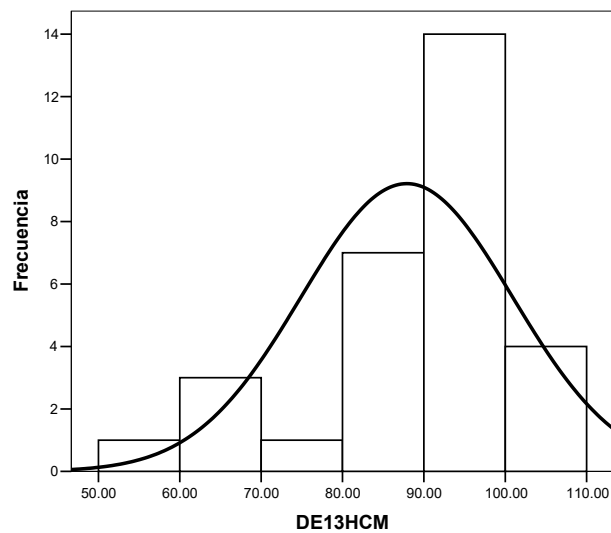
N	30,00
Media	87,90
Mediana	91,00
Moda	91,00
Desviación estándar	12,99
Varianza de la muestra	168,71
Coefficiente de asimetría	-1,20
Curtosis	1,33
Rango	57,00
Mínimo	52,00
Máximo	109,00
Q1	84,00
Q2	91,00
Q3	97,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.20, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.33 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.53 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.53

95.4.2 Histograma de frecuencias de la variable DE13HCM



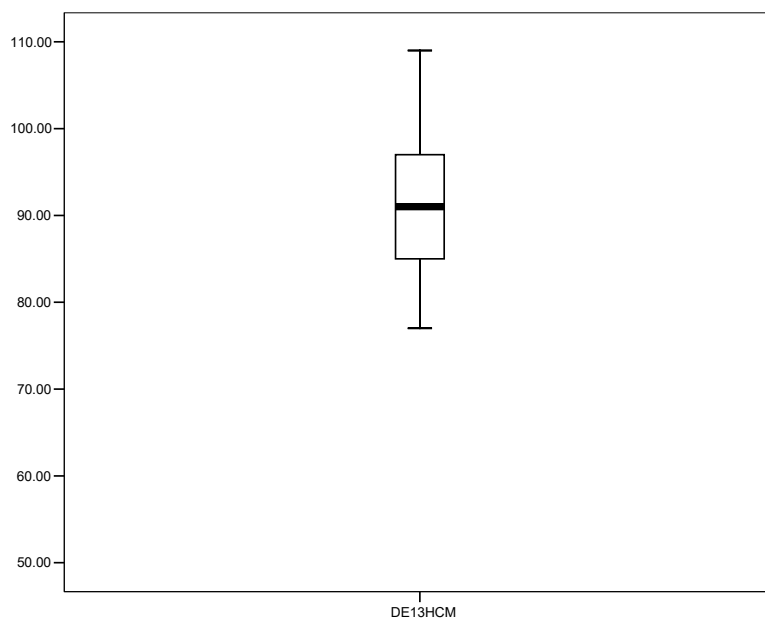
95.4.3

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.54 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=84.00$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=91.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3= 97.25$.

Gráfico 3.54

95.4.4 Diagrama de cajas de la variable DE13HCM



95.4.5

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPE13HCM: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 12.63, mínimo de 9.00, máximo de 15.00 y mediana de 13.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 13.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 2.79 y una desviación estándar

de 1.67. La tabla 3.28 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.28

Estadística Descriptiva: Variable HPE13HCM

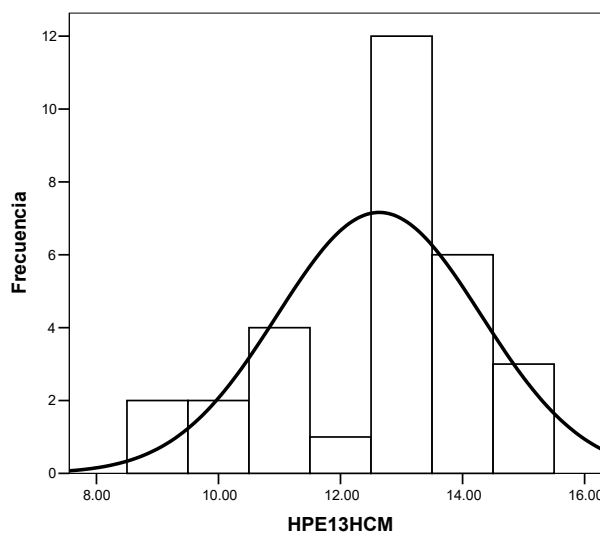
N	30,00
Media	12,63
Mediana	13,00
Moda	13,00
Desviación estándar	1,67
Varianza de la muestra	2,79
Coefficiente de asimetría	-0,75
Curtosis	-0,13
Rango	6,00
Mínimo	9,00
Máximo	15,00
Q1	11,00
Q2	13,00
Q3	14,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.75, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.13 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.55 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.55

95.4.6 Histograma de frecuencias de la variable HPE13HCM



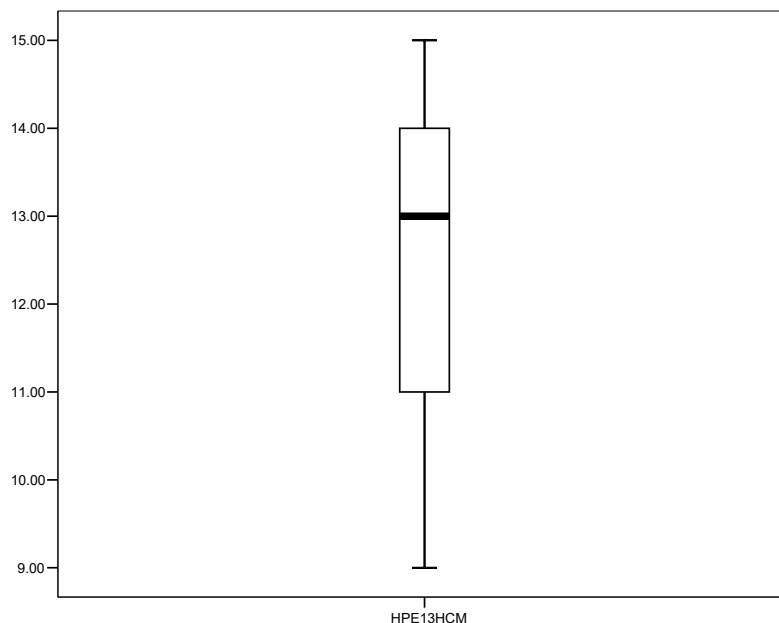
95.4.7

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.56 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=11.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=13.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=14.00$.

Gráfico 3.56

95.4.8 Diagrama de cajas de la variable HPE13HCM



95.4.9

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFE13HCM: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 31.81, mínimo de 22.00, máximo de 38.00 y mediana de 32.00. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 32.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 7.11 y una desviación estándar de 2.67. La tabla 3.29 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.29

Estadística Descriptiva: Variable EFE13HCM

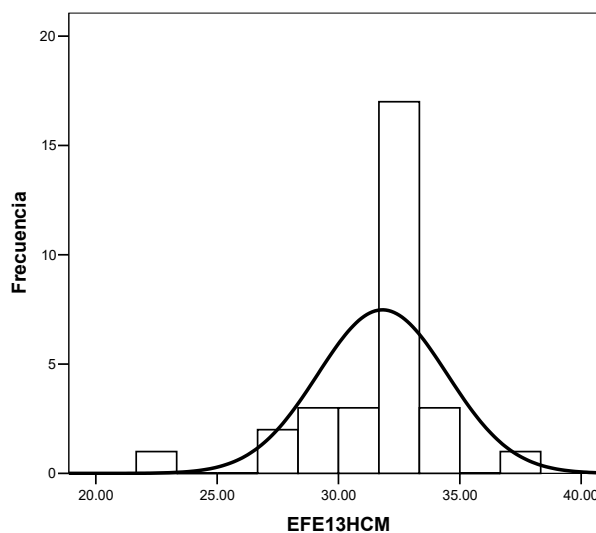
N	30,00
Media	31,81
Mediana	32,00
Moda	32,00
Desviación estándar	2,67
Varianza de la muestra	7,11
Coefficiente de asimetría	-1,50
Curtosis	6,20
Rango	16,00
Mínimo	22,00
Máximo	38,00
Q1	31,00
Q2	32,00
Q3	33,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.50, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 6.20 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.57 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.57

95.4.10 Histograma de frecuencias de la variable EFE13HCM

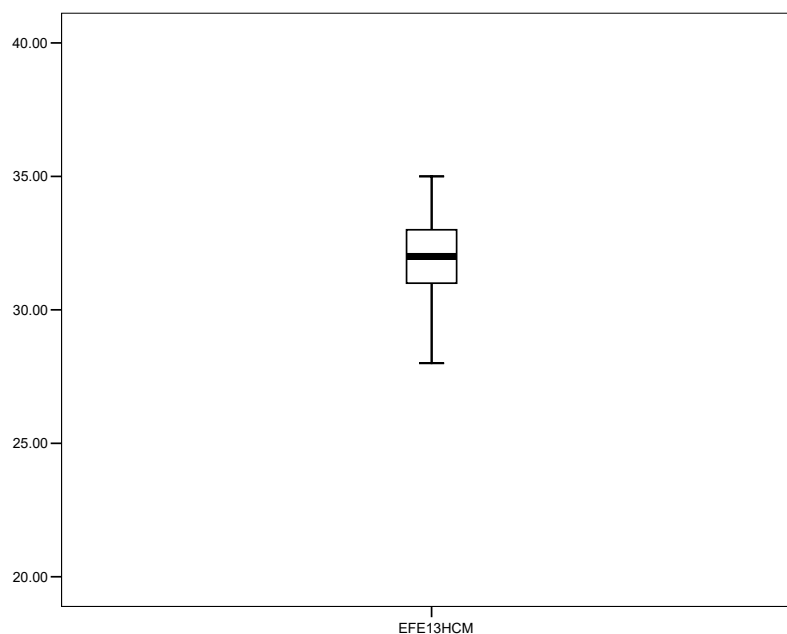
**95.4.11**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.58 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=31.00$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=32.00$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=33.00$.

Gráfico 3.58

95.4.12 Diagrama de cajas de la variable EFE13HCM



95.4.13

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.4 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo ESPOL 13 HIJO

INDE13HCM: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 0.14, mínimo de 0.00, máximo de 1.43 y mediana de 0.00. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 0.00. Las medidas de dispersión

de los datos respecto a la media presentan una varianza de 0.18 y una desviación estándar de 0.43. La tabla 3.30 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.30

Estadística Descriptiva: Variable INDE13HCM

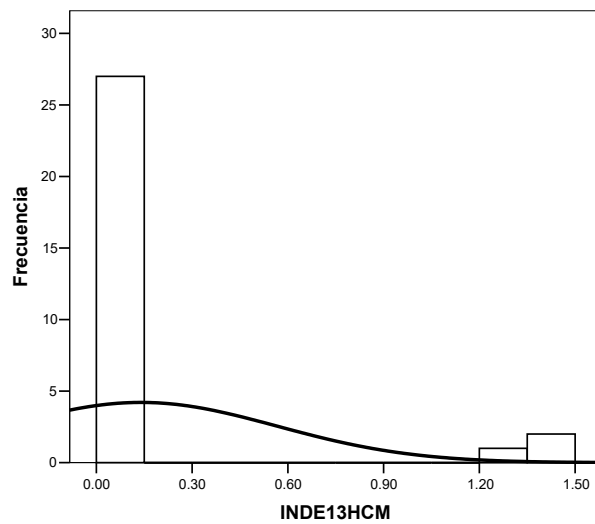
N	30,00
Media	0,14
Mediana	0,00
Moda	0,00
Desviación estándar	0,43
Varianza de la muestra	0,18
Coefficiente de asimetría	2,82
Curtosis	6,36
Rango	1,43
Mínimo	0,00
Máximo	1,43
Q1	0,00
Q2	0,00
Q3	0,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 2.82, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 6.36 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.59 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.59

95.4.14 Histograma de frecuencias de la variable INDE13HCM

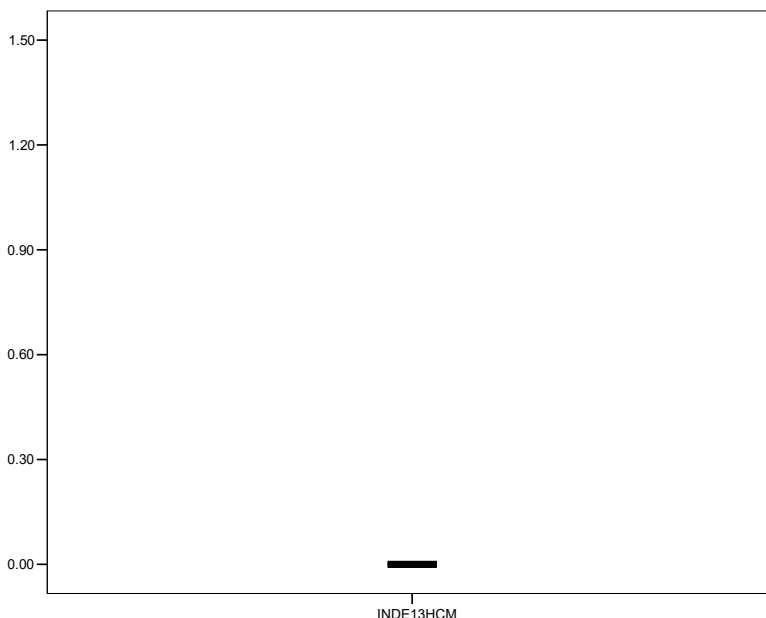
**95.4.15**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.60 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q_3=0.00$.

Gráfico 3.60

95.4.16 Diagrama de cajas de la variable INDE13HCM



95.4.17

95.4.18 Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.5 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo FILIPINO MADRE

AFMCM: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 334.20, mínimo de 267.00, máximo de 368.00 y mediana de 341.50. La moda indica que la altura que más se repite es 343.00. Las medidas de

dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 718.62 y una desviación estándar de 26.81. La tabla 3.31 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.31

Estadística Descriptiva: Variable AFMCM

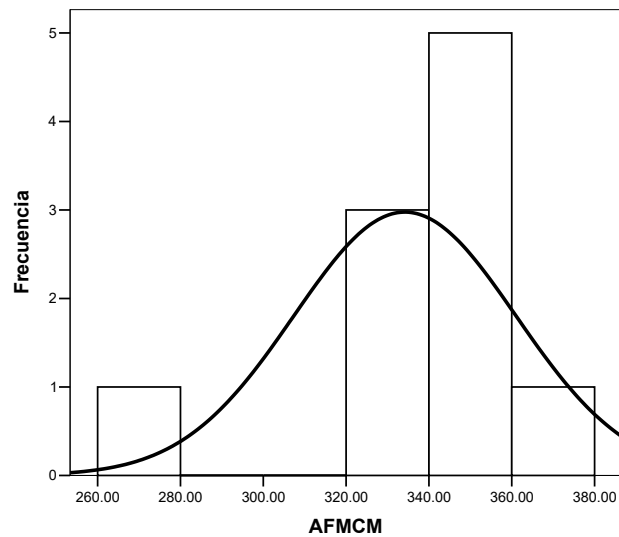
N	10,00
Media	334,20
Mediana	341,50
Moda	343,00
Desviación estándar	26,81
Varianza de la muestra	718,62
Coefficiente de asimetría	-1,88
Curtosis	4,89
Rango	101,00
Mínimo	267,00
Máximo	368,00
Q1	326,00
Q2	341,50
Q3	346,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.88, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 4.89 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.61 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.61

95.4.19 Histograma de frecuencias de la variable AFMCM

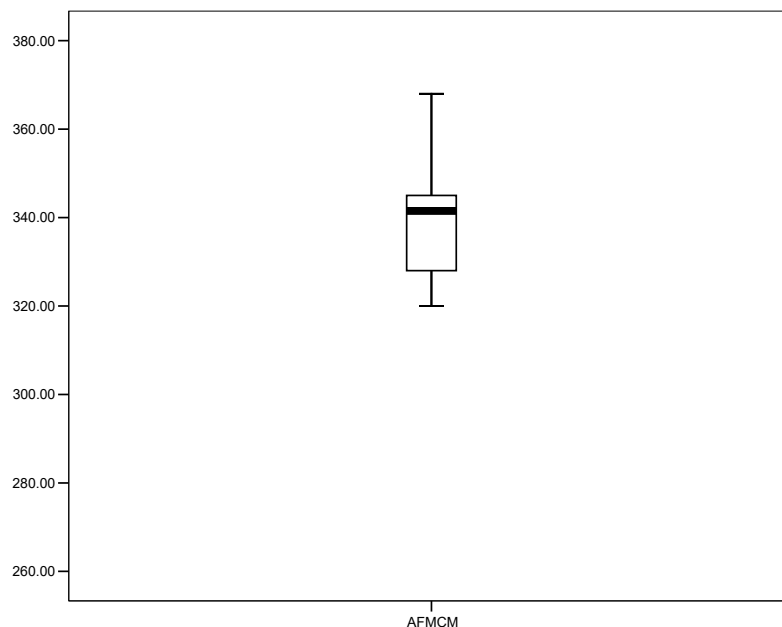
**95.4.20**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.62 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=326.00$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=341.50$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3= 346.25$.

Gráfico 3.62

95.4.21 Diagrama de cajas de la variable AFMCM

**95.4.22**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DFMCM: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 57.20, mínimo de 43.00, máximo de 62.00 y mediana de 59.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 60.00 Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 28.84 y una desviación estándar de 5.37. La tabla 3.32 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.32

Estadística Descriptiva: Variable DFMCM

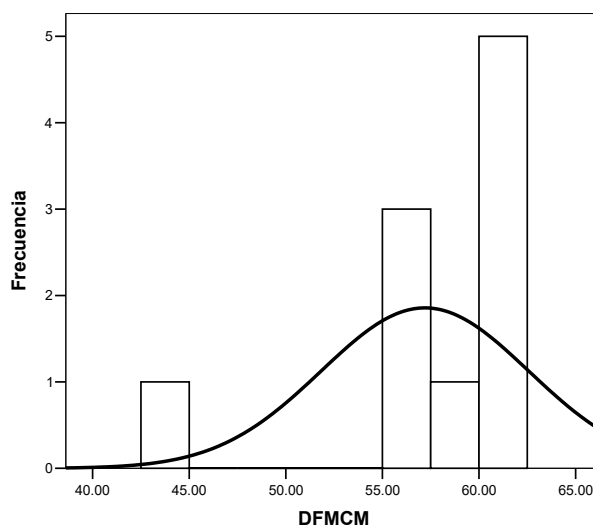
N	10,00
Media	57,20
Mediana	59,00
Moda	60,00
Desviación estándar	5,37
Varianza de la muestra	28,84
Coefficiente de asimetría	-2,39
Curtosis	6,53
Rango	19,00
Mínimo	43,00
Máximo	62,00
Q1	56,00
Q2	59,00
Q3	60,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -2.39, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 6.53 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.63 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.63

95.4.23 Histograma de frecuencias de la variable DFMCM

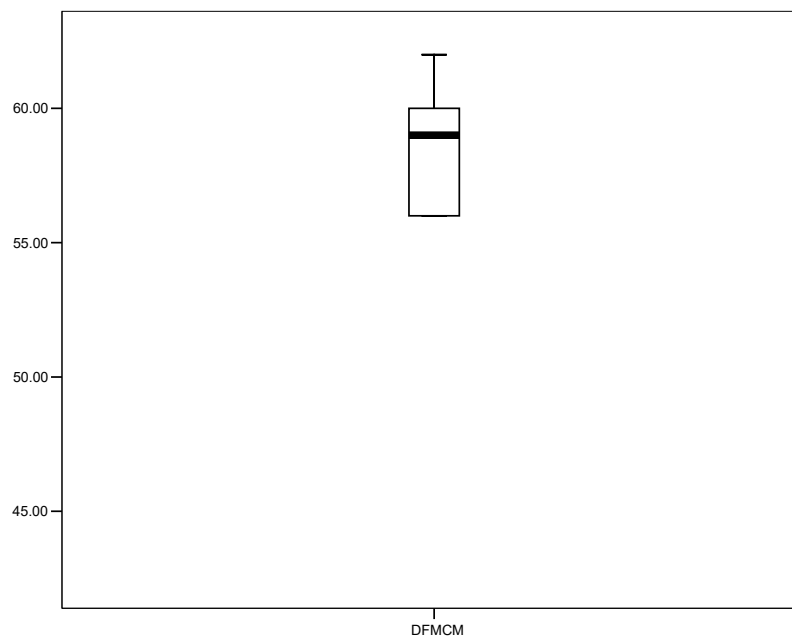
**95.4.24**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.64 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=56.00$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=59.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=60.00$.

Gráfico 3.64

95.4.25 Diagrama de cajas de la variable DFMCM



95.4.26

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPFMCM: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 11.40, mínimo de 10.00, máximo de 13.00 y mediana de 11.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 11.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 0.71 y una desviación estándar

de 0.84. La tabla 3.33 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.33

Estadística Descriptiva: Variable HPFMCM

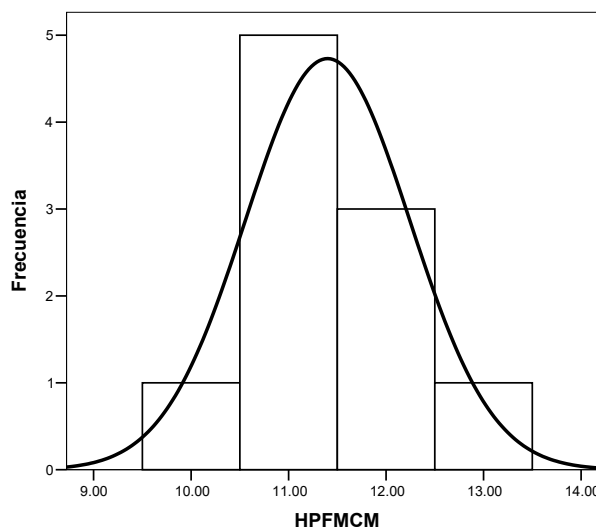
N	10,00
Media	11,40
Mediana	11,00
Moda	11,00
Desviación estándar	0,84
Varianza de la muestra	0,71
Coefficiente de asimetría	0,39
Curtosis	0,37
Rango	3,00
Mínimo	10,00
Máximo	13,00
Q1	11,00
Q2	11,00
Q3	12,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.39, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.37 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.65 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.65

95.4.27 Histograma de frecuencias de la variable HPFMCM

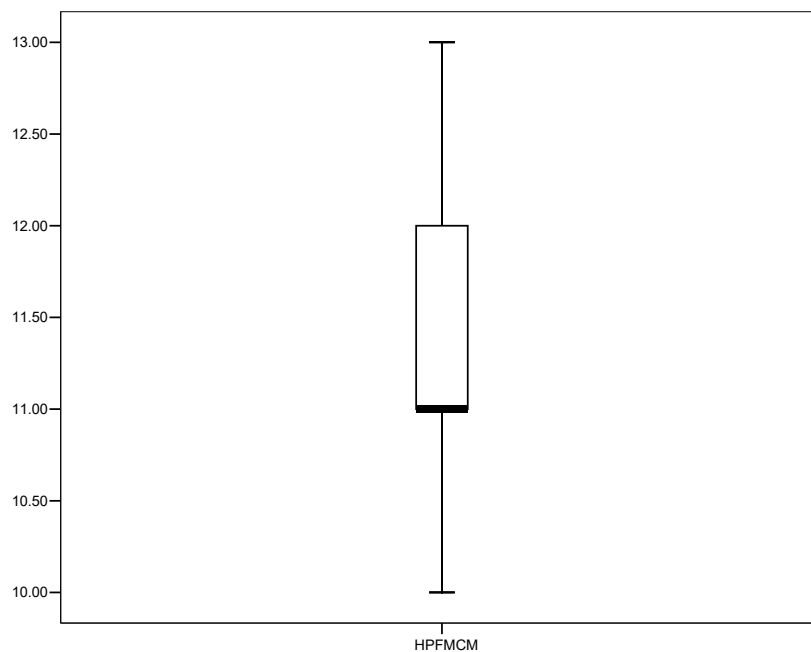
**95.4.28**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.66 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=11.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=12.00$.

Gráfico 3.66

95.4.29 Diagrama de cajas de la variable HPFMCM

**95.4.30**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFFMCM: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 28.90, mínimo de 25.60, máximo de 33.00 y mediana de 28.60. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 31.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan

una varianza de 6.27 y una desviación estándar de 2.50. La tabla 3.34 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.34

Estadística Descriptiva: Variable EFFMCM

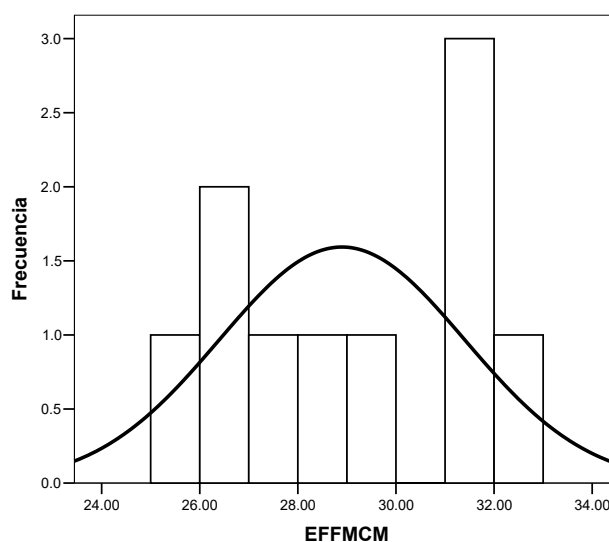
N	10,00
Media	28,90
Mediana	28,60
Moda	31,00
Desviación estándar	2,50
Varianza de la muestra	6,27
Coefficiente de asimetría	0,23
Curtosis	-1,33
Rango	7,40
Mínimo	25,60
Máximo	33,00
Q1	26,65
Q2	28,60
Q3	31,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.23, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -1.33 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.67 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.67

95.4.31 Histograma de frecuencias de la variable EFFMCM

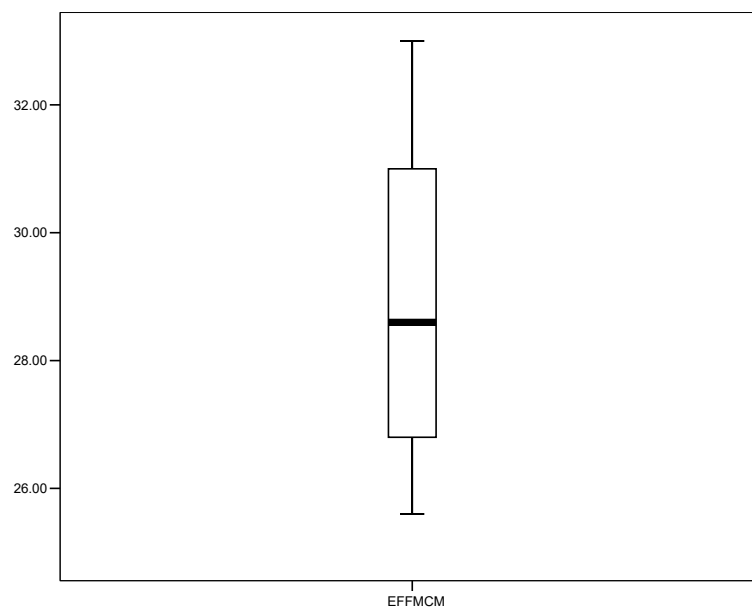
**95.4.32**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.68 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=26.65$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=28.60$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=31.00$.

Gráfico 3.68

95.4.33 Diagrama de cajas de la variable EFFMCM



95.4.34

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.6 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo FILIPINO MADRE

INDFMCM: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la primera generación o "MADRE" en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 13.09, mínimo de 0.00, máximo de 31.67 y mediana de 10.91. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 0.00. Las

medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 119.90 y una desviación estándar de 10.95. La tabla 3.35 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.35

Estadística Descriptiva: Variable INDFMCM

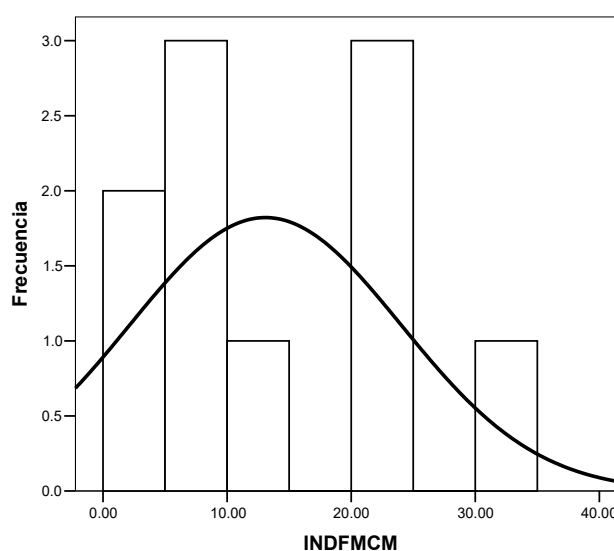
N	10,00
Media	13,09
Mediana	10,91
Moda	0,00
Desviación estándar	10,95
Varianza de la muestra	119,90
Coficiente de asimetría	0,37
Curtosis	-1,14
Rango	31,67
Mínimo	0,00
Máximo	31,67
Q1	4,09
Q2	10,91
Q3	22,58

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.37, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -1.14 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.69 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.69

95.4.35 Histograma de frecuencias de la variable INDFMCM

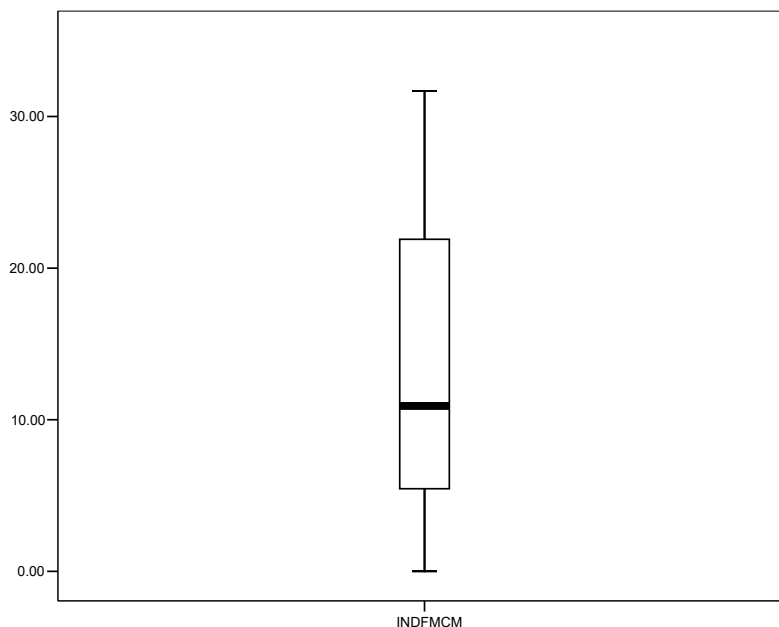
**95.4.36**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.70 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=4.09$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=10.91$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=22.58$.

Gráfico 3.70

95.4.37 Diagrama de cajas de la variable INDFMCM



95.4.38

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.7 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo FILIPINO HIJO

AFHCM: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 370.50, mínimo de 249.00, máximo de 460.00 y mediana de 377.50. La moda indica que la altura que más se repite es 249.00. Las medidas de dispersión de

los datos respecto a la media presentan una varianza de 3430.28 y una desviación estándar de 58.57. La tabla 3.36 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.36

Estadística Descriptiva: Variable AFHCM

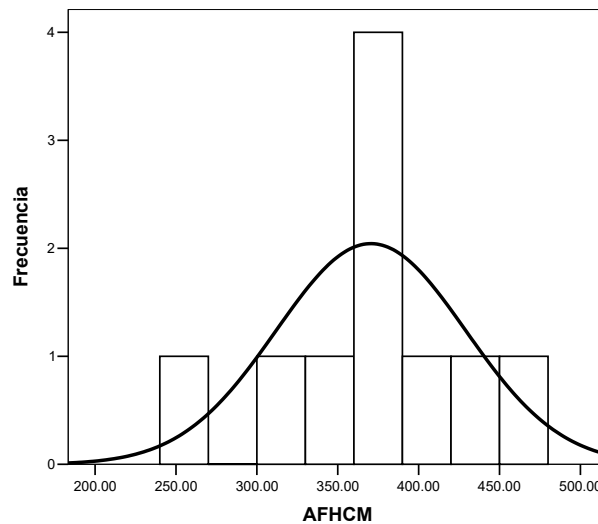
N	10,00
Media	370,50
Mediana	377,50
Moda	249,00
Desviación estándar	58,57
Varianza de la muestra	3430,28
Coefficiente de asimetría	-0,69
Curtosis	1,27
Rango	211,00
Mínimo	249,00
Máximo	460,00
Q1	336,50
Q2	377,50
Q3	404,50

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.69, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.27 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.71 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.71

95.4.39 Histograma de frecuencias de la variable AFHCM

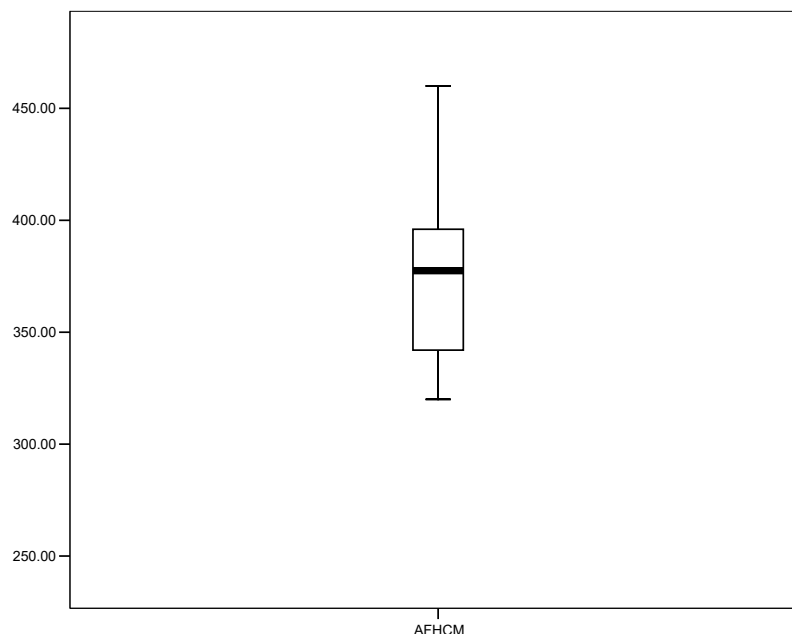
**95.4.40**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.72 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=336.50$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=377.50$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3=404.50$.

Gráfico 3.72

95.4.41 Diagrama de cajas de la variable AFHCM



95.4.42

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DFHCM: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 61.80, mínimo de 41.00, máximo de 78.00 y mediana de 61.50. La moda indica que el diámetro que más se repite es 61.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 89.51 y una desviación estándar de 9.46. La tabla 3.37 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.37

Estadística Descriptiva: Variable DFHCM

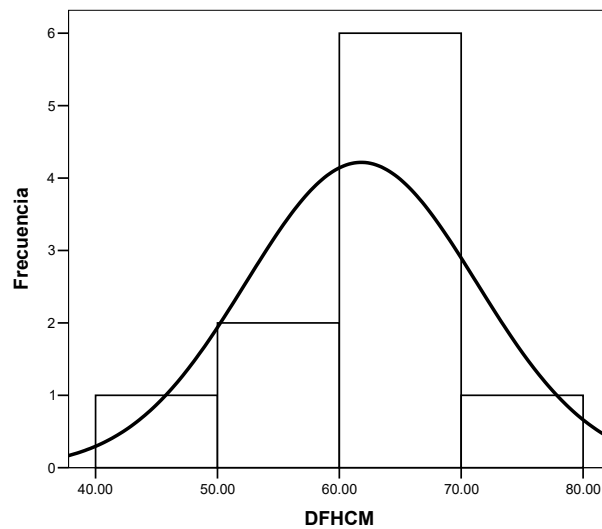
N	10,00
Media	61,80
Mediana	61,50
Moda	61,00
Desviación estándar	9,46
Varianza de la muestra	89,51
Coefficiente de asimetría	-0,72
Curtosis	2,73
Rango	37,00
Mínimo	41,00
Máximo	78,00
Q1	58,50
Q2	61,50
Q3	68,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.72 , por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 2.73 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.73 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.73

95.4.43 Histograma de frecuencias de la variable DFHCM

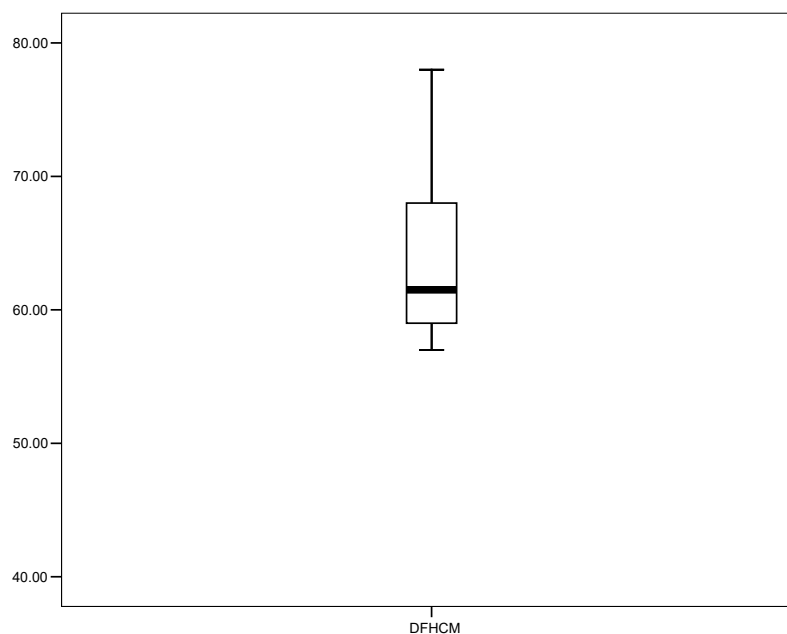
**95.4.44**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.74 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=58.50$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=61.50$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=68.00$.

Gráfico 3.74

95.4.45 Diagrama de cajas de la variable DFHCM



95.4.46

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPFHCM: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 10.10, mínimo de 8.00, máximo de 12.00 y mediana de 10.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 10.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1.43 y una desviación estándar

de 1.20. La tabla 3.38 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.38

Estadística Descriptiva: Variable HPFHCM

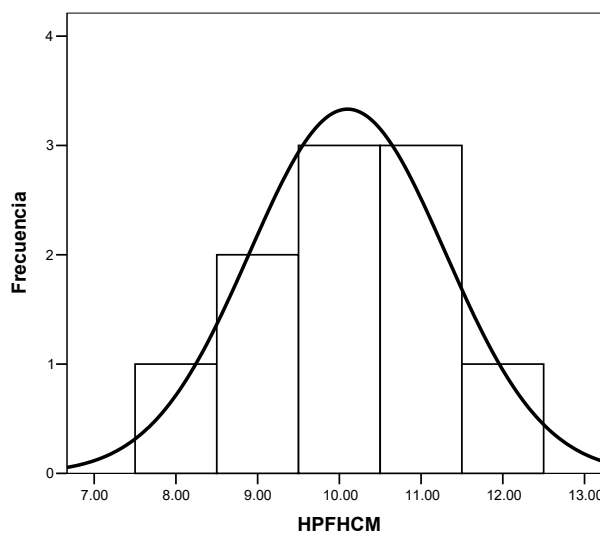
N	10,00
Media	10,10
Mediana	10,00
Moda	10,00
Desviación estándar	1,20
Varianza de la muestra	1,43
Coefficiente de asimetría	-0,23
Curtosis	-0,37
Rango	4,00
Mínimo	8,00
Máximo	12,00
Q1	9,00
Q2	10,00
Q3	11,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.23, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.37 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.75 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.75

95.4.47 Histograma de frecuencias de la variable HPFHCM

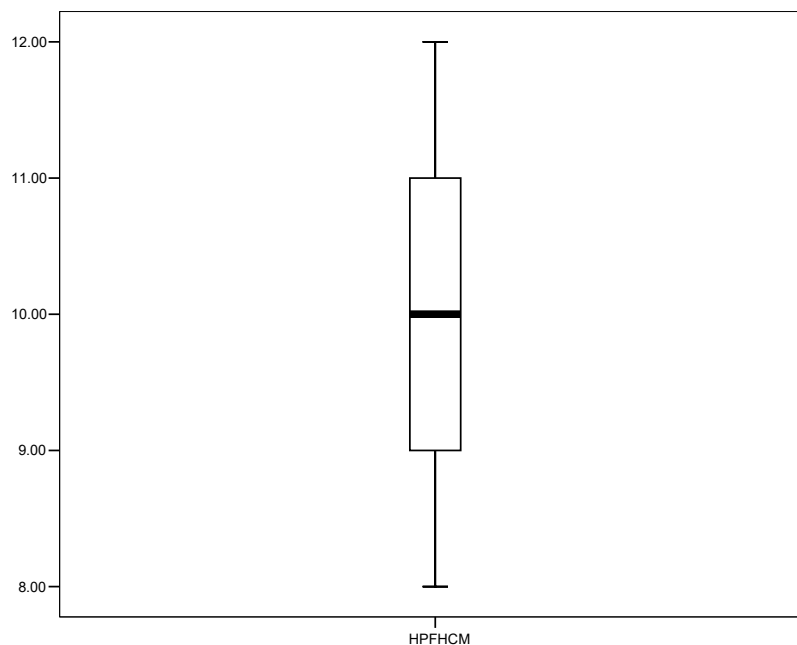
**95.4.48**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.76 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=9.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=10.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=11.00$.

Gráfico 3.76

95.4.49 Diagrama de cajas de la variable HPFHCM

**95.4.50**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFFHCM: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 19.58, mínimo de 14.20, máximo de 24.80 y mediana de 20.20. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 16.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza

de 15.12 y una desviación estándar de 3.89. La tabla 3.39 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.39

Estadística Descriptiva: Variable EFFHCM

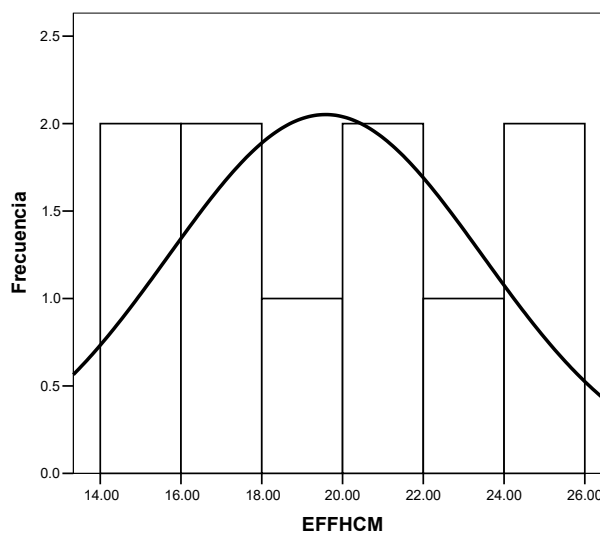
N	10,00
Media	19,58
Mediana	20,20
Moda	16,00
Desviación estándar	3,89
Varianza de la muestra	15,12
Coefficiente de asimetría	0,03
Curtosis	-1,58
Rango	10,60
Mínimo	14,20
Máximo	24,80
Q1	15,95
Q2	20,20
Q3	23,40

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.03, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -1.58 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.77 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.77

95.4.51 Histograma de frecuencias de la variable EFFHCM

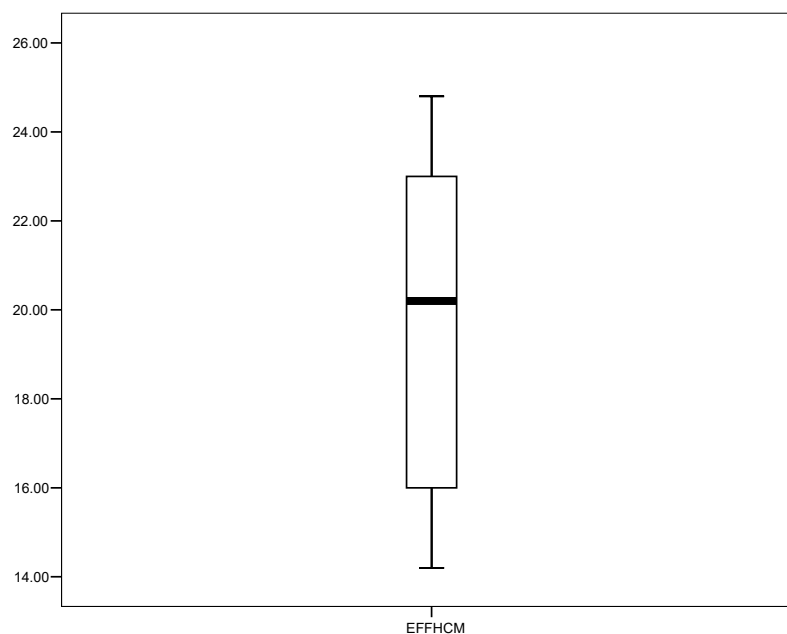
**95.4.52**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.78 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=15.95$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=20.20$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=23.40$.

Gráfico 3.78

95.4.53 Diagrama de cajas de la variable EFFHCM



95.4.54

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.8 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo FILIPINO HIJO

INDFHCM: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo FILIPINO perteneciente a la segunda generación o "HIJO" en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 9.44, mínimo de 1.70, máximo de 28.33 y mediana de 6.97. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 6.67. Las medidas de dispersión

de los datos respecto a la media presentan una varianza de 62.81 y una desviación estándar de 7.93. La tabla 3.40 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.40

Estadística Descriptiva: Variable INDFHCM

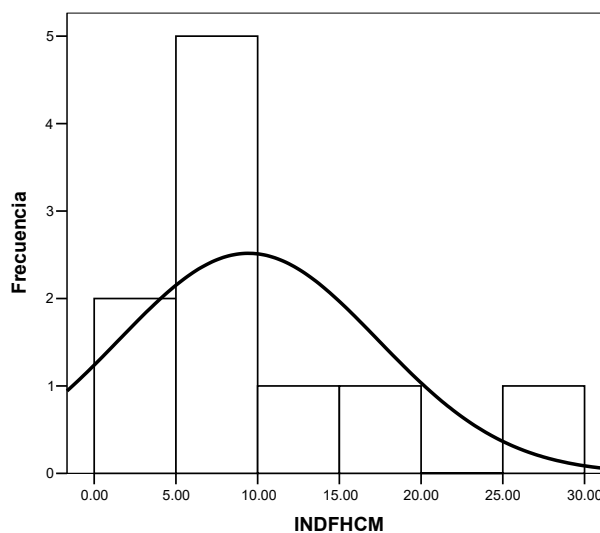
N	10,00
Media	9,44
Mediana	6,97
Moda	6,67
Desviación estándar	7,93
Varianza de la muestra	62,81
Coefficiente de asimetría	1,69
Curtosis	3,21
Rango	26,63
Mínimo	1,70
Máximo	28,33
Q1	4,63
Q2	6,97
Q3	13,55

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.69, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 3.21 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.79 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.79

95.4.55 Histograma de frecuencias de la variable INDFHCM

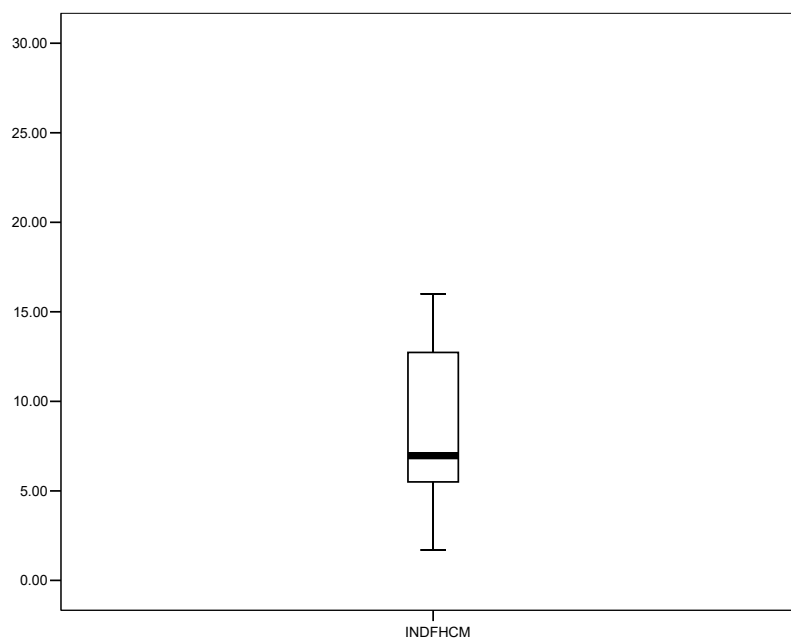
**95.4.56**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.80 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=4.63$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=6.97$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=13.55$.

Gráfico 3.80

95.4.57 Diagrama de cajas de la variable INDFHCM



95.4.58

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.9 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo VALERY MADRE

AVMCM: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 279.80, mínimo de 205.00, máximo de 344.00 y mediana de 277.50. La moda indica que la altura que más se repite es 205.00. Las medidas de

dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1393.29 y una desviación estándar de 37.33. La tabla 3.41 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.41

Estadística Descriptiva: Variable AVMCM

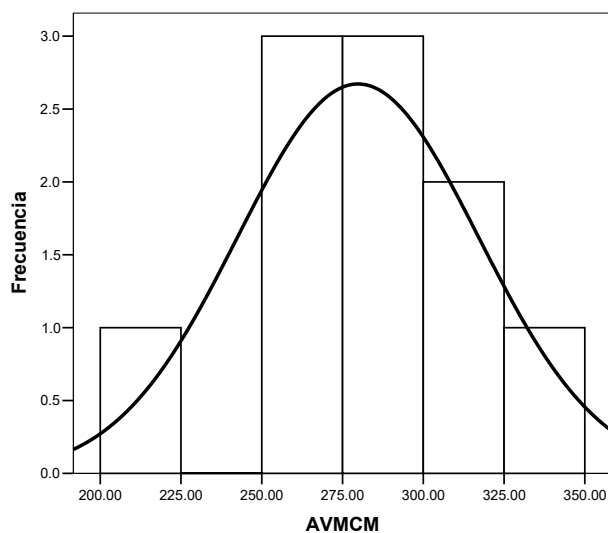
N	10,00
Media	279,80
Mediana	277,50
Moda	205,00
Desviación estándar	37,33
Varianza de la muestra	1393,29
Coefficiente de asimetría	-0,31
Curtosis	1,32
Rango	139,00
Mínimo	205,00
Máximo	344,00
Q1	263,00
Q2	277,50
Q3	309,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.31, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.32 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.81 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.81

95.4.59 Histograma de frecuencias de la variable AVMCM

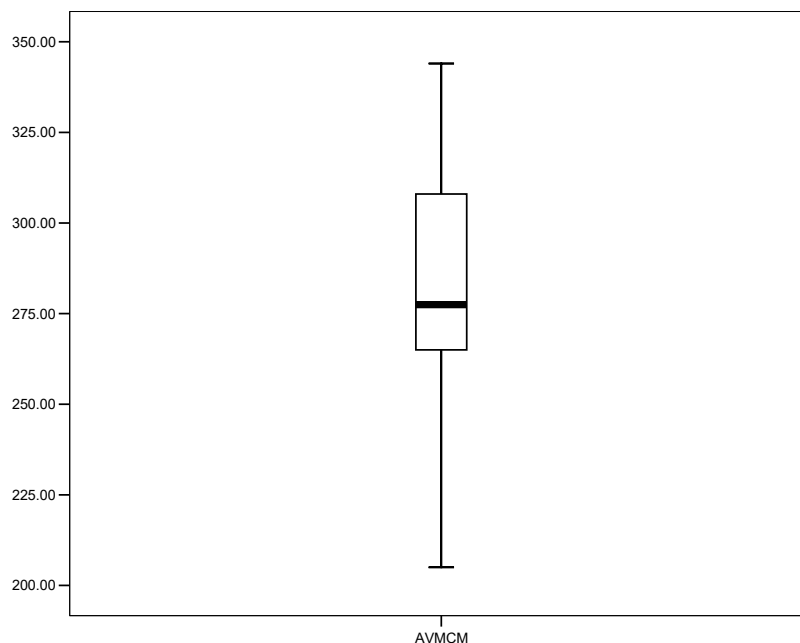
**95.4.60**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.82 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=263.00$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=277.50$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3=309.00$.

Gráfico 3.82

95.4.61 Diagrama de cajas de la variable AVMCM



95.4.62

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DVMCM: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 54.50, mínimo de 40.00, máximo de 68.00 y mediana de 55.50. La moda indica que el diámetro que más se repite es 56.00 Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 68.50

y una desviación estándar de 8.28. La tabla 3.42 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.42

Estadística Descriptiva: Variable DVMCM

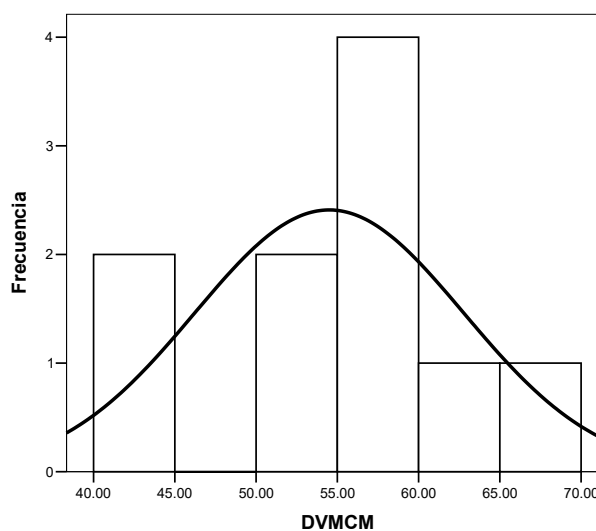
N	10,00
Media	54,50
Mediana	55,50
Moda	56,00
Desviación estándar	8,28
Varianza de la muestra	68,50
Coefficiente de asimetría	-0,22
Curtosis	0,22
Rango	28,00
Mínimo	40,00
Máximo	68,00
Q1	49,25
Q2	55,50
Q3	58,75

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.22, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.22 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.83 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.83

95.4.63 Histograma de frecuencias de la variable DVMCM

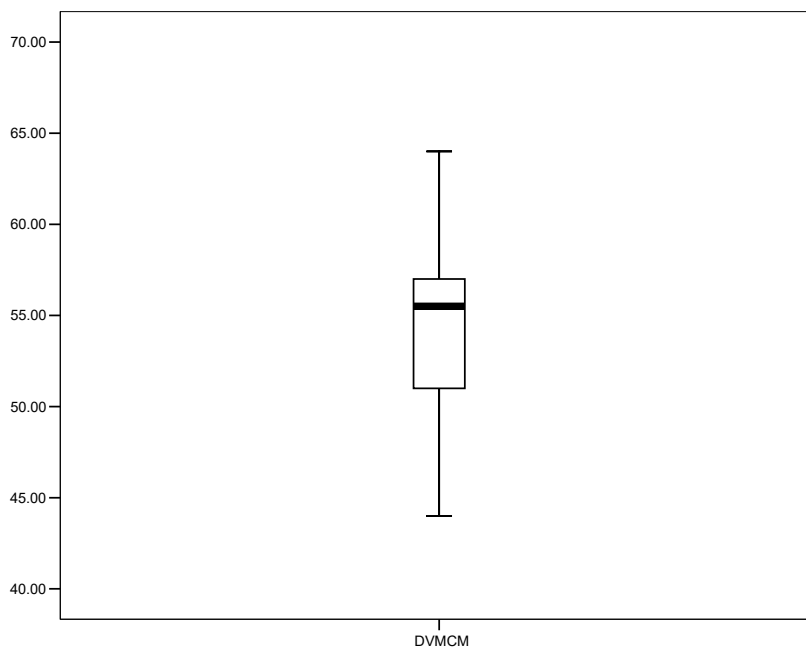
**95.4.64**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.84 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=49.25$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=55.50$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=58.75$.

Gráfico 3.84

95.4.65 Diagrama de cajas de la variable DVMCM

**95.4.66**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPVMCM: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 12.00, mínimo de 10.00, máximo de 14.00 y mediana de 12.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 11.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1.78 y una desviación estándar

de 1.33. La tabla 3.43 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.43

Estadística Descriptiva: Variable HPVMCM

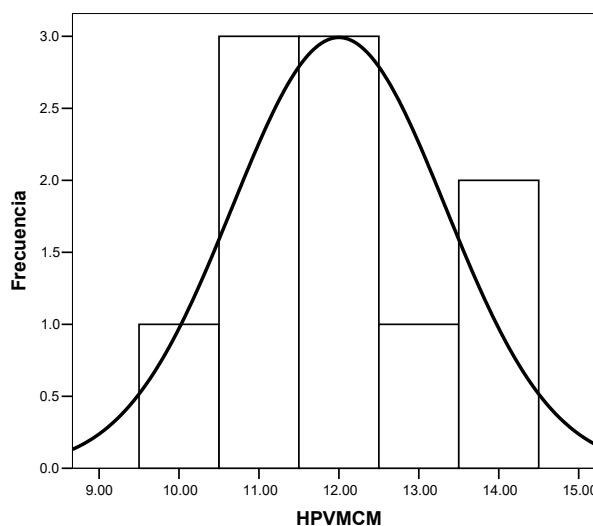
N	10,00
Media	12,00
Mediana	12,00
Moda	11,00
Desviación estándar	1,33
Varianza de la muestra	1,78
Coefficiente de asimetría	0,35
Curtosis	-0,75
Rango	4,00
Mínimo	10,00
Máximo	14,00
Q1	11,00
Q2	12,00
Q3	13,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.35, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.75 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.85 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.85

95.4.67 Histograma de frecuencias de la variable HPVMCM

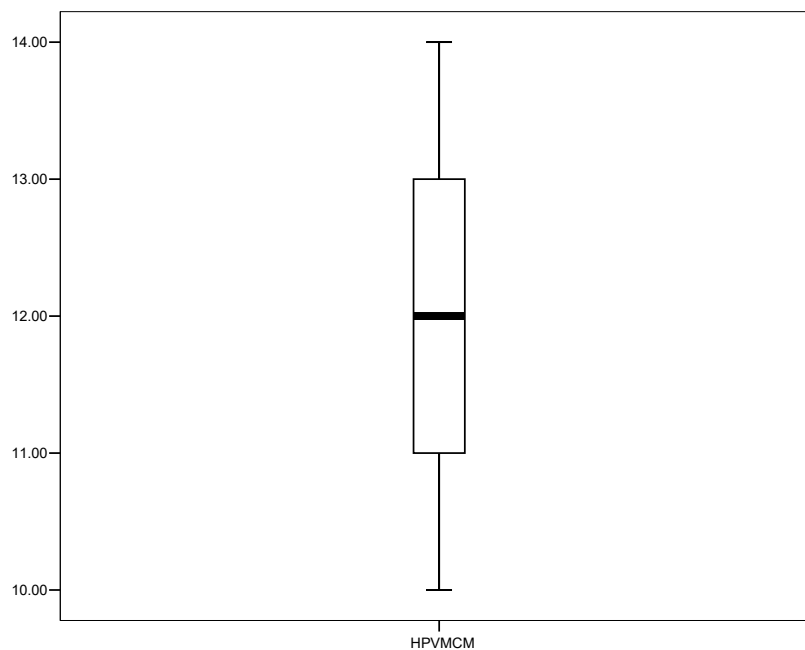
**95.4.68**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.86 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=11.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=12.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=13.25$.

Gráfico 3.86

95.4.69 Diagrama de cajas de la variable HPVMCM

**95.4.70**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFVMCM: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 25.28, mínimo de 20.00, máximo de 33.00 y mediana de 24.80. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 23.60. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan

una varianza de 10.94 y una desviación estándar de 3.31. La tabla 3.44 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.44

Estadística Descriptiva: Variable EFVMCM

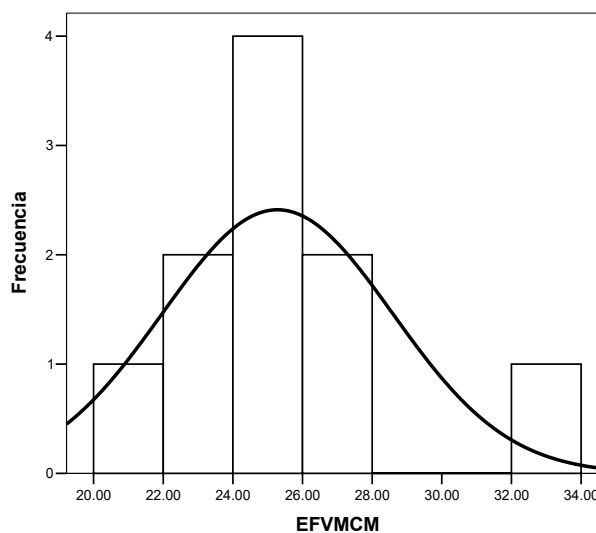
N	10,00
Media	25,28
Mediana	24,80
Moda	23,60
Desviación estándar	3,31
Varianza de la muestra	10,94
Coefficiente de asimetría	1,18
Curtosis	3,60
Rango	13,00
Mínimo	20,00
Máximo	33,00
Q1	23,60
Q2	24,80
Q3	26,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.18, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 3.60 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.87 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.87

95.4.71 Histograma de frecuencias de la variable EFVMCM

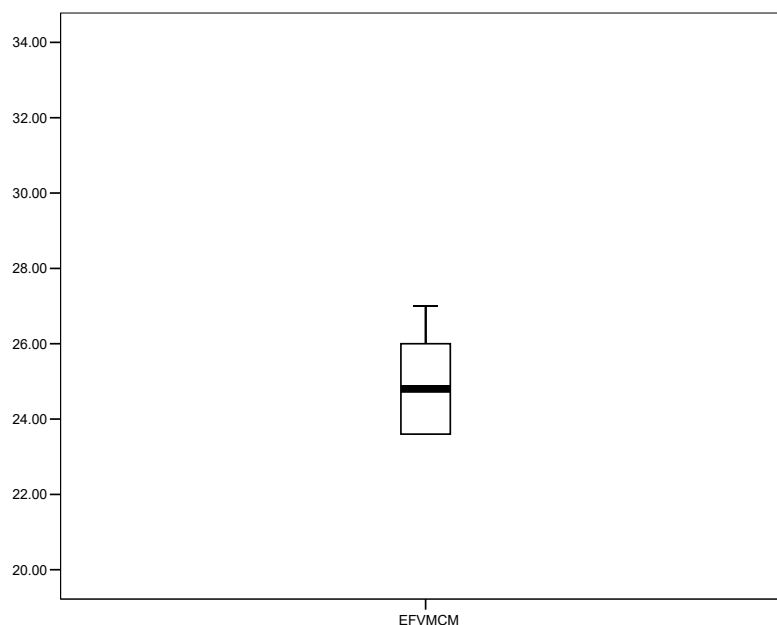
**95.4.72**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.88 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=23.60$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=24.80$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=26.25$.

Gráfico 3.88

95.4.73 Diagrama de cajas de la variable EFVMCM

**95.4.74**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.10 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo VALERY MADRE

INDVMCM: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la primera generación o "MADRE" en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 14.54, mínimo de 8.57, máximo de 30.77 y mediana de 11.25. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 10.00. Las

medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 62.93 y una desviación estándar de 7.93. La tabla 3.45 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.45

Estadística Descriptiva: Variable INDVMCM

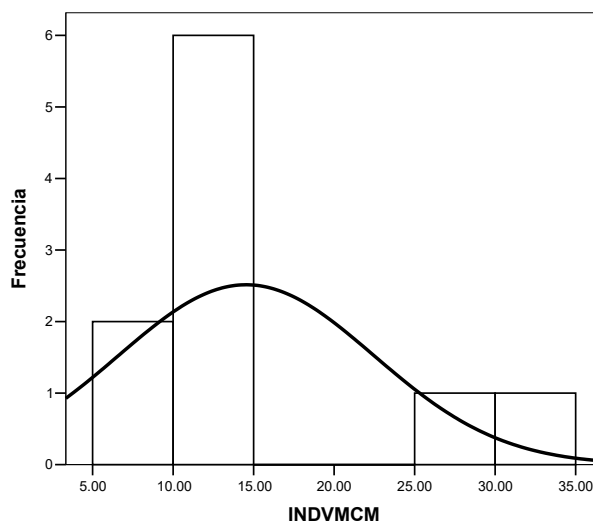
N	10,00
Media	14,54
Mediana	11,25
Moda	10,00
Desviación estándar	7,93
Varianza de la muestra	62,93
Coefficiente de asimetría	1,65
Curtosis	1,31
Rango	22,20
Mínimo	8,57
Máximo	30,77
Q1	9,81
Q2	11,25
Q3	16,92

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.65, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.31 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.89 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.89

95.4.75 Histograma de frecuencias de la variable INDVMCM

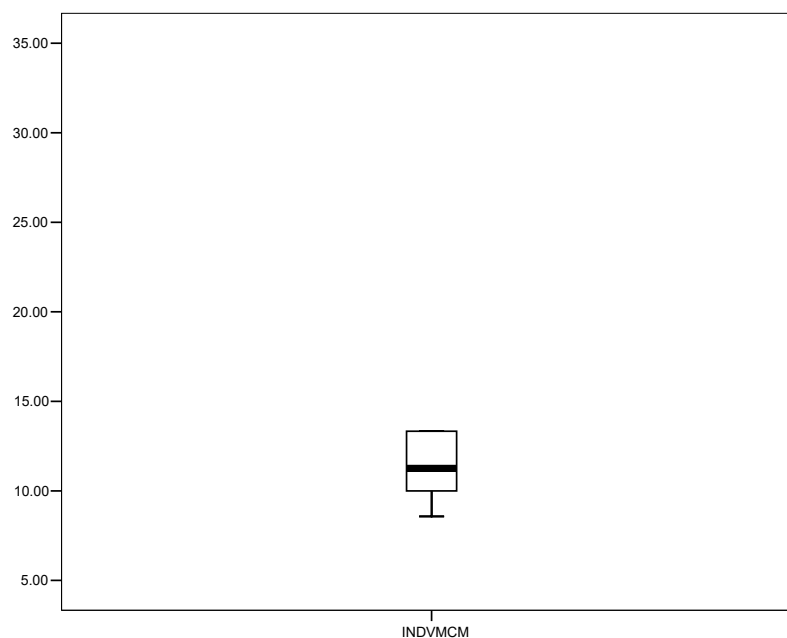
**95.4.76**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.90 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=9.81$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=11.25$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=16.92$.

Gráfico 3.90

95.4.77 Diagrama de cajas de la variable INDVMCM



95.4.78

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.11 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo VALERY HIJO

AVHCM: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 370.30, mínimo de 350.00, máximo de 395.00 y mediana de 370.50. La moda indica que la altura que más se repite es 360.00. Las medidas de dispersión de

los datos respecto a la media presentan una varianza de 226.01 y una desviación estándar de 15.03. La tabla 3.46 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.46

Estadística Descriptiva: Variable AVHCM

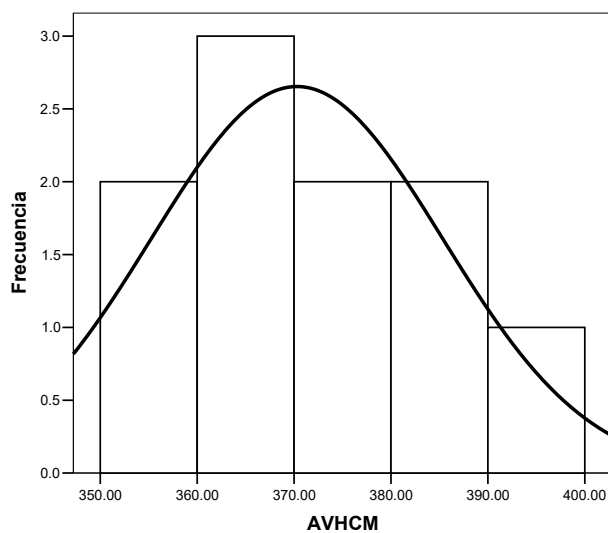
N	10,00
Media	370,30
Mediana	370,50
Moda	360,00
Desviación estándar	15,03
Varianza de la muestra	226,01
Coefficiente de asimetría	0,21
Curtosis	-0,98
Rango	45,00
Mínimo	350,00
Máximo	395,00
Q1	358,00
Q2	370,50
Q3	382,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.21, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.98 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.91 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.91

95.4.79 Histograma de frecuencias de la variable AVHCM

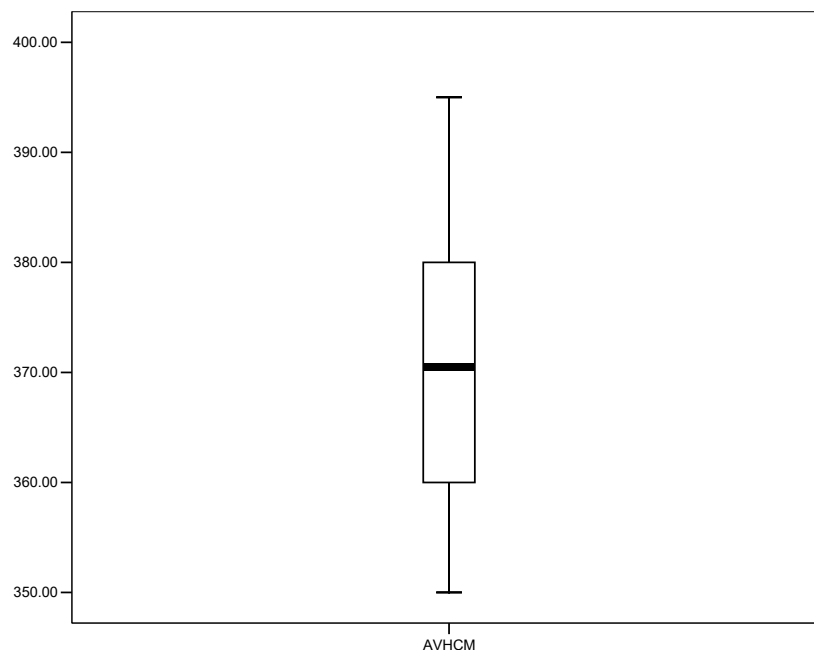
**95.4.80**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.92 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=358.00$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=370.50$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3=382.00$.

Gráfico 3.92

95.4.81 Diagrama de cajas de la variable AVHCM



95.4.82

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DVHCM: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 70.60, mínimo de 44.00, máximo de 82.00 y mediana de 73.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 68.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 116.71

y una desviación estándar de 10.80. La tabla 3.47 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.47

Estadística Descriptiva: Variable DVHCM

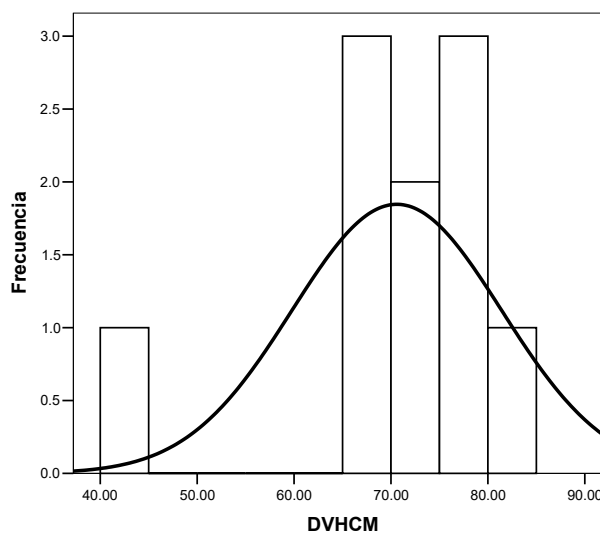
N	10,00
Media	70,60
Mediana	73,00
Moda	68,00
Desviación estándar	10,80
Varianza de la muestra	116,71
Coefficiente de asimetría	-1,80
Curtosis	4,11
Rango	38,00
Mínimo	44,00
Máximo	82,00
Q1	67,25
Q2	73,00
Q3	78,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.80, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 4.11 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.93 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.93

95.4.83 Histograma de frecuencias de la variable DVHCM

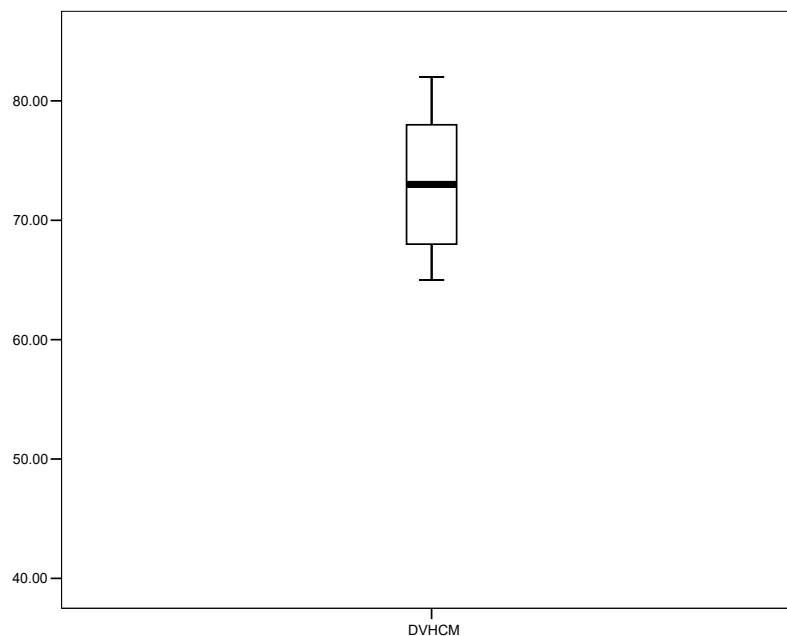
**95.4.84**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.94 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=67.25$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=73.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=78.25$.

Gráfico 3.94

95.4.85 Diagrama de cajas de la variable DVHCM



95.4.86

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPVHCM: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 11.70, mínimo de 10.00, máximo de 14.00 y mediana de 11.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 11.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1.57 y una desviación estándar

de 1.25. La tabla 3.48 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.48

Estadística Descriptiva: Variable HPVHCM

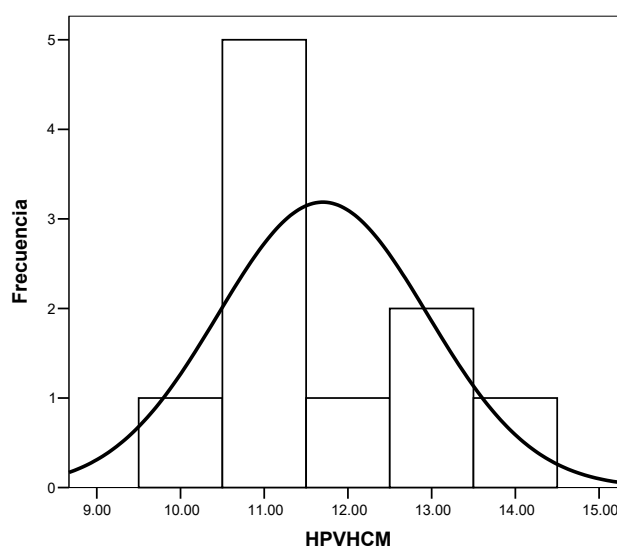
N	10,00
Media	11,70
Mediana	11,00
Moda	11,00
Desviación estándar	1,25
Varianza de la muestra	1,57
Coefficiente de asimetría	0,71
Curtosis	-0,49
Rango	4,00
Mínimo	10,00
Máximo	14,00
Q1	11,00
Q2	11,00
Q3	13,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.71, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.49 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.95 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.95

95.4.87 Histograma de frecuencias de la variable HPVHCM

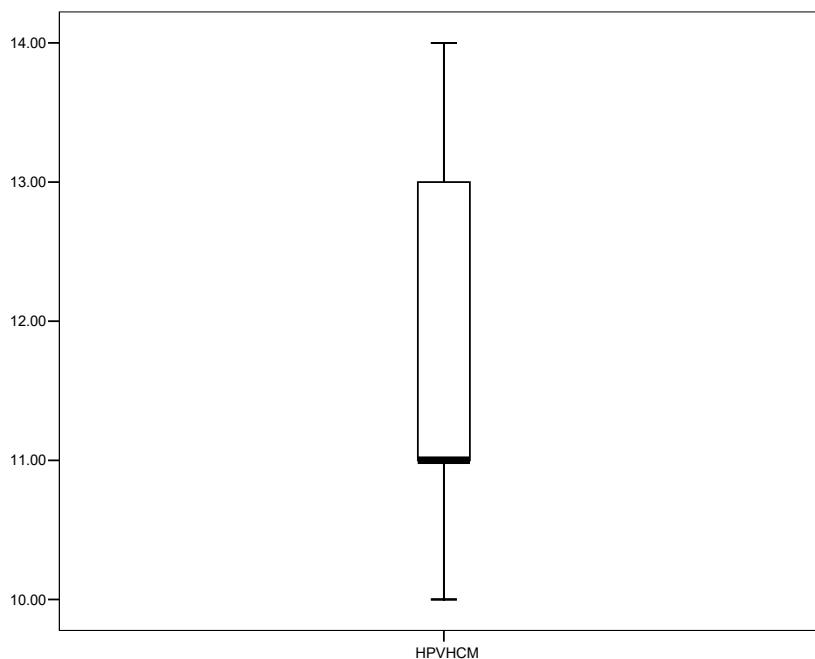
**95.4.88**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.96 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=11.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=13.00$.

Gráfico 3.96

95.4.89 Diagrama de cajas de la variable HPVHCM

**95.4.90**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFVHCM: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 18.74, mínimo de 11.20, máximo de 25.40 y mediana de 18.00. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 16.40. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza

de 18.74 y una desviación estándar de 4.33. La tabla 3.49 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.49

Estadística Descriptiva: Variable EFVHCM

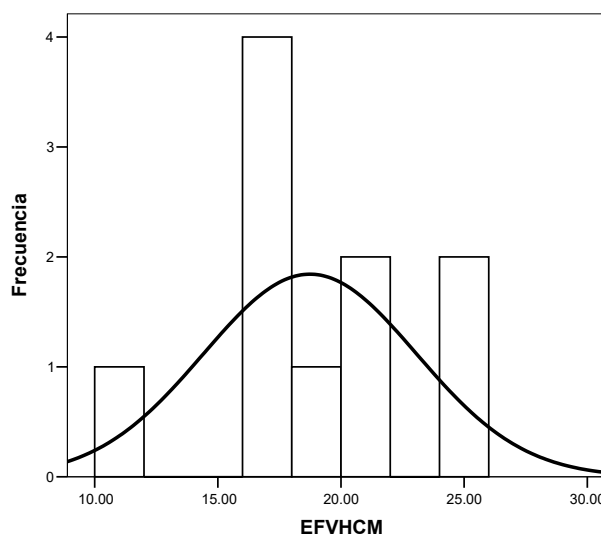
N	10,00
Media	18,74
Mediana	18,00
Moda	16,40
Desviación estándar	4,33
Varianza de la muestra	18,74
Coefficiente de asimetría	0,13
Curtosis	-0,06
Rango	14,20
Mínimo	11,20
Máximo	25,40
Q1	16,30
Q2	18,00
Q3	22,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.13, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.06 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.97 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.97

95.4.91 Histograma de frecuencias de la variable EFVHCM

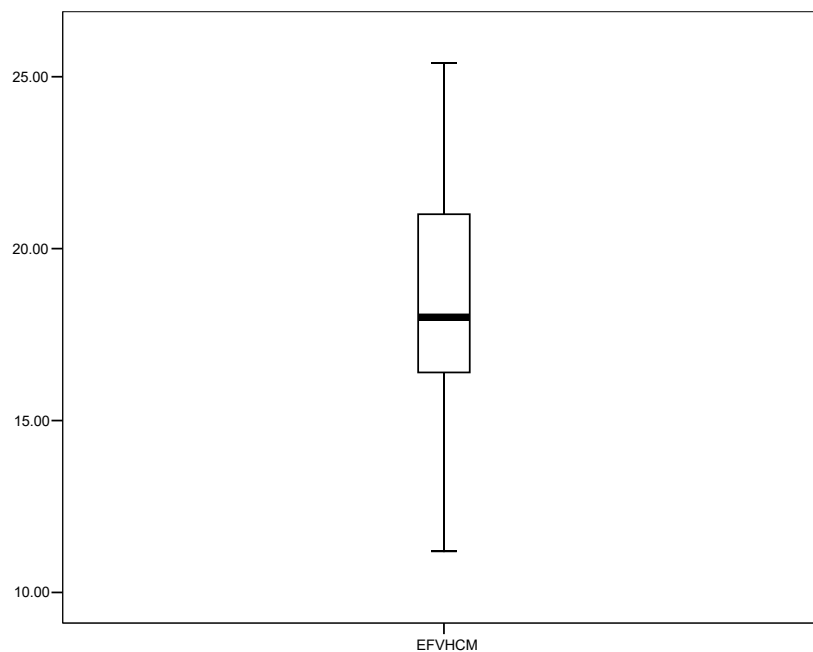
**95.4.92**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.98 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=16.30$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=18.00$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=22.00$.

Gráfico 3.98

95.4.93 Diagrama de cajas de la variable EFVHCM

**95.4.94**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.2.12 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Celia María: Genotipo VALERY HIJO

INDVHCM: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo VALERY perteneciente a la segunda generación o "HIJO" en la Hacienda Celia María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 7.97, mínimo de 1.82, máximo de 11.67 y mediana de 8.39. La moda indica que el índice

de infección que más se repite es 1.82. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 9.04 y una desviación estándar de 3.01. La tabla 3.50 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.50

Estadística Descriptiva: Variable INDVHCM

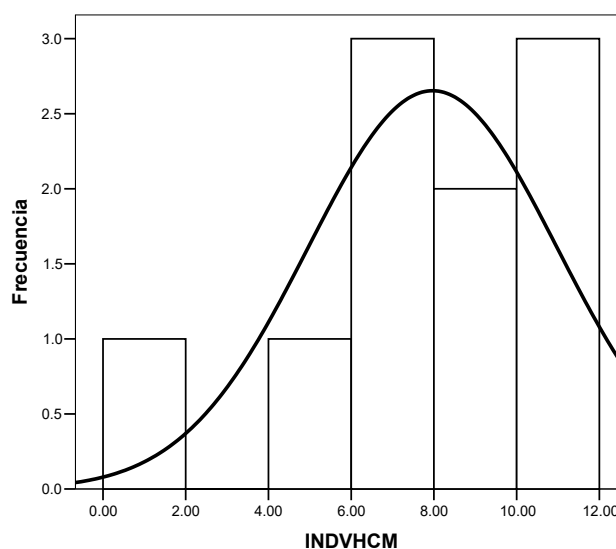
N	10,00
Media	7,97
Mediana	8,39
Moda	1,82
Desviación estándar	3,01
Varianza de la muestra	9,04
Coefficiente de asimetría	-0,80
Curtosis	0,48
Rango	9,85
Mínimo	1,82
Máximo	11,67
Q1	5,86
Q2	8,39
Q3	10,70

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.80, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.48 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.99 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.99

95.4.95 Histograma de frecuencias de la variable INDVHCM

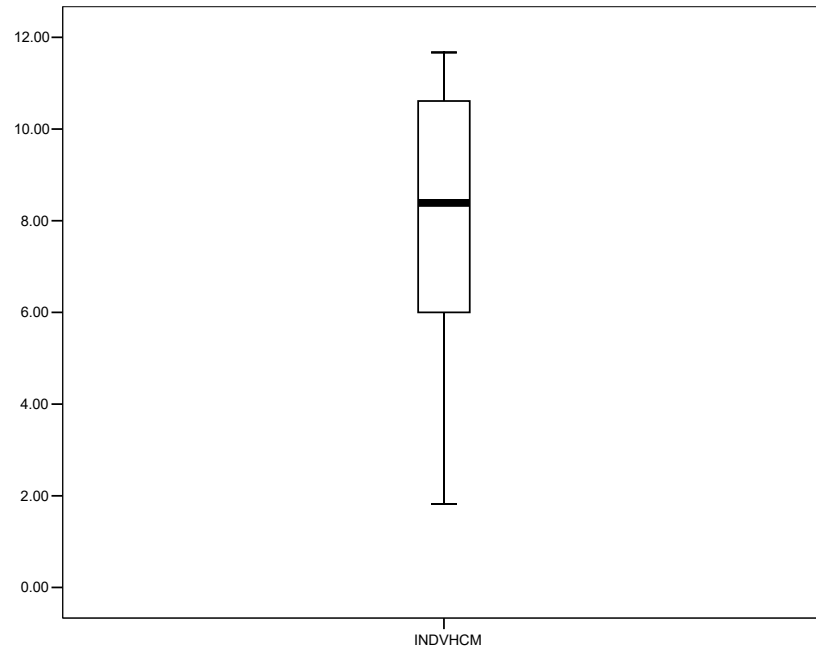
**95.4.96**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.100 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=5.86$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=8.39$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=10.70$.

Gráfico 3.100

95.4.97 Diagrama de cajas de la variable INDVHCM

**95.4.98**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.3 Hacienda Ana María: Análisis Univariado

Las siguientes variables a ser analizadas pertenecen a los genotipos ESPOL 13 y WILLIAMS de la primera generación o “MADRE” y de la segunda generación o “HIJO”.

3.3.1 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo ESPOL 13 MADRE

AE13MAM: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 356.47, mínimo de 333.00, máximo de 375.00 y mediana de 357.50. La moda indica que la altura que más se repite es 350.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 148.05 y una desviación estándar de 12.17. La tabla 3.51 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.51

Estadística Descriptiva: Variable AE13MAM

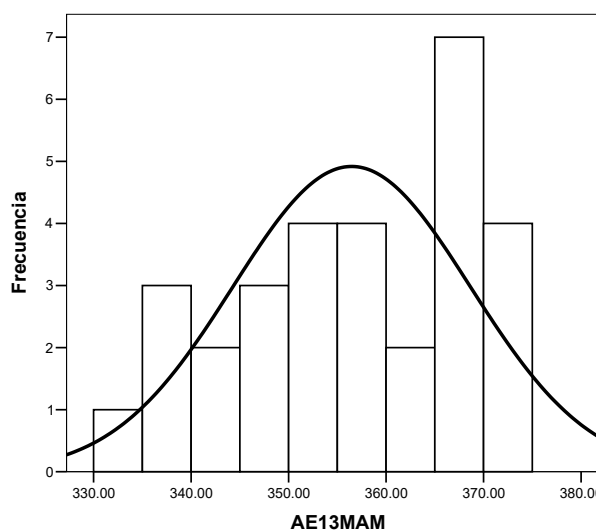
N	30,00
Media	356,47
Mediana	357,50
Moda	350,00
Desviación estándar	12,17
Varianza de la muestra	148,05
Coefficiente de asimetría	-0,29
Curtosis	-1,04
Rango	42,00
Mínimo	333,00
Máximo	375,00
Q1	347,75
Q2	357,50
Q3	367,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.29 , por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -1.04 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.101 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.101

95.4.99 Histograma de frecuencias de la variable AE13MAM

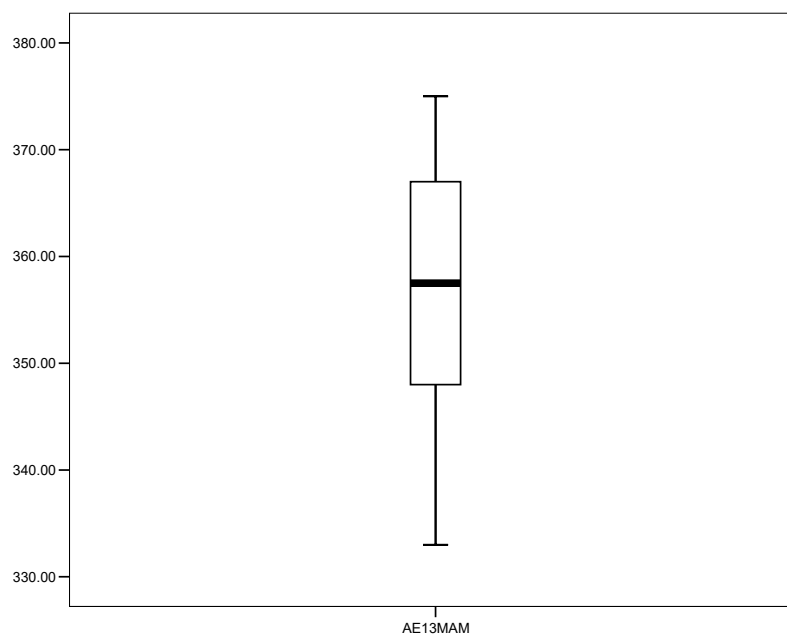
**95.4.100**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.102 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=347.75$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=357.50$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3= 367.25$.

Gráfico 3.102

95.4.101 Diagrama de cajas de la variable AE13MAM



95.4.102

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DE13MAM: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 83.27, mínimo de 69.00, máximo de 89.00 y mediana de 84.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 80.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 21.86 y una desviación estándar de 4.68. La tabla 3.52 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.52

Estadística Descriptiva: Variable DE13MAM

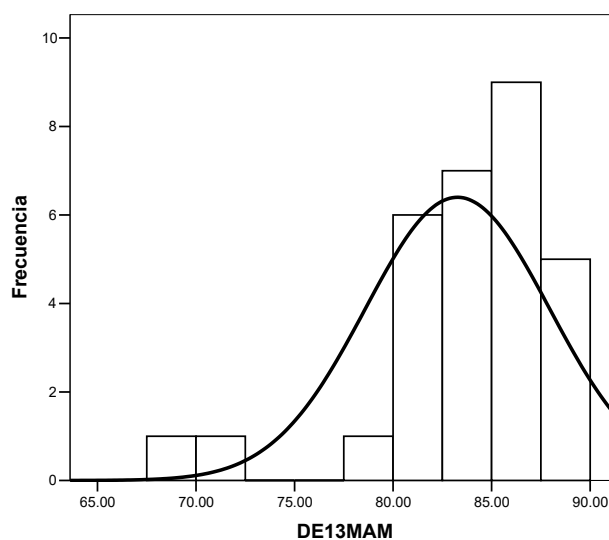
N	30,00
Media	83,27
Mediana	84,00
Moda	80,00
Desviación estándar	4,68
Varianza de la muestra	21,86
Coefficiente de asimetría	-1,69
Curtosis	3,49
Rango	20,00
Mínimo	69,00
Máximo	89,00
Q1	80,75
Q2	84,00
Q3	86,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.69, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 3.49 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.103 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.103

95.4.103 Histograma de frecuencias de la variable DE13MAM

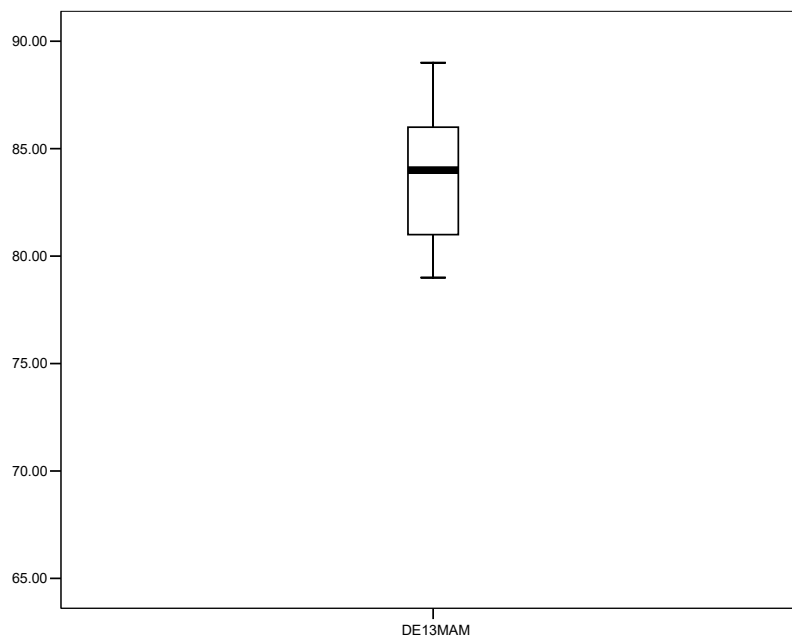
**95.4.104**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.104 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=80.75$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=84.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=86.25$.

Gráfico 3.104

95.4.105 Diagrama de cajas de la variable DE13MAM



95.4.106

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPE13MAM: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 12.10, mínimo de 9.00, máximo de 14.00 y mediana de 12.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 12.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 0.92 y una desviación estándar

de 0.96. La tabla 3.53 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.53

Estadística Descriptiva: Variable HPE13MAM

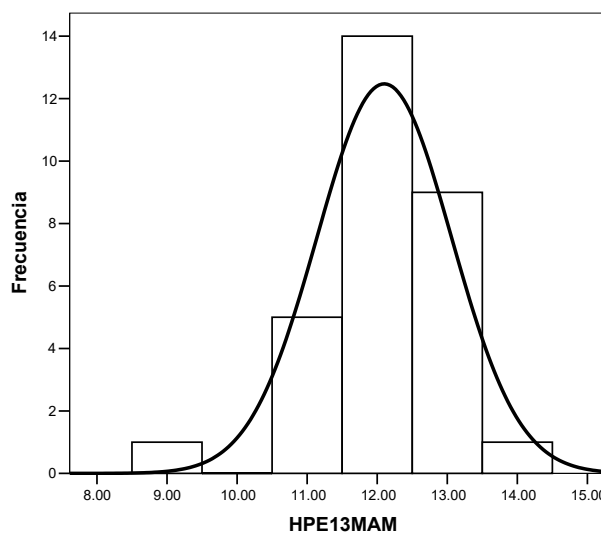
N	30,00
Media	12,10
Mediana	12,00
Moda	12,00
Desviación estándar	0,96
Varianza de la muestra	0,92
Coefficiente de asimetría	-0,96
Curtosis	2,60
Rango	5,00
Mínimo	9,00
Máximo	14,00
Q1	12,00
Q2	12,00
Q3	13,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.96, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 2.60 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.105 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.105

95.4.107 Histograma de frecuencias de la variable HPE13MAM



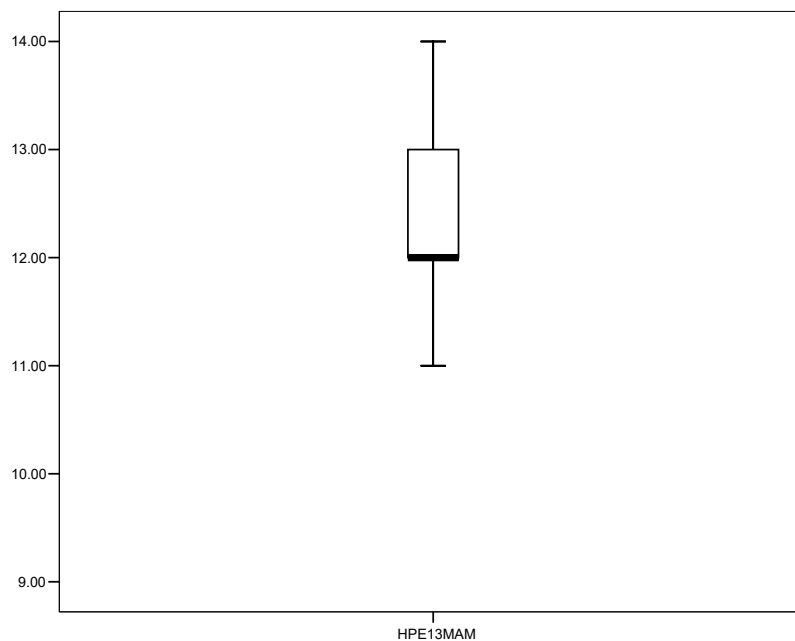
95.4.108

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.106 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=12.00$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3= 13.00$.

Gráfico 3.106

95.4.109 Diagrama de cajas de la variable HPE13MAM

**95.4.110**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFE13MAM: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 33.70, mínimo de 30.60, máximo de 36.20 y mediana de 33.50. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 33.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan

una varianza de 2.01 y una desviación estándar de 1.42. La tabla 3.54 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.54

Estadística Descriptiva: Variable EFE13MAM

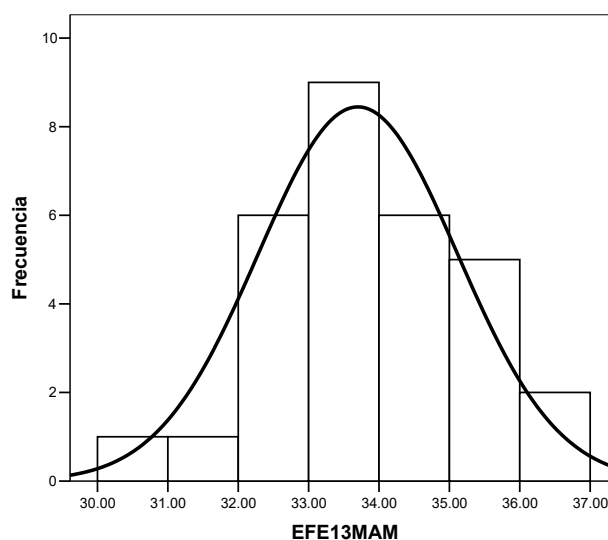
N	30,00
Media	33,70
Mediana	33,50
Moda	33,00
Desviación estándar	1,42
Varianza de la muestra	2,01
Coefficiente de asimetría	-0,003
Curtosis	-0,63
Rango	5,60
Mínimo	30,60
Máximo	36,20
Q1	32,75
Q2	33,50
Q3	34,85

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.003, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.63 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.107 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.107

95.4.111 Histograma de frecuencias de la variable EFE13MAM

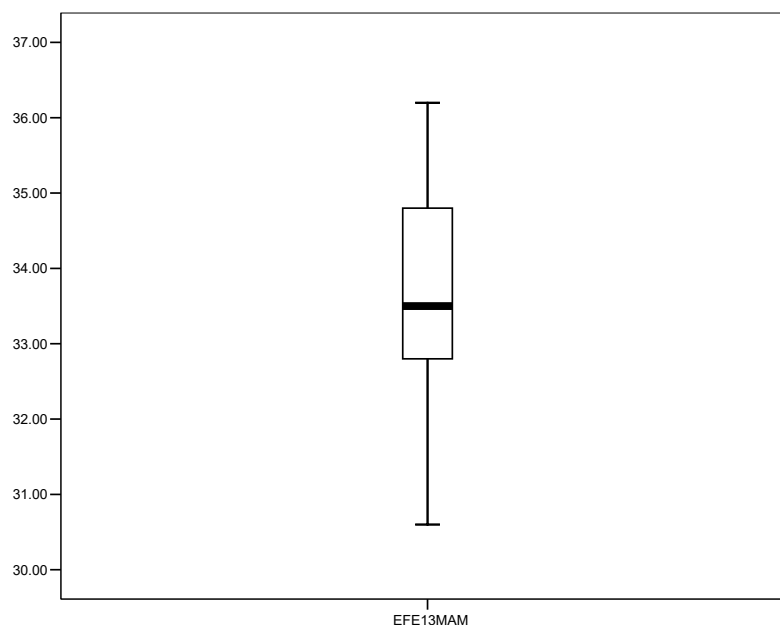
**95.4.112**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.108 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=32.75$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=33.50$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=34.85$.

Gráfico 3.108

95.4.113 Diagrama de cajas de la variable EFE13MAM



95.4.114

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.3.2 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo ESPOL 13 MADRE

INDE13MAM: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o "MADRE" en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 5.32, mínimo de 0.00, máximo de 9.23 y mediana de 6.67. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 8.33. Las

medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 10.59 y una desviación estándar de 3.25. La tabla 3.55 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.55

Estadística Descriptiva: Variable INDE13MAM

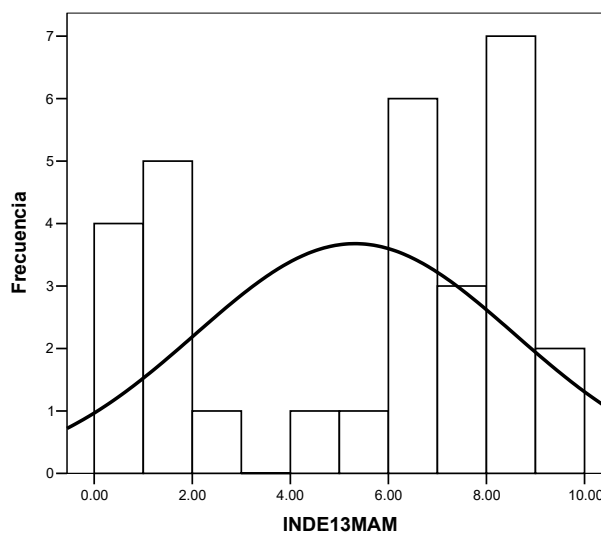
N	30,00
Media	5,32
Mediana	6,67
Moda	8,33
Desviación estándar	3,25
Varianza de la muestra	10,59
Coefficiente de asimetría	-0,54
Curtosis	-1,33
Rango	9,23
Mínimo	0,00
Máximo	9,23
Q1	1,78
Q2	6,67
Q3	8,33

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.54, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -1.33 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.109 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.109

95.4.115 Histograma de frecuencias de la variable INDE13MAM



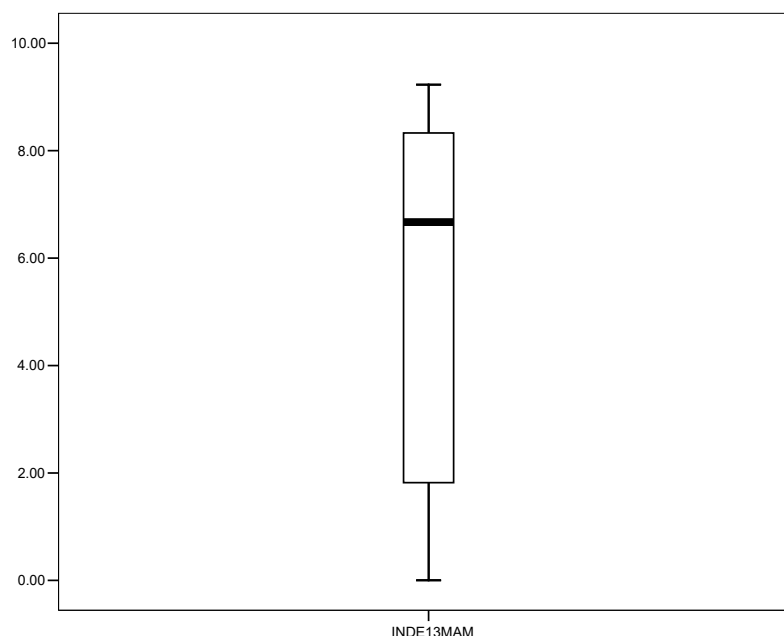
95.4.116

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.110 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=1.78$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=6.67$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=8.33$.

Gráfico 3.110

95.4.117 Diagrama de cajas de la variable INDE13MAM



95.4.118

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.3.3 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo ESPOL 13 HIJO

AE13HAM: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 341.23, mínimo de 225.00, máximo de 390.00 y mediana de 355.00. La moda indica que la altura que más se repite es 365.00 Las medidas de dispersión de

los datos respecto a la media presentan una varianza de 1651.01 y una desviación estándar de 40.63. La tabla 3.56 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.56

Estadística Descriptiva: Variable AE13HAM

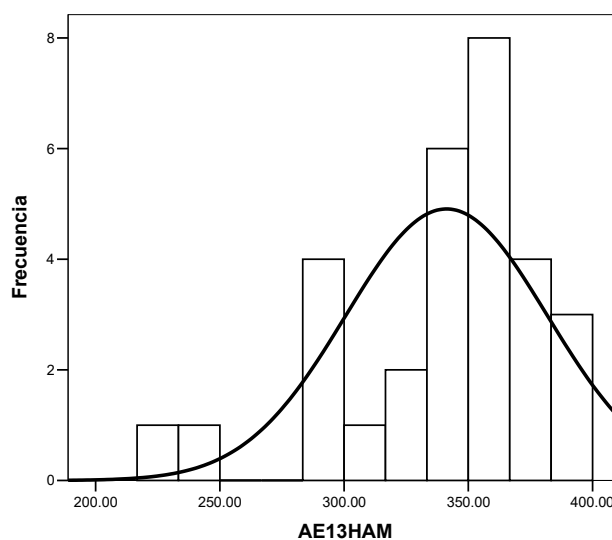
N	30,00
Media	341,23
Mediana	355,00
Moda	365,00
Desviación estándar	40,63
Varianza de la muestra	1651,01
Coefficiente de asimetría	-1,28
Curtosis	1,31
Rango	165,00
Mínimo	225,00
Máximo	390,00
Q1	316,25
Q2	355,00
Q3	366,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.28, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.31 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.111 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.111

95.4.119 Histograma de frecuencias de la variable AE13HAM

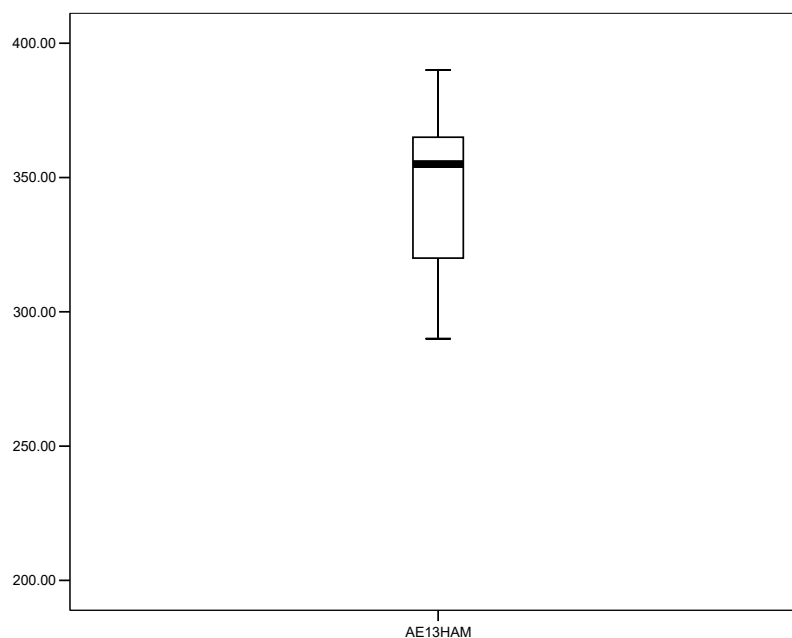
**95.4.120**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.112 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=316.25$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=355.00$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3=366.25$.

Gráfico 3.112

95.4.121 Diagrama de cajas de la variable AE13HAM



95.4.122

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DE13HAM: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 81.00, mínimo de 47.00, máximo de 97.00 y mediana de 86.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 86.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 151.45 y una desviación estándar de 12.31. La tabla 3.57 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.57

Estadística Descriptiva: Variable DE13HAM

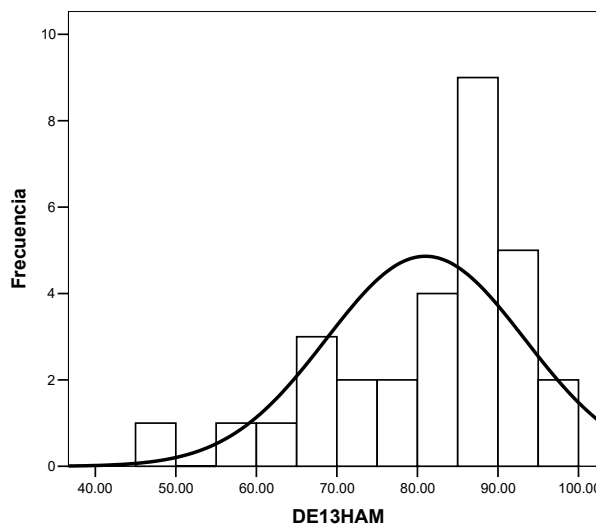
N	30,00
Media	81,00
Mediana	86,00
Moda	86,00
Desviación estándar	12,31
Varianza de la muestra	151,45
Coefficiente de asimetría	-1,03
Curtosis	0,60
Rango	50,00
Mínimo	47,00
Máximo	97,00
Q1	71,50
Q2	86,00
Q3	89,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.03, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.60 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.113 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.113

95.4.123 Histograma de frecuencias de la variable DE13HAM

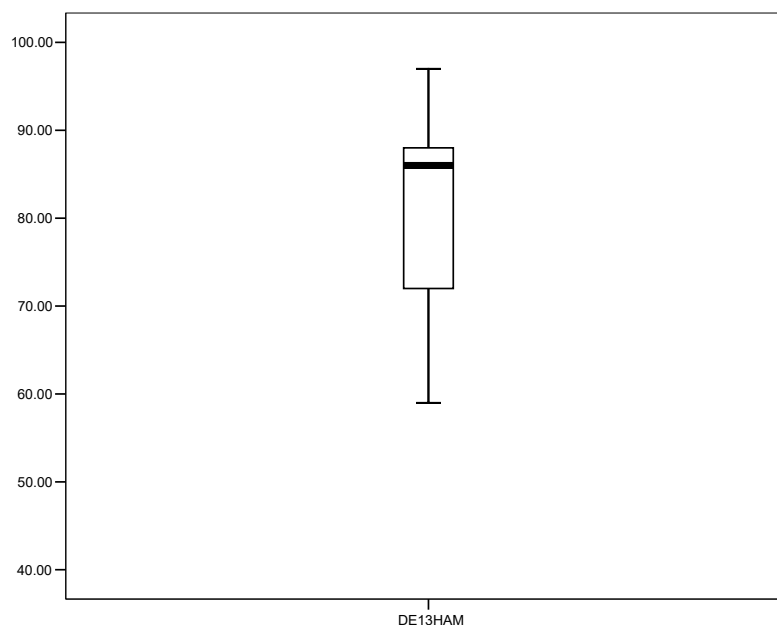
**95.4.124**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.114 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=71.50$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=86.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=89.00$.

Gráfico 3.114

95.4.125 Diagrama de cajas de la variable DE13HAM



95.4.126

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPE13HAM: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 10.53, mínimo de 7.00, máximo de 13.00 y mediana de 11.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 11.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1.57 y una desviación estándar

de 1.25. La tabla 3.58 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.58

Estadística Descriptiva: Variable HPE13HAM

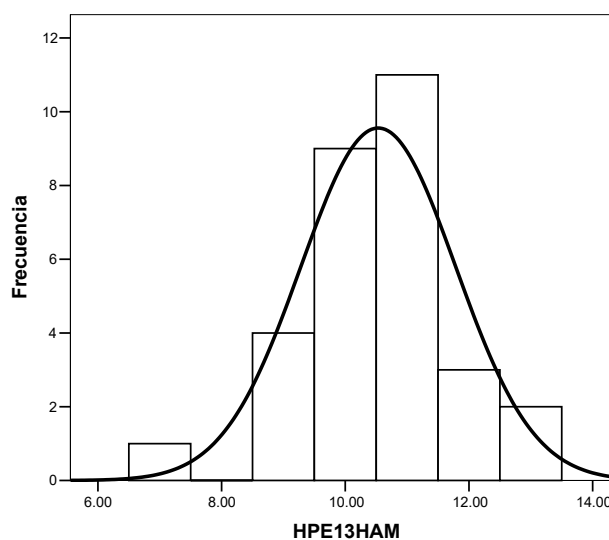
N	30,00
Media	10,53
Mediana	11,00
Moda	11,00
Desviación estándar	1,25
Varianza de la muestra	1,57
Coefficiente de asimetría	-0,36
Curtosis	1,27
Rango	6,00
Mínimo	7,00
Máximo	13,00
Q1	10,00
Q2	11,00
Q3	11,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.36, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.27 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.115 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.115

95.4.127 Histograma de frecuencias de la variable HPE13HAM



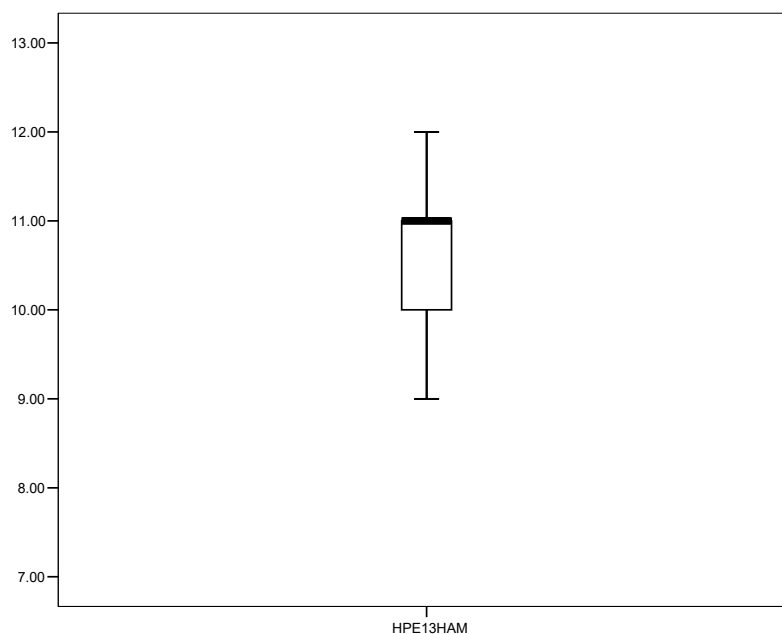
95.4.128

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.116 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=11.00$.

Gráfico 3.116

95.4.129 Diagrama de cajas de la variable HPE13HAM

**95.4.130**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFE13HAM: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 23.65, mínimo de 13.00, máximo de 28.20 y mediana de 24.10. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 23.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 12.20 y una desviación estándar de 3.49. La tabla 3.59 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.59

Estadística Descriptiva: Variable EFE13HAM

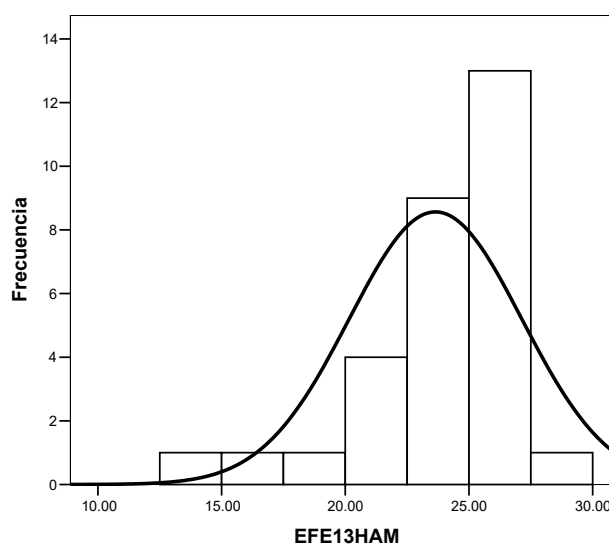
N	30,00
Media	23,65
Mediana	24,10
Moda	23,00
Desviación estándar	3,49
Varianza de la muestra	12,20
Coefficiente de asimetría	-1,45
Curtosis	2,47
Rango	15,20
Mínimo	13,00
Máximo	28,20
Q1	22,80
Q2	24,10
Q3	26,10

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.45, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 2.47 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.117 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.117

95.4.131 Histograma de frecuencias de la variable EFE13HAM

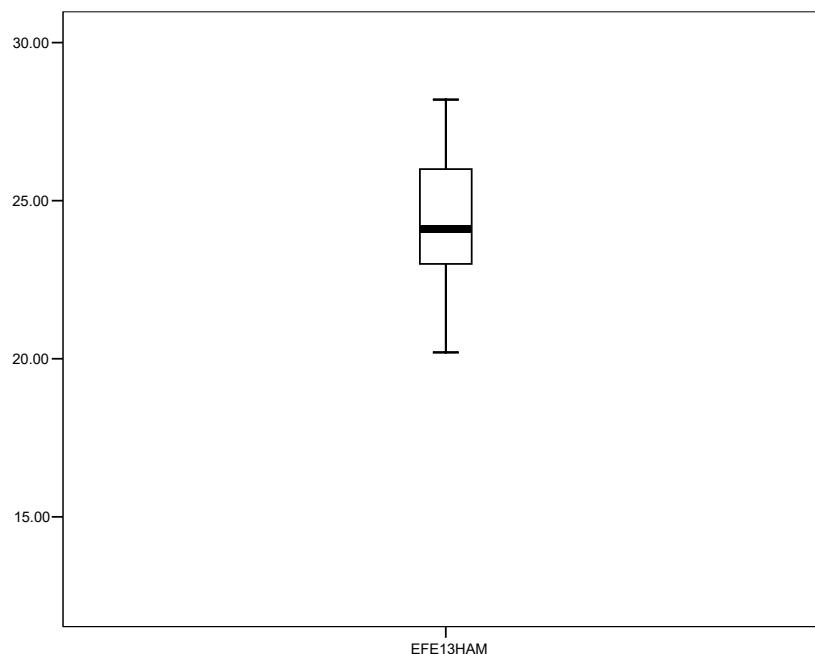
**95.4.132**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.118 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=22.80$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=24.10$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=26.10$.

Gráfico 3.118

95.4.133 Diagrama de cajas de la variable EFE13HAM



95.4.134

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.3.4 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo ESPOL 13 HIJO

INDE13HAM: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 1.17, mínimo de 0.00, máximo de 8.57 y mediana de 0.00. La moda indica que el índice

de infección que más se repite es 0.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 4.39 y una desviación estándar de 2.09. La tabla 3.60 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.60

Estadística Descriptiva: Variable INDE13HAM

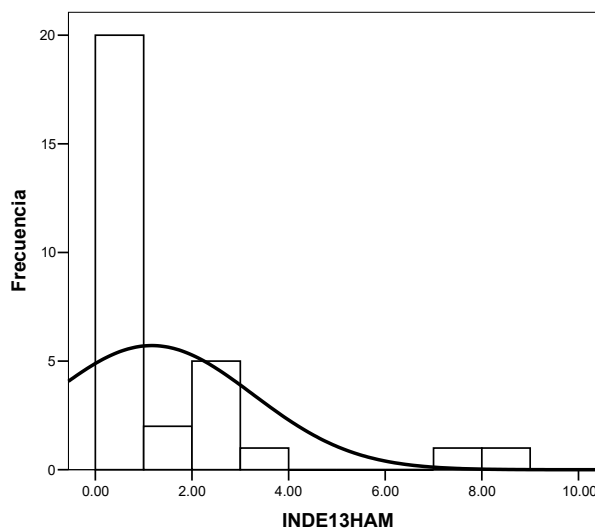
N	30,00
Media	1,17
Mediana	0,00
Moda	0,00
Desviación estándar	2,09
Varianza de la muestra	4,39
Coefficiente de asimetría	2,49
Curtosis	6,46
Rango	8,57
Mínimo	0,00
Máximo	8,57
Q1	0,00
Q2	0,00
Q3	2,22

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 2.49, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 6.46 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.119 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.119

95.4.135 Histograma de frecuencias de la variable INDE13HAM



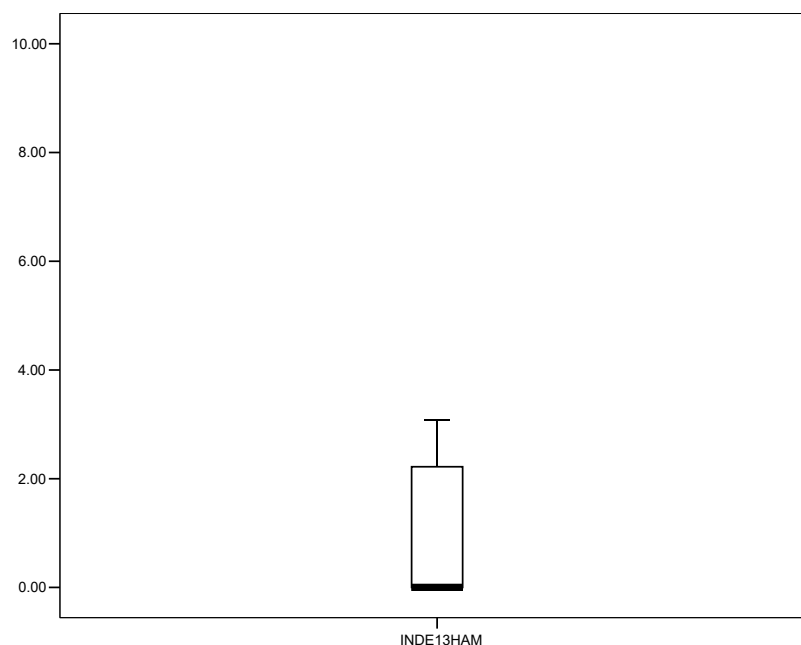
95.4.136

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.120 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=0.00$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=2.22$.

Gráfico 3.120

95.4.137 Diagrama de cajas de la variable INDE13HAM



95.4.138

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.3.5 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo WILLIAMS MADRE

AWMAM: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o "MADRE" en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 243.27, mínimo de 216.00, máximo de 270.00 y mediana de 243.00. La moda indica

que la altura que más se repite es 234.00 Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 158.20 y una desviación estándar de 12.58. La tabla 3.61 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.61

Estadística Descriptiva: Variable AWMAM

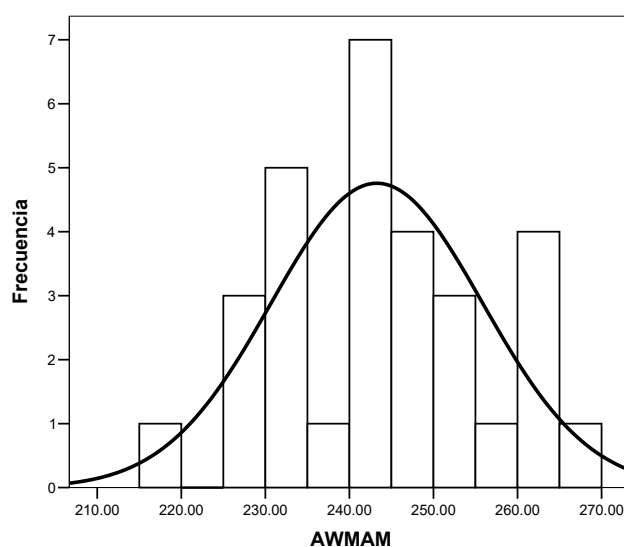
N	30,00
Media	243,27
Mediana	243,00
Moda	234,00
Desviación estándar	12,58
Varianza de la muestra	158,20
Coficiente de asimetría	0,10
Curtosis	-0,29
Rango	54,00
Mínimo	216,00
Máximo	270,00
Q1	234,00
Q2	243,00
Q3	254,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.10, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.29 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.121 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.121

95.4.139 Histograma de frecuencias de la variable AWMAM

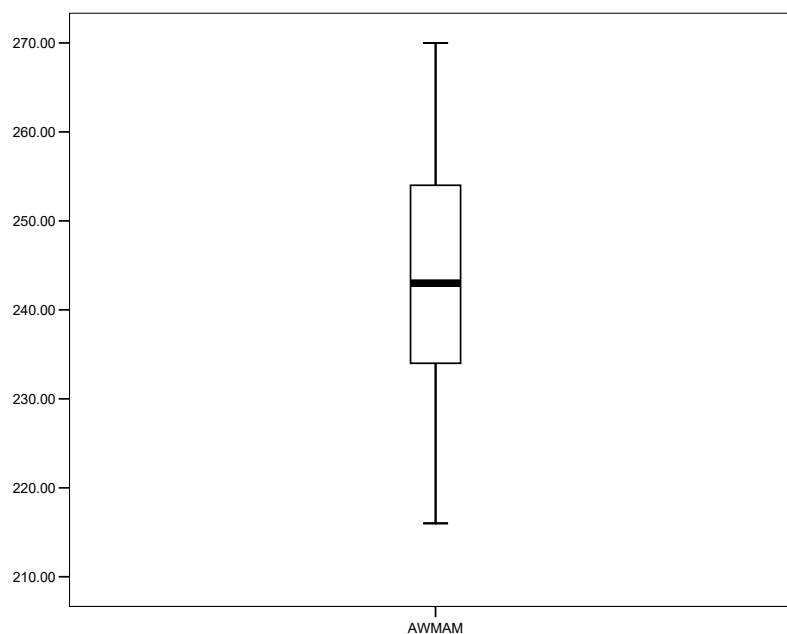
**95.4.140**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.122 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=234.00$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=243.00$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3= 254.00$.

Gráfico 3.122

95.4.141 Diagrama de cajas de la variable AWMAM



95.4.142

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DWMAM: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 52.17, mínimo de 47.00, máximo de 56.00 y mediana de 52.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 52.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 6.03 y una desviación estándar de 2.46. La tabla 3.62 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.62

Estadística Descriptiva: Variable DWMAM

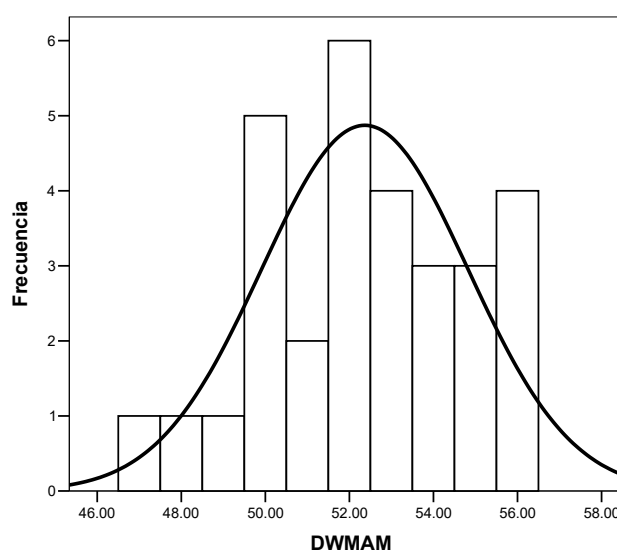
N	30,00
Media	52,37
Mediana	52,00
Moda	52,00
Desviación estándar	2,46
Varianza de la muestra	6,03
Coefficiente de asimetría	-0,22
Curtosis	-0,60
Rango	9,00
Mínimo	47,00
Máximo	56,00
Q1	50,00
Q2	52,00
Q3	54,25

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.22, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.60 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.123 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.123

95.4.143 Histograma de frecuencias de la variable DWMAM

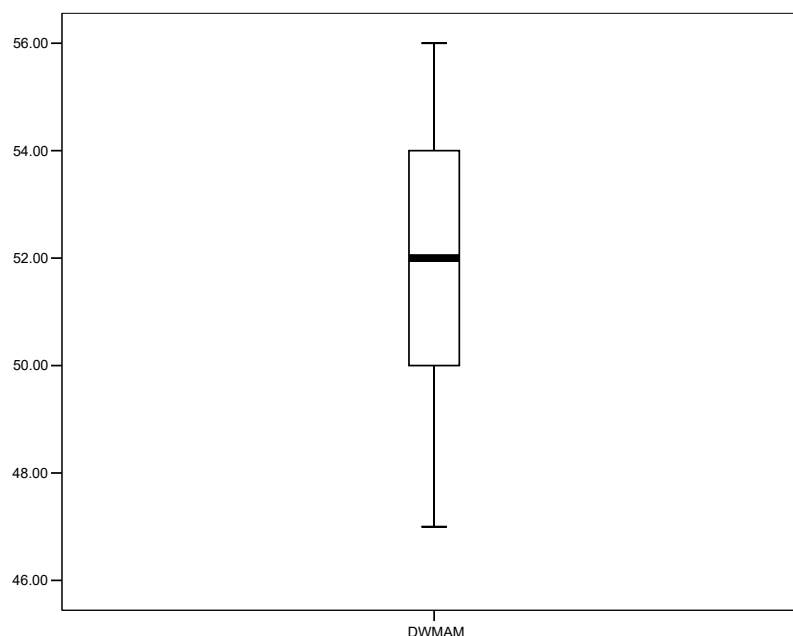
**95.4.144**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.124 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=50.00$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=52.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=54.25$.

Gráfico 3.124

95.4.145 Diagrama de cajas de la variable DWMAM

**95.4.146**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPWMAM: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 6.50, mínimo de 5.00, máximo de 8.00 y mediana de 6.50. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 6.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 0.53 y una desviación estándar

de 0.73. La tabla 3.63 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.63

Estadística Descriptiva: Variable HPWMAM

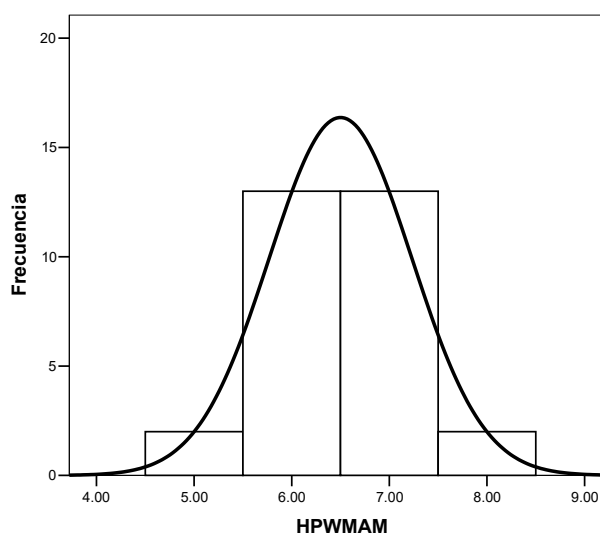
N	30,00
Media	6,50
Mediana	6,50
Moda	6,00
Desviación estándar	0,73
Varianza de la muestra	0,53
Coefficiente de asimetría	0,00
Curtosis	-0,09
Rango	3,00
Mínimo	5,00
Máximo	8,00
Q1	6,00
Q2	6,50
Q3	7,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.00, por lo tanto la variable tiene una distribución simétrica y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.09 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.125 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.125

95.4.147 Histograma de frecuencias de la variable HPWMAM



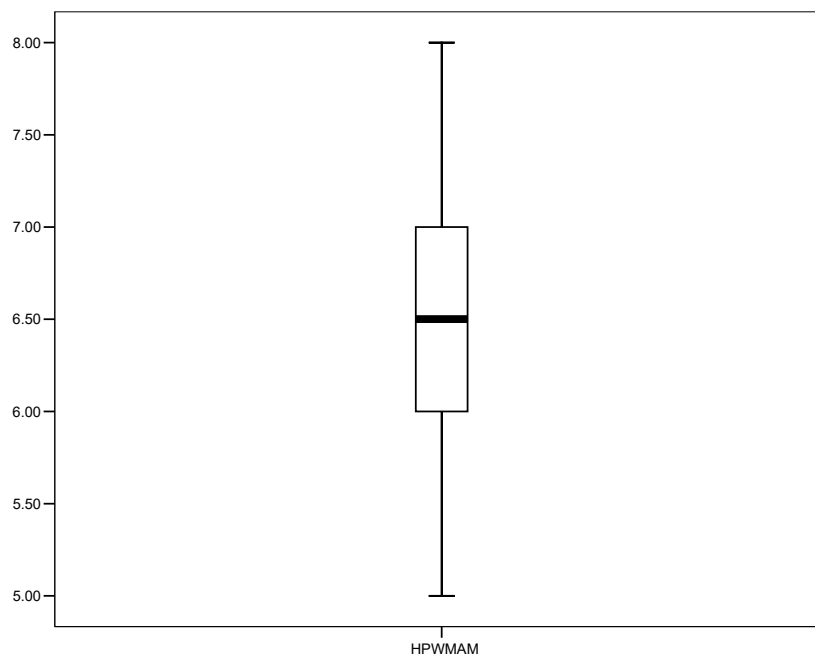
95.4.148

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.126 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=6.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=6.50$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=7.00$.

Gráfico 3.126

95.4.149 Diagrama de cajas de la variable HPWMAM

**95.4.150**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFWMAM: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 25.78, mínimo de 24.00, máximo de 28.00 y mediana de 25.80. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 25.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan

una varianza de 1.29 y una desviación estándar de 1.14. La tabla 3.64 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.64

Estadística Descriptiva: Variable EFWMAM

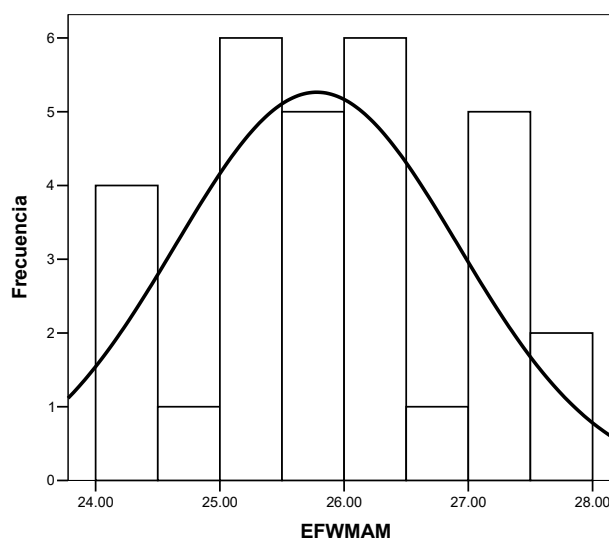
N	30,00
Media	25,78
Mediana	25,80
Moda	25,00
Desviación estándar	1,14
Varianza de la muestra	1,29
Coefficiente de asimetría	0,17
Curtosis	-0,59
Rango	4,00
Mínimo	24,00
Máximo	28,00
Q1	25,00
Q2	25,80
Q3	26,70

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.17, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.59 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llanada achatada. El histograma del Gráfico 3.127 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.127

95.4.151 Histograma de frecuencias de la variable EFWMAM

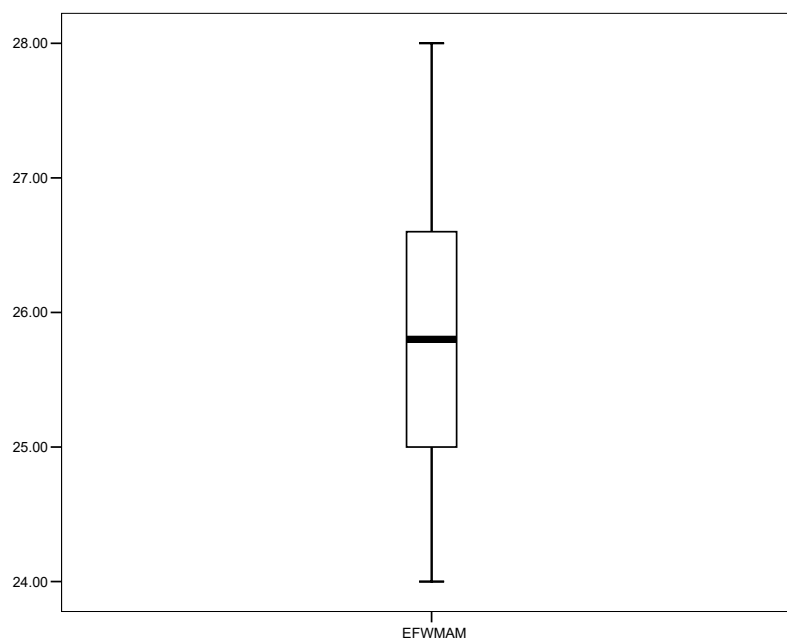
**95.4.152**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.128 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=25.00$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=25.80$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=26.70$.

Gráfico 3.128

95.4.153 Diagrama de cajas de la variable EFWMAM



95.4.154

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.3.6 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Ana María: Genotipo WILLIAMS MADRE

INDWMAM: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o "MADRE" en la Hacienda Ana María, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 10.73, mínimo de 9.00, máximo de 14.00 y mediana de 11.00. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 11.00. Las

medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1.51 y una desviación estándar de 1.23. La tabla 3.65 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.65

Estadística Descriptiva: Variable INDWMAM

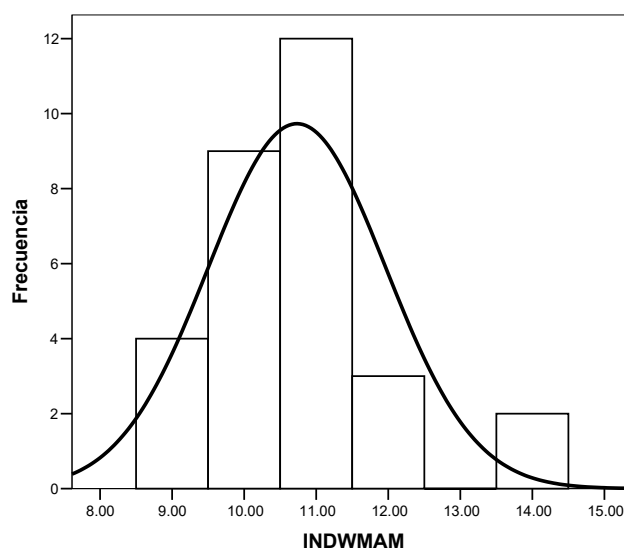
N	30,00
Media	10,73
Mediana	11,00
Moda	11,00
Desviación estándar	1,23
Varianza de la muestra	1,51
Coefficiente de asimetría	1,03
Curtosis	1,75
Rango	5,00
Mínimo	9,00
Máximo	14,00
Q1	10,00
Q2	11,00
Q3	11,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.03, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.75 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.129 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.129

95.4.155 Histograma de frecuencias de la variable INDWMAM

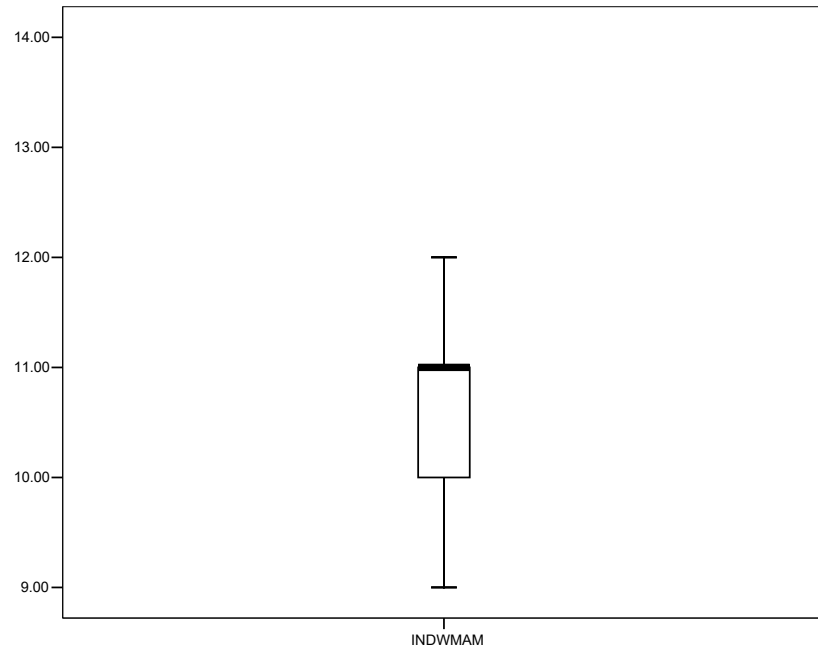
**95.4.156**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.130 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=11.00$.

Gráfico 3.130

95.4.157 Diagrama de cajas de la variable INDWMAM

**95.4.158**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.4 Hacienda Miraflores: Análisis Univariado

Las siguientes variables a ser analizadas pertenecen a los genotipos ESPOL 13 y WILLIAMS de la primera generación o “MADRE” y de la segunda generación o “HIJO”.

3.4.1 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo ESPOL 13 MADRE

AE13MMF: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 364.70, mínimo de 340.00, máximo de 390.00 y mediana de 363,50. La moda indica que la altura que más se repite es 355.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 202.98 y una desviación estándar de 14.25. La tabla 3.66 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.66

Estadística Descriptiva: Variable AE13MMF

N	30,00
----------	-------

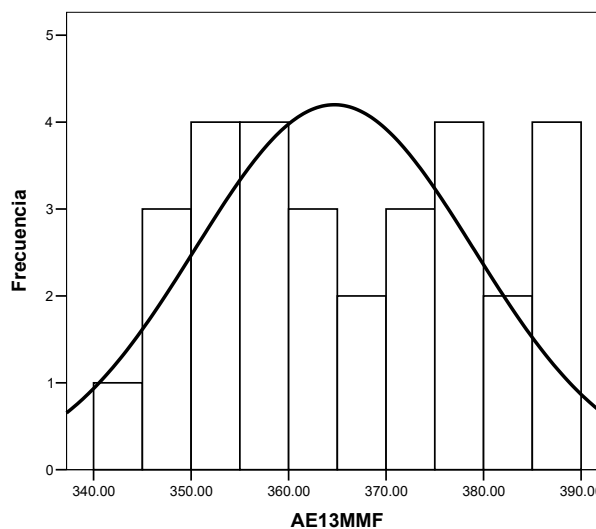
Media	364,70
Mediana	363,50
Moda	355,00
Desviación estándar	14,25
Varianza de la muestra	202,98
Coefficiente de asimetría	0,20
Curtosis	-1,09
Rango	50,00
Mínimo	340,00
Máximo	390,00
Q1	352,25
Q2	363,50
Q3	376,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.20, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -1.09 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.131 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.131

95.4.159 Histograma de frecuencias de la variable AE13MMF



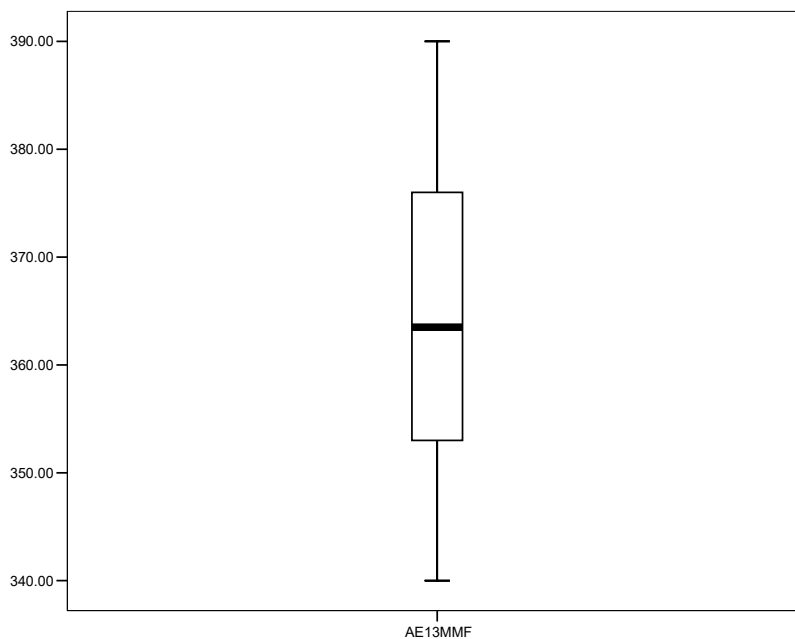
95.4.160

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.132 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=352.25$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=363.50$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3= 376.00$.

Gráfico 3.132

95.4.161 Diagrama de cajas de la variable AE13MMF



95.4.162

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DE13MMF: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 83.83, mínimo de 57.00, máximo de 90.00 y mediana de 85.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 83.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 33.39

y una desviación estándar de 5.78. La tabla 3.67 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.67

Estadística Descriptiva: Variable DE13MMF

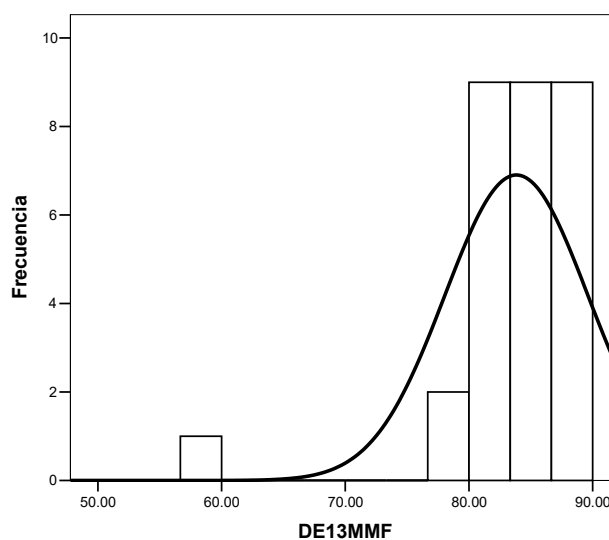
N	30,00
Media	83,83
Mediana	85,00
Moda	83,00
Desviación estándar	5,78
Varianza de la muestra	33,39
Coefficiente de asimetría	-3,60
Curtosis	16,60
Rango	33,00
Mínimo	57,00
Máximo	90,00
Q1	83,00
Q2	85,00
Q3	87,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -3.60, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 16.60 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.133 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.133

95.4.163 Histograma de frecuencias de la variable DE13MMF

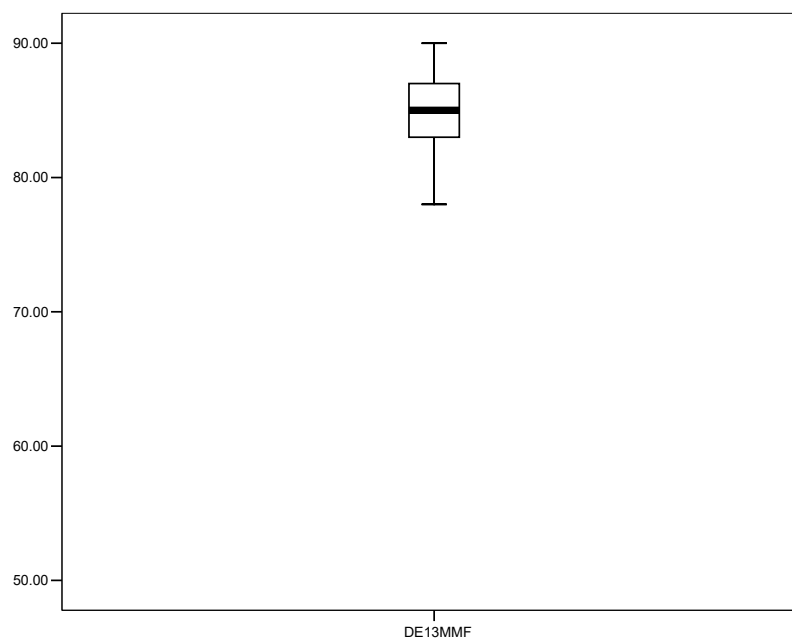
**95.4.164**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.134 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=83.00$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=85.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3= 87.00$.

Gráfico 3.134

95.4.165 Diagrama de cajas de la variable DE13MMF



95.4.166

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPE13MNF: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 12.50, mínimo de 10.00, máximo de 15.00 y mediana de 12.50. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 12.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1.71 y una desviación estándar

de 1.31. La tabla 3.68 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.68

Estadística Descriptiva: Variable HPE13MMF

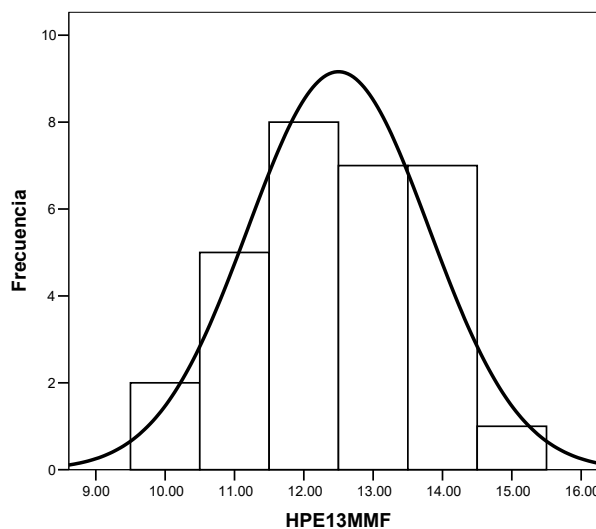
N	30,00
Media	12,50
Mediana	12,50
Moda	12,00
Desviación estándar	1,31
Varianza de la muestra	1,71
Coefficiente de asimetría	-0,15
Curtosis	-0,73
Rango	5,00
Mínimo	10,00
Máximo	15,00
Q1	11,75
Q2	12,50
Q3	14,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.15 , por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.73 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.135 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.135

95.4.167 Histograma de frecuencias de la variable HPE13MMF



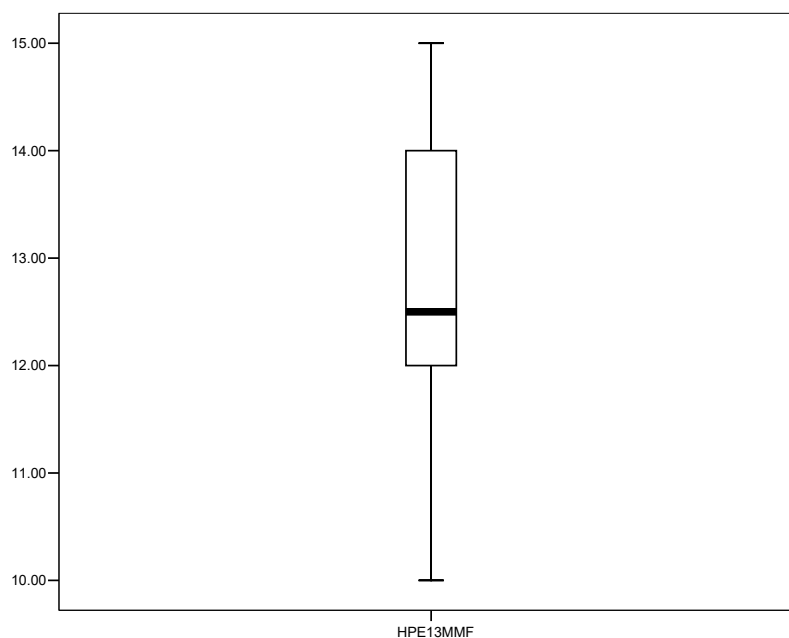
95.4.168

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.136 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=11.75$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=12.50$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3= 14.00$.

Gráfico 3.136

95.4.169 Diagrama de cajas de la variable HPE13MMF



95.4.170

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFE13MMF: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 39.46, mínimo de 35.00, máximo de 44.00 y mediana de 40.00. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 40.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 6.40 y una desviación estándar de 2.53. La tabla 3.69 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.69

Estadística Descriptiva: Variable EFE13MMF

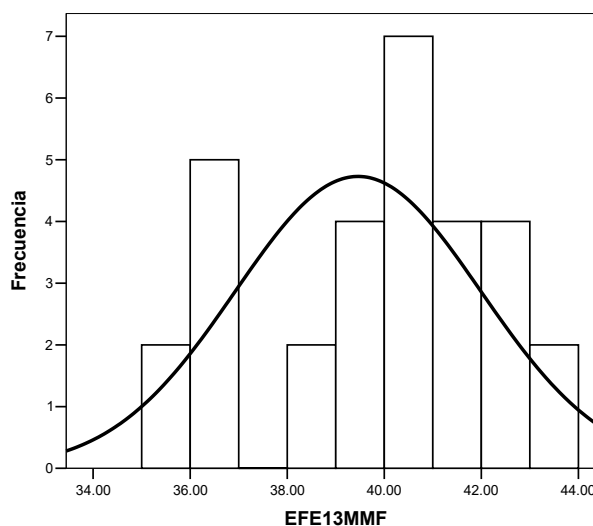
N	30,00
Media	39,46
Mediana	40,00
Moda	40,00
Desviación estándar	2,53
Varianza de la muestra	6,40
Coefficiente de asimetría	-0,29
Curtosis	-0,77
Rango	9,00
Mínimo	35,00
Máximo	44,00
Q1	37,50
Q2	40,00
Q3	41,05

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.29 , por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.77 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.137 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.137

95.4.171 Histograma de frecuencias de la variable EFE13MMF

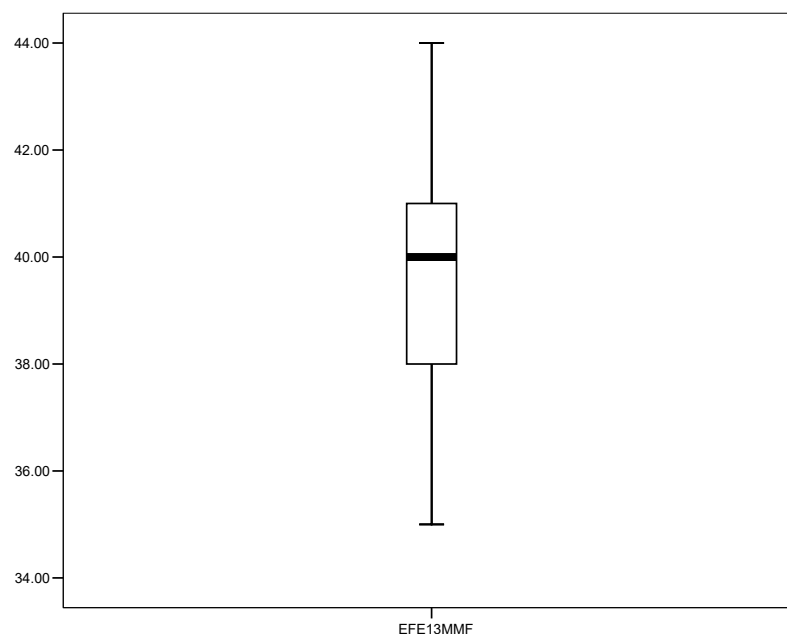
**95.4.172**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.138 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=37.50$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=40.00$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=41.05$.

Gráfico 3.138

95.4.173 Diagrama de cajas de la variable EFE13MMF



95.4.174

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.4.2 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo ESPOL 13 MADRE

INDE13MMF: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 0.27, mínimo de 0.00, máximo de 1.67 y mediana de 0.00. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 0.00. Las

medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 0.36 y una desviación estándar de 0.60. La tabla 3.70 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.70

Estadística Descriptiva: Variable INDE13MMF

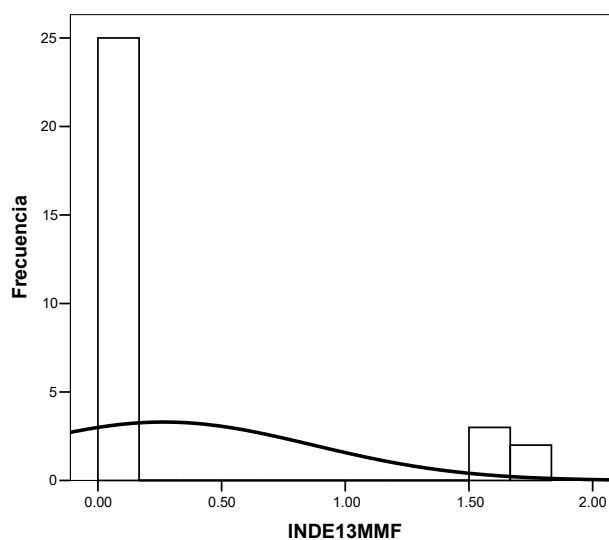
N	30,00
Media	0,27
Mediana	0,00
Moda	0,00
Desviación estándar	0,60
Varianza de la muestra	0,36
Coefficiente de asimetría	1,89
Curtosis	1,71
Rango	1,67
Mínimo	0,00
Máximo	1,67
Q1	0,00
Q2	0,00
Q3	0,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.89, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.71 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.139 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.139

95.4.175 Histograma de frecuencias de la variable INDE13MMF



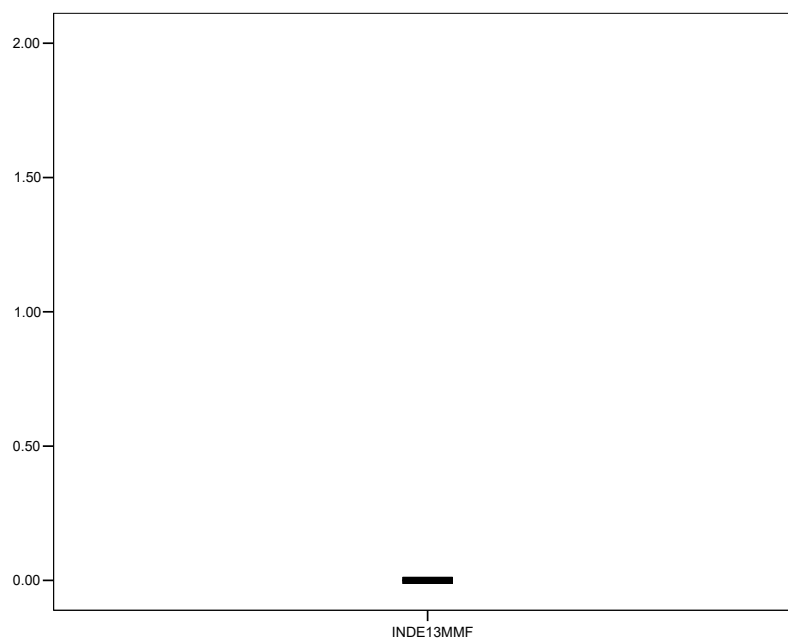
95.4.176

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.140 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=0.00$.

Gráfico 3.140

95.4.177 Diagrama de cajas de la variable INDE13MMF



95.4.178

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.4.3 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo ESPOL 13 HIJO

AE13HMF: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 343.03, mínimo de 220.00, máximo de 410.00 y mediana de 343.50. La moda indica que la altura que más se repite es 365.00 Las medidas de dispersión de

los datos respecto a la media presentan una varianza de 1805.34 y una desviación estándar de 42.49. La tabla 3.71 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.71

Estadística Descriptiva: Variable AE13HMF

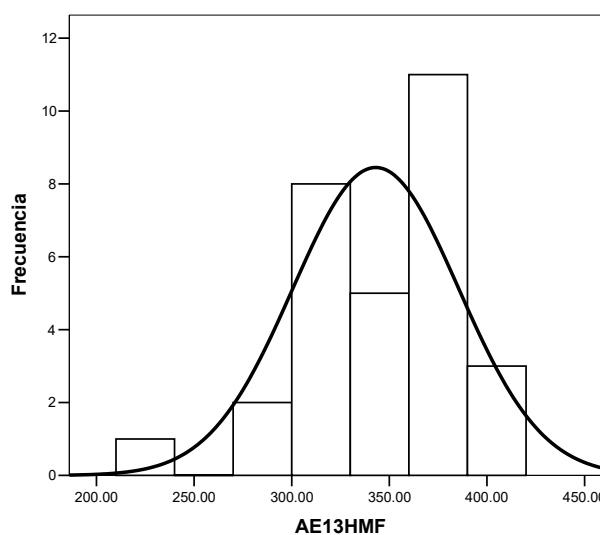
N	30,00
Media	343,03
Mediana	343,50
Moda	365,00
Desviación estándar	42,49
Varianza de la muestra	1805,34
Coefficiente de asimetría	-0,85
Curtosis	0,98
Rango	190,00
Mínimo	220,00
Máximo	410,00
Q1	318,75
Q2	343,50
Q3	374,75

Fuente: CIBE-ESPOL. Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.85, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.98 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.141 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.141

95.4.179 Histograma de frecuencias de la variable AE13HMF

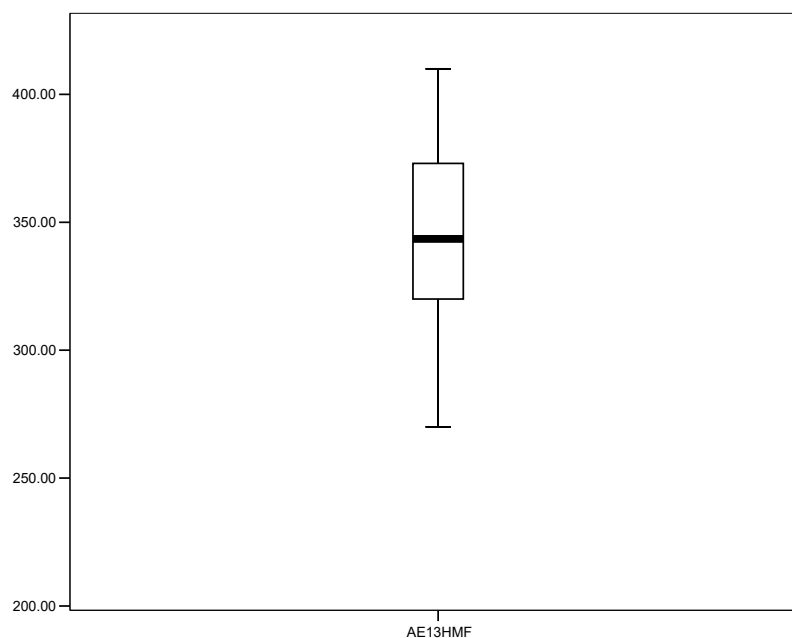
**95.4.180**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.142 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q1=318.75$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q2=343.50$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q3=374.75$.

Gráfico 3.142

95.4.181 Diagrama de cajas de la variable AE13HMF



95.4.182

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DE13HMF: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 83.23, mínimo de 49.00, máximo de 105.00 y mediana de 83.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 79.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 162.60 y una desviación estándar de 12.75. La tabla 3.72 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.72

Estadística Descriptiva: Variable DE13HMF

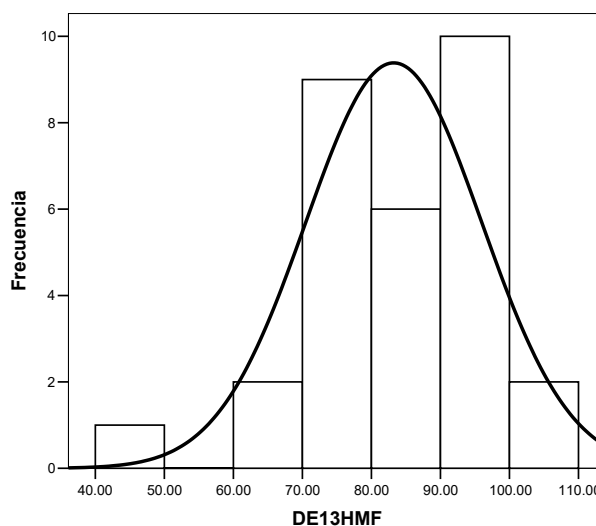
N	30,00
Media	83,23
Mediana	83,00
Moda	79,00
Desviación estándar	12,75
Varianza de la muestra	162,60
Coefficiente de asimetría	-0,61
Curtosis	0,34
Rango	56,00
Mínimo	49,00
Máximo	105,00
Q1	73,75
Q2	83,00
Q3	94,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.61, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.34 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.143 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.143

95.4.183 Histograma de frecuencias de la variable DE13HMF

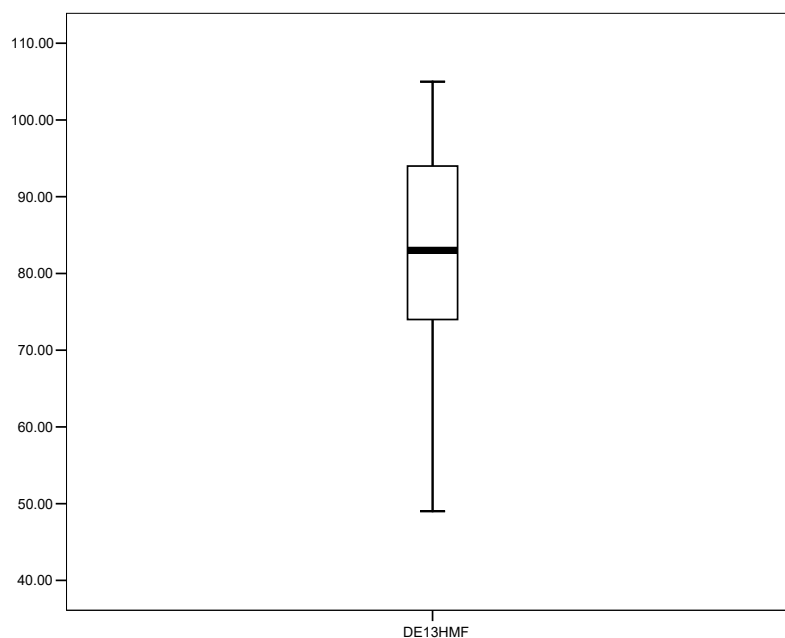
**95.4.184**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.144 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=73.75$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=83.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=94.00$.

Gráfico 3.144

95.4.185 Diagrama de cajas de la variable DE13HMF



95.4.186

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPE13HMF: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 7.33, mínimo de 3.00, máximo de 11.00 y mediana de 8.00. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 8.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 3.20 y una desviación estándar

de 1.79. La tabla 3.73 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.73

Estadística Descriptiva: Variable HPE13HMF

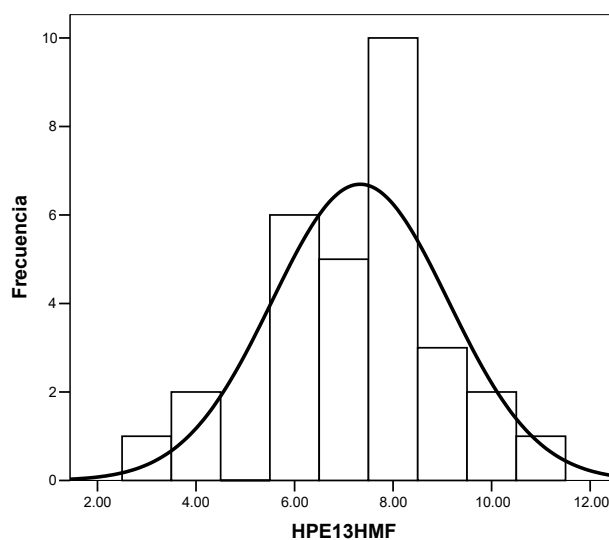
N	30,00
Media	7,33
Mediana	8,00
Moda	8,00
Desviación estándar	1,79
Varianza de la muestra	3,20
Coefficiente de asimetría	-0,43
Curtosis	0,51
Rango	8,00
Mínimo	3,00
Máximo	11,00
Q1	6,00
Q2	8,00
Q3	8,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.43, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.51 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.145 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.145

95.4.187 Histograma de frecuencias de la variable HPE13HMF



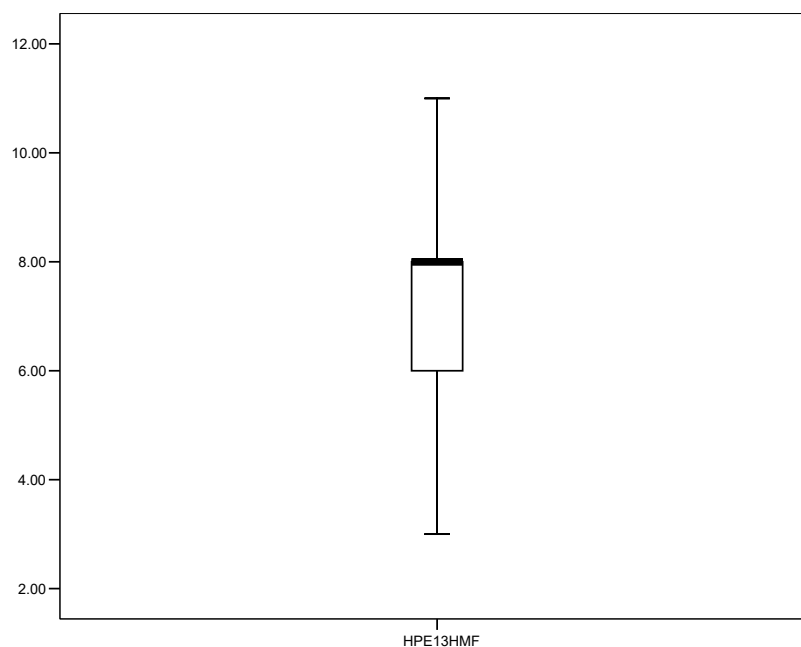
95.4.188

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.146 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q_3=8.00$.

Gráfico 3.146

95.4.189 Diagrama de cajas de la variable HPE13HMF



95.4.190

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFE13HMF: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 30.16, mínimo de 20.00, máximo de 37.00 y mediana de 30.80. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 28.40. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza

de 11.35 y una desviación estándar de 3.37. La tabla 3.74 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.74

Estadística Descriptiva: Variable EFE13HMF

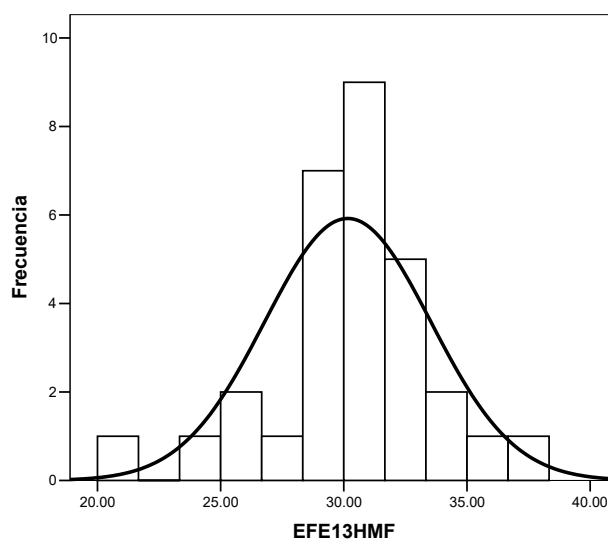
N	30,00
Media	30,16
Mediana	30,80
Moda	28,40
Desviación estándar	3,37
Varianza de la muestra	11,35
Coefficiente de asimetría	-0,82
Curtosis	2,20
Rango	17,00
Mínimo	20,00
Máximo	37,00
Q1	28,40
Q2	30,80
Q3	31,85

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.82, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 2.20 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.147 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.147

95.4.191 Histograma de frecuencias de la variable EFE13HMF

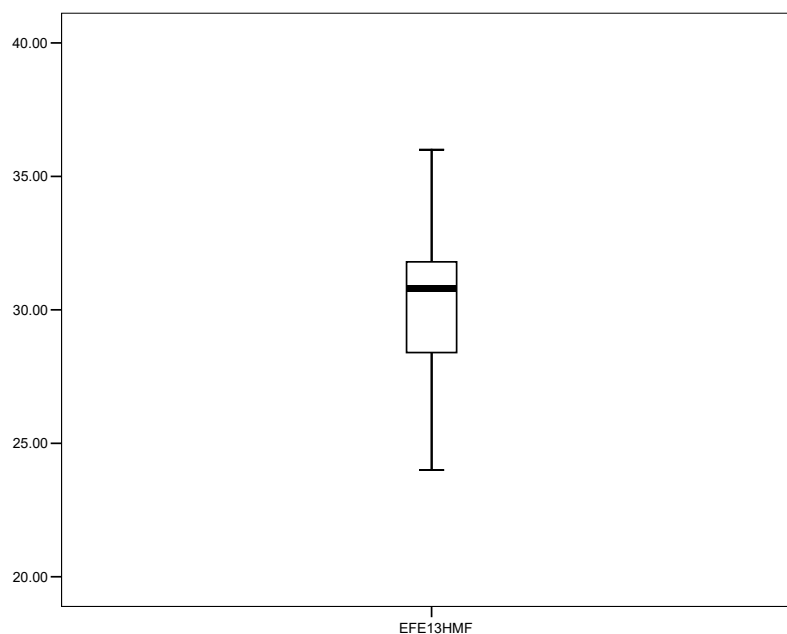
**95.4.192**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.148 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=28.40$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=30.80$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=31.85$.

Gráfico 3.148

95.4.193 Diagrama de cajas de la variable EFE13HMF



95.4.194

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.4.4 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo ESPOL 13 HIJO

INDE13HMF: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo ESPOL 13 perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 8.17, mínimo de 0.00, máximo de 25.00 y mediana de 7.50. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 2.86. Las medidas de dispersión

de los datos respecto a la media presentan una varianza de 37.07 y una desviación estándar de 6.09. La tabla 3.75 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.75

Estadística Descriptiva: Variable INDE13HMF

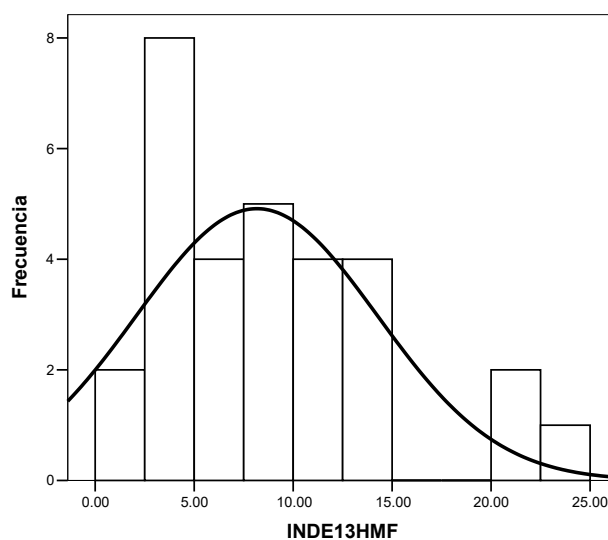
N	30,00
Media	8,17
Mediana	7,50
Moda	2,86
Desviación estándar	6,09
Varianza de la muestra	37,07
Coefficiente de asimetría	1,03
Curtosis	0,93
Rango	25,00
Mínimo	0,00
Máximo	25,00
Q1	2,86
Q2	7,50
Q3	11,91

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.03, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 0.93 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.149 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.149

95.4.195 Histograma de frecuencias de la variable INDE13HMF



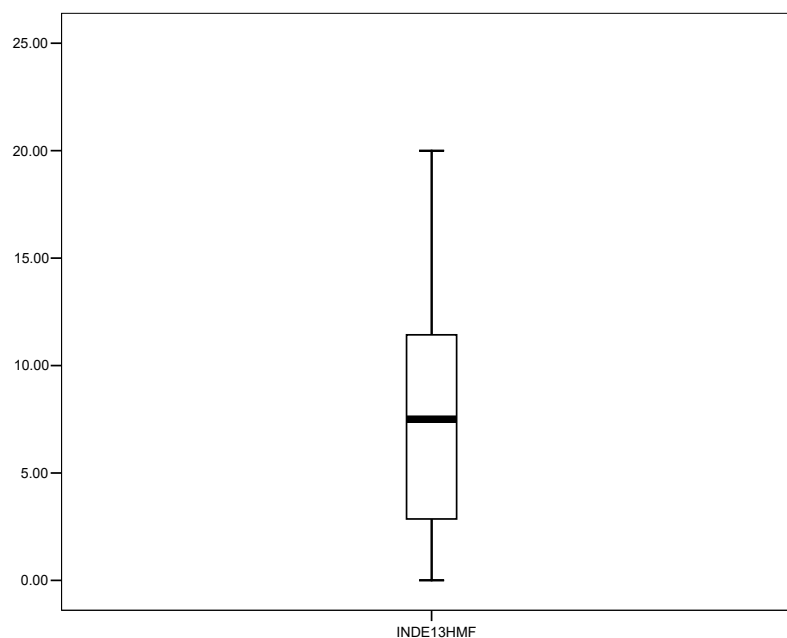
95.4.196

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.150 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=2.86$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=7.50$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=11.91$.

Gráfico 3.150

95.4.197 Diagrama de cajas de la variable INDE13HMF



95.4.198

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.4.5 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo WILLIAMS MADRE

AWMMF: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 344.87, mínimo de 278.00, máximo de 400.00 y mediana de 347.00. La moda indica que la altura que más se repite es 350.00 Las medidas de

dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1211.77 y una desviación estándar de 34.81. La tabla 3.76 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.76

Estadística Descriptiva: Variable AWMMF

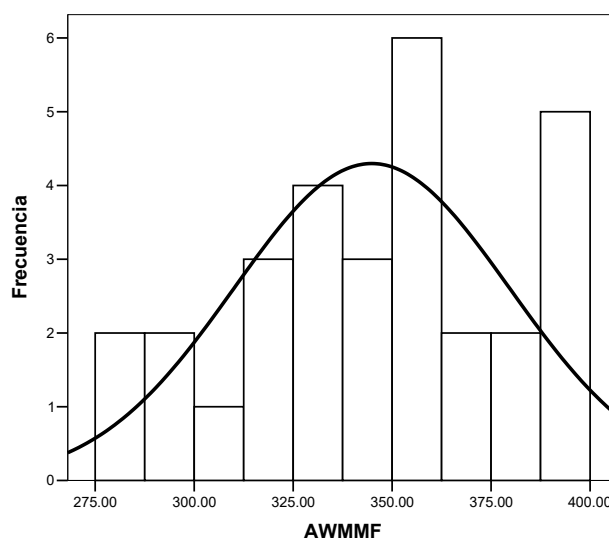
N	30,00
Media	344,87
Mediana	347,00
Moda	350,00
Desviación estándar	34,81
Varianza de la muestra	1211,77
Coefficiente de asimetría	-0,17
Curtosis	-0,67
Rango	122,00
Mínimo	278,00
Máximo	400,00
Q1	320,00
Q2	347,00
Q3	367,50

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.17, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.67 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.151 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.151

95.4.199 Histograma de frecuencias de la variable AWMMF

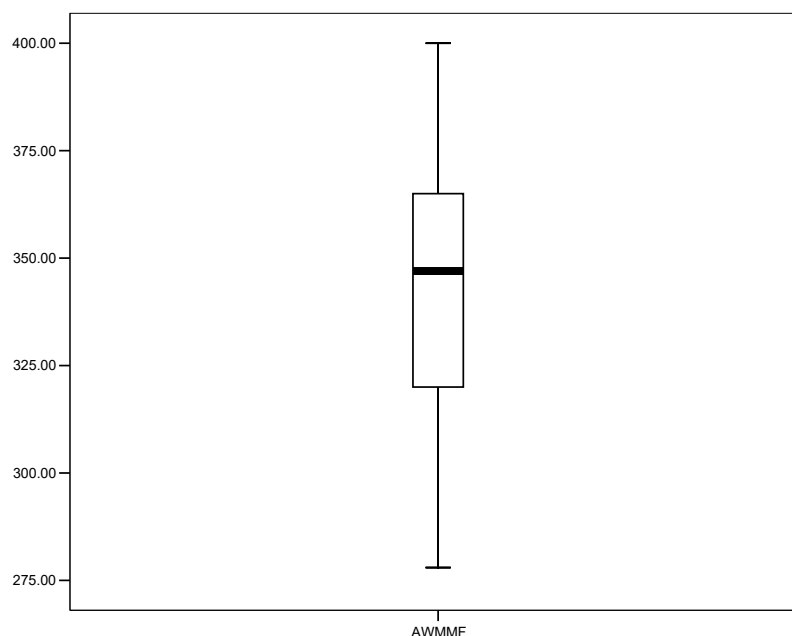
**95.4.200**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.152 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q_1=320.00$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q_2=347.00$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q_3= 367.50$.

Gráfico 3.152

95.4.201 Diagrama de cajas de la variable AWMMF



95.4.202

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DWMMF: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 66.57, mínimo de 52.00, máximo de 77.00 y mediana de 68.00. La moda indica que el diámetro que más se repite es 75.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 54.87 y una desviación estándar de 7.41. La tabla 3.77 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.77

Estadística Descriptiva: Variable DWMMF

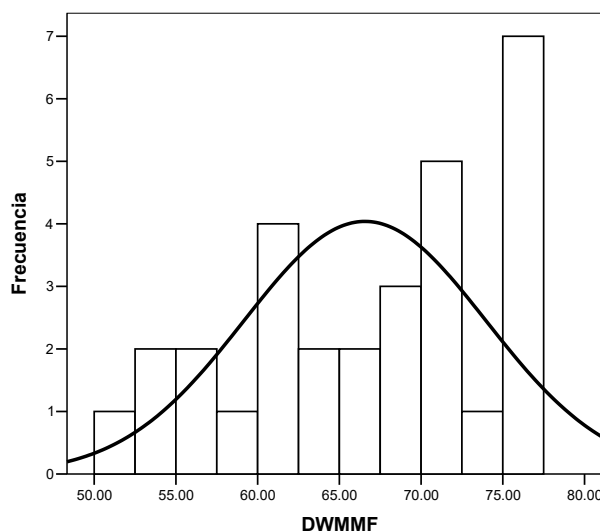
N	30,00
Media	66,57
Mediana	68,00
Moda	75,00
Desviación estándar	7,41
Varianza de la muestra	54,87
Coefficiente de asimetría	-0,44
Curtosis	-0,86
Rango	25,00
Mínimo	52,00
Máximo	77,00
Q1	62,00
Q2	68,00
Q3	73,50

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.44, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.86 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.153 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.153

95.4.203 Histograma de frecuencias de la variable DWMMF



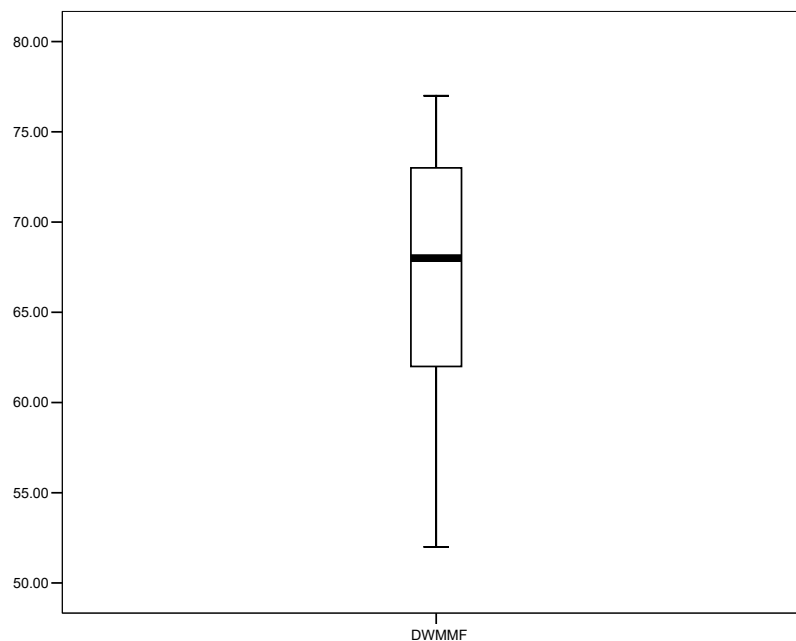
95.4.204

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.154 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=62.00$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=68.00$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=73.50$.

Gráfico 3.154

95.4.205 Diagrama de cajas de la variable DWMMF



95.4.206

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPWMMF: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 9.60, mínimo de 7.00, máximo de 13.00 y mediana de 9.50. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 9.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 3.35 y una desviación estándar

de 1.83. La tabla 3.78 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.78

Estadística Descriptiva: Variable HPWMMF

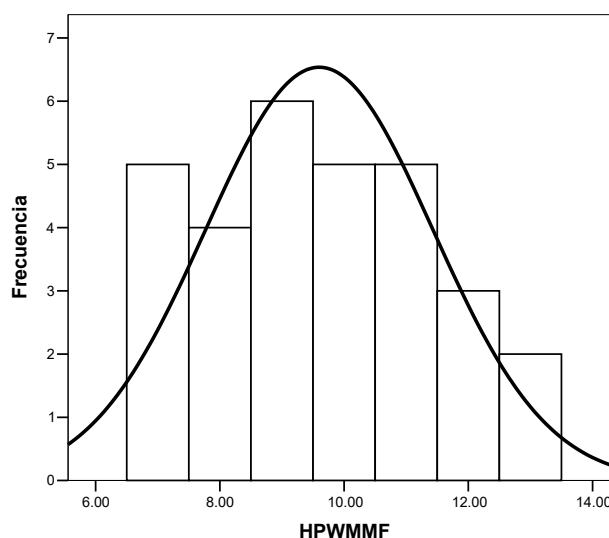
N	30,00
Media	9,60
Mediana	9,50
Moda	9,00
Desviación estándar	1,83
Varianza de la muestra	3,35
Coefficiente de asimetría	0,17
Curtosis	-0,91
Rango	6,00
Mínimo	7,00
Máximo	13,00
Q1	8,00
Q2	9,50
Q3	11,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.17, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.91 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.155 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.155

95.4.207 Histograma de frecuencias de la variable HPWMMF



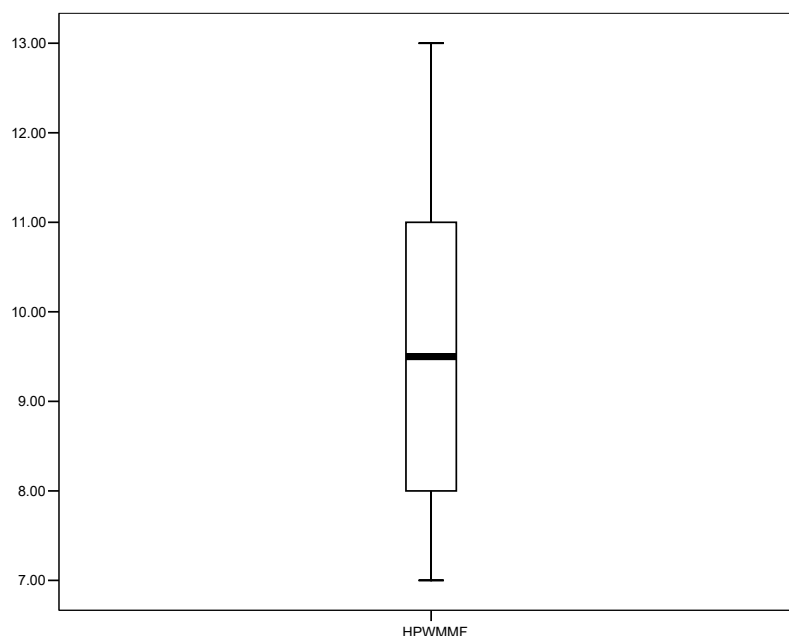
95.4.208

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.156 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=8.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=9.50$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=11.00$.

Gráfico 3.156

95.4.209 Diagrama de cajas de la variable HPWMMF



95.4.210

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFWMMF: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 28.44, mínimo de 20.00, máximo de 33.00 y mediana de 29.00. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 31.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 9.87 y una desviación estándar de 3.14. La tabla 3.79 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.79

Estadística Descriptiva: Variable EFWMMF

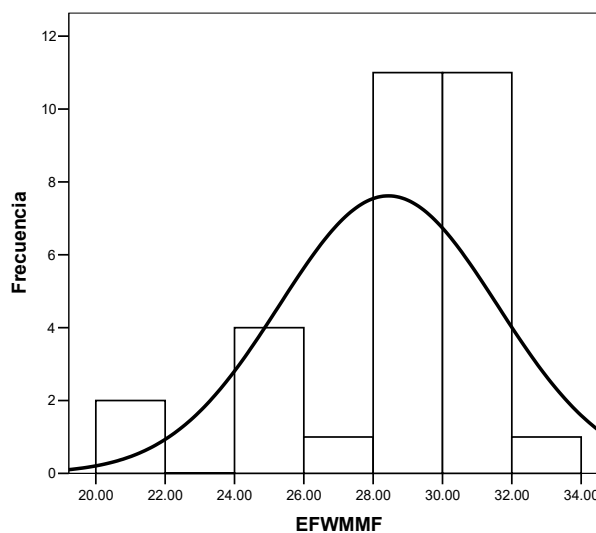
N	30,00
Media	28,44
Mediana	29,00
Moda	31,00
Desviación estándar	3,14
Varianza de la muestra	9,87
Coefficiente de asimetría	-1,38
Curtosis	1,80
Rango	13,00
Mínimo	20,00
Máximo	33,00
Q1	27,75
Q2	29,00
Q3	31,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -1.38, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.80 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.157 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.157

95.4.211 Histograma de frecuencias de la variable EFWMMF



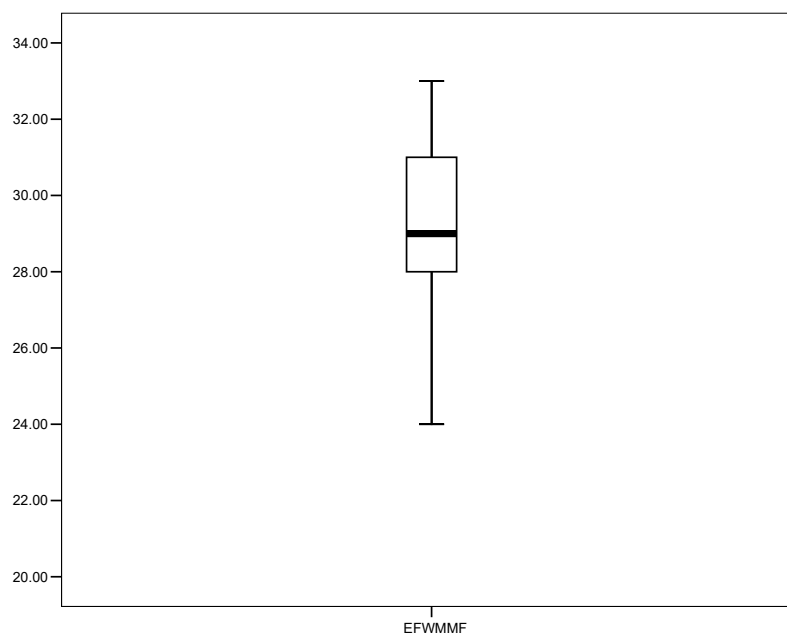
95.4.212

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.158 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=27.75$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=29.00$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=31.00$.

Gráfico 3.158

95.4.213 Diagrama de cajas de la variable EFWMMF



95.4.214

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.4.6 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo WILLIAMS MADRE

INDWMMF: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la primera generación o “MADRE” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 11.18, mínimo de 0.00, máximo de 35.38 y mediana de 9.93. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 16.00. Las

medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 80.28 y una desviación estándar de 8.96. La tabla 3.80 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.80

Estadística Descriptiva: Variable INDWMMF

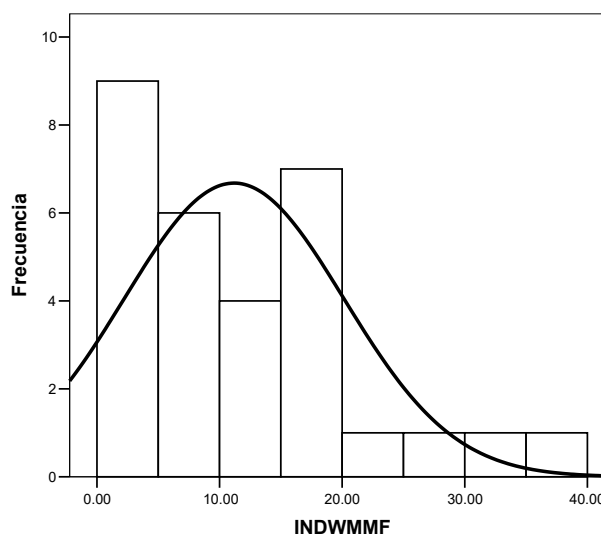
N	30,00
Media	11,18
Mediana	9,93
Moda	16,00
Desviación estándar	8,96
Varianza de la muestra	80,28
Coefficiente de asimetría	1,08
Curtosis	1,10
Rango	35,38
Mínimo	0,00
Máximo	35,38
Q1	3,91
Q2	9,93
Q3	16,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 1.08, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 1.10 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.159 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.159

95.4.215 Histograma de frecuencias de la variable INDWMMF

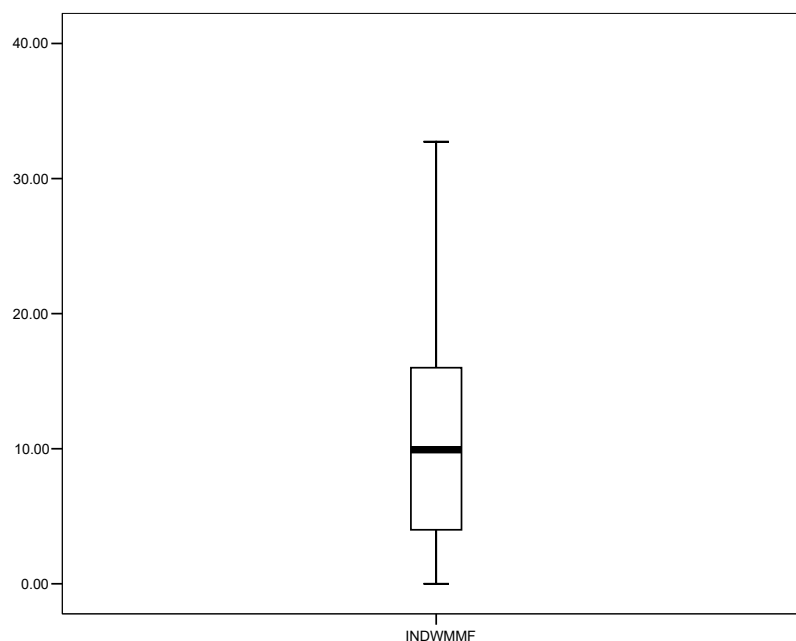
**95.4.216**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.160 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=3.91$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=9.93$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=16.00$.

Gráfico 3.160

95.4.217 Diagrama de cajas de la variable INDWMMF



95.4.218

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.4.7 Variables relacionadas con la planta o descriptoras de la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo WILLIAMS HIJO

AWHMF: Esta variable mide la altura del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la altura de las plantas de esta variedad estudiada es de 319.60, mínimo de 245.00, máximo de 378.00 y mediana de 316.00. La moda indica que la

altura que más se repite es 315.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 1302.94 y una desviación estándar de 36.10. La tabla 3.81 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.81

Estadística Descriptiva: Variable AWHMF

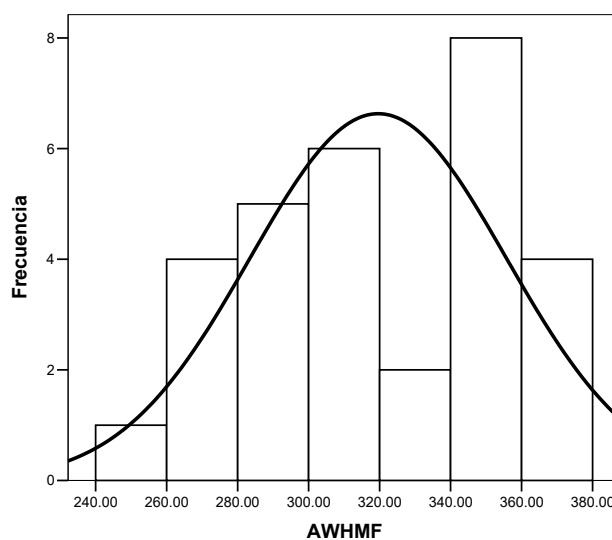
N	30,00
Media	319,60
Mediana	316,00
Moda	315,00
Desviación estándar	36,10
Varianza de la muestra	1302,94
Coefficiente de asimetría	-0,18
Curtosis	-0,93
Rango	133,00
Mínimo	245,00
Máximo	378,00
Q1	287,25
Q2	316,00
Q3	351,25

Fuente: CIBE-ESPOL. Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.18, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.93 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.161 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntiagudez y al sesgo.

Gráfico 3.161

95.4.219 Histograma de frecuencias de la variable AWHMF

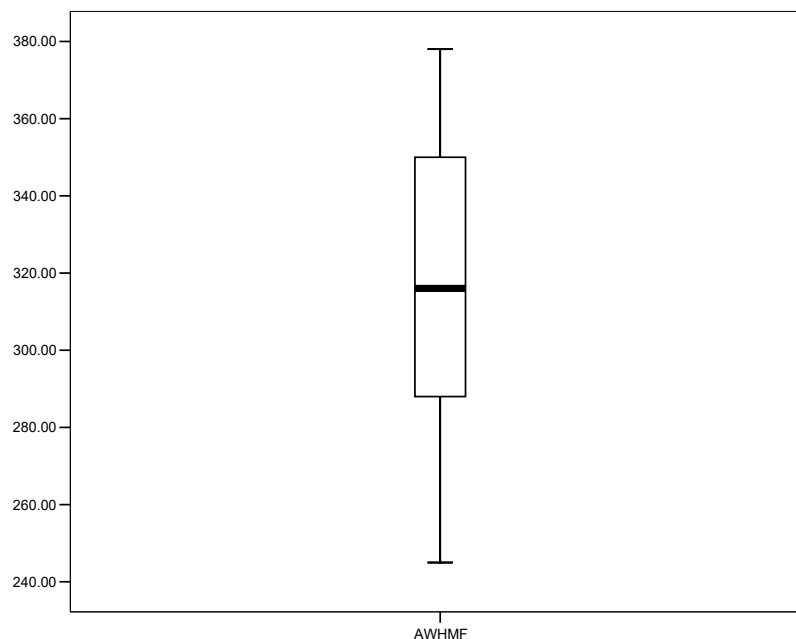
**95.4.220**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.162 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una altura menor al primer cuartil $Q_1=287.25$, el 50% de las observaciones poseen una altura menor al segundo cuartil $Q_2=316.00$ y el 75% de las observaciones poseen una altura menor al tercer cuartil $Q_3=351.25$.

Gráfico 3.162

95.4.221 Diagrama de cajas de la variable AWHMF



95.4.222

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

DWHMF: Esta variable mide el diámetro del pseudotallo de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del diámetro de las plantas de esta variedad estudiada es de 62.53, mínimo de 45.00, máximo de 74.00 y mediana de 64.50. La moda indica que el diámetro que más se repite es 69.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 64.60

y una desviación estándar de 8.04. La tabla 3.82 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.82

Estadística Descriptiva: Variable DWHMF

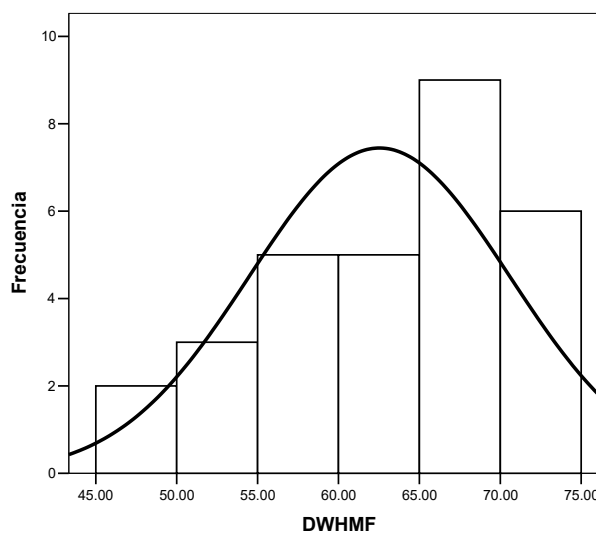
N	30,00
Media	62,53
Mediana	64,50
Moda	69,00
Desviación estándar	8,04
Varianza de la muestra	64,60
Coefficiente de asimetría	-0,67
Curtosis	-0,37
Rango	29,00
Mínimo	45,00
Máximo	74,00
Q1	56,75
Q2	64,50
Q3	69,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.67, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.37 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.163 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.163

95.4.223 Histograma de frecuencias de la variable DWHMF



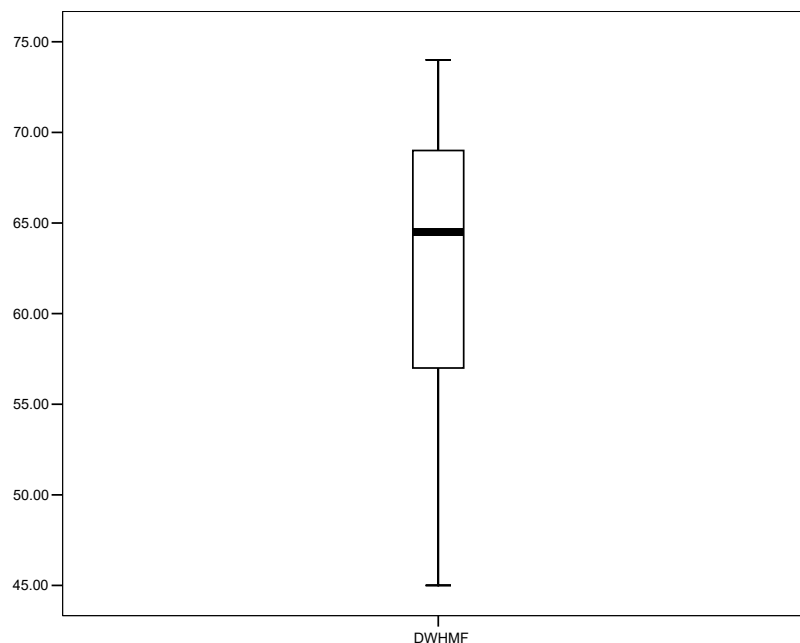
95.4.224

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.164 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un diámetro menor al primer cuartil $Q1=56.75$, el 50% de las observaciones poseen un diámetro menor al segundo cuartil $Q2=64.50$ y el 75% de las observaciones poseen un diámetro menor al tercer cuartil $Q3=69.00$.

Gráfico 3.164

95.4.225 Diagrama de cajas de la variable DWHMF



95.4.226

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

HPWHMF: Esta variable mide el número de hojas presentes de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del número de hojas presentes en las plantas de esta variedad estudiada es de 8.33, mínimo de 5.00, máximo de 11.00 y mediana de 8.50. La moda indica que el número de hojas presentes que más se repite es 7.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 2.71 y una desviación estándar

de 1.65. La tabla 3.83 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.83

Estadística Descriptiva: Variable HPWHMF

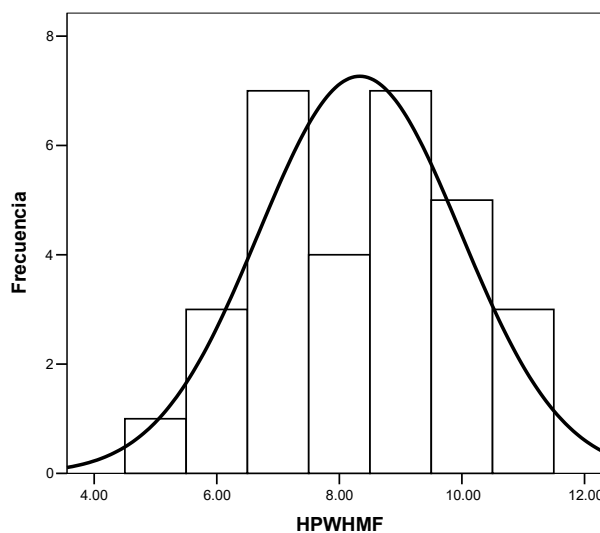
N	30,00
Media	8,33
Mediana	8,50
Moda	7,00
Desviación estándar	1,65
Varianza de la muestra	2,71
Coefficiente de asimetría	-0,08
Curtosis	-0,88
Rango	6,00
Mínimo	5,00
Máximo	11,00
Q1	7,00
Q2	8,50
Q3	10,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -0.08, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.88 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o llamada también achatada. El histograma del Gráfico 3.165 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.165

95.4.227 Histograma de frecuencias de la variable HPWHMF



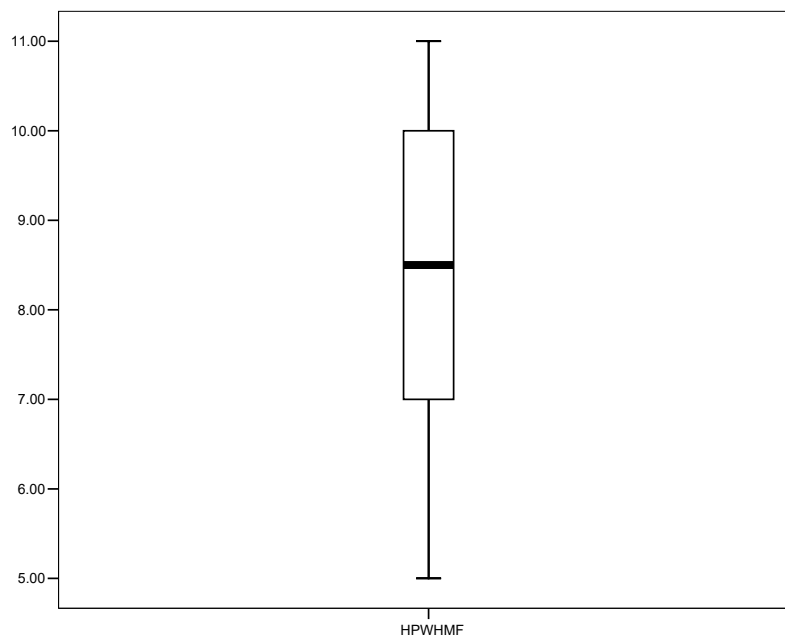
95.4.228

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.166 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un número de hojas menor al primer cuartil $Q1=7.00$, el 50% de las observaciones poseen un número de hojas menor al segundo cuartil $Q2=8.50$ y el 75% de las observaciones poseen un número de hojas menor al tercer cuartil $Q3=10.00$.

Gráfico 3.166

95.4.229 Diagrama de cajas de la variable HPWHMF



95.4.230

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

EFWHMF: Esta variable mide la emisión folear de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media de la emisión folear en las plantas de esta variedad estudiada es de 26.18, mínimo de 13.00, máximo de 29.00 y mediana de 26.00. La moda indica que la emisión folear que más se repite es 26.00. Las medidas de dispersión de los datos respecto a la media presentan una varianza de 8.28 y una desviación estándar de 2.88. La tabla 3.84 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.84

Estadística Descriptiva: Variable EFWHMF

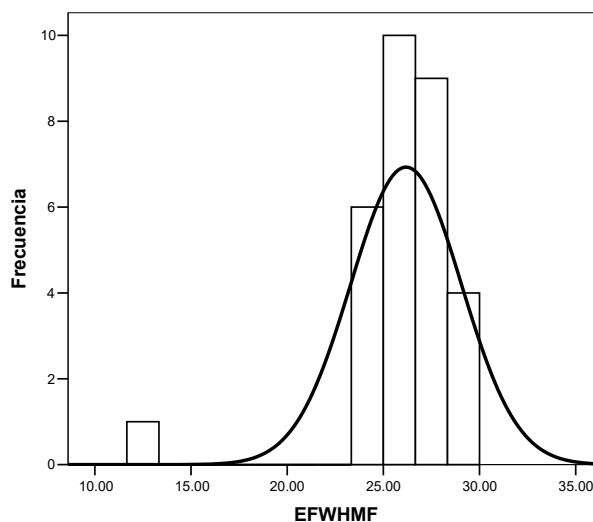
N	30,00
Media	26,18
Mediana	26,00
Moda	26,00
Desviación estándar	2,88
Varianza de la muestra	8,28
Coefficiente de asimetría	-3,40
Curtosis	15,55
Rango	16,00
Mínimo	13,00
Máximo	29,00
Q1	25,75
Q2	26,00
Q3	28,00

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a -3.40, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica negativa o que tiene cola a la izquierda y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a 15.55 por lo que a la variable se la define como leptocúrtica, es decir su distribución de frecuencias es más apuntada que la distribución normal. El histograma del Gráfico 3.167 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.167

95.4.231 Histograma de frecuencias de la variable EFWHMF

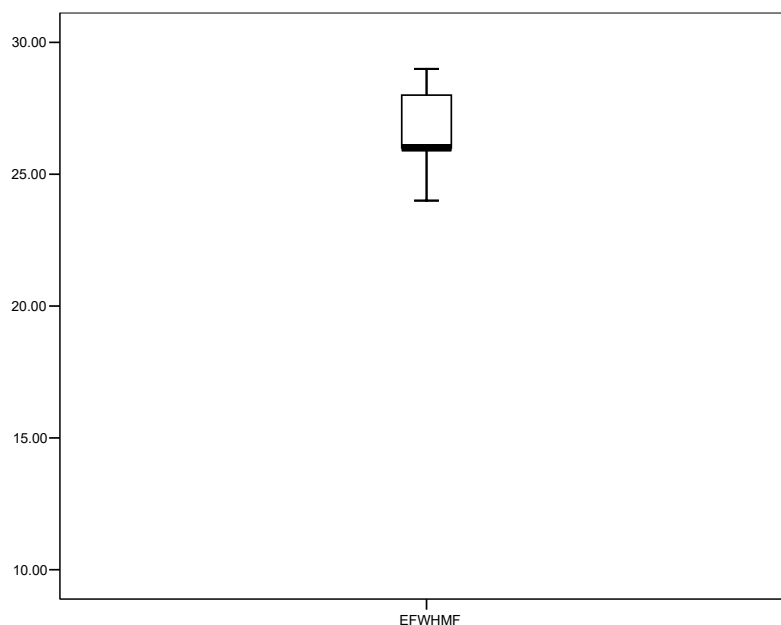
**95.4.232**

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.168 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen una emisión folear menor al primer cuartil $Q1=25.75$, el 50% de las observaciones poseen una emisión folear menor al segundo cuartil $Q2=26.00$ y el 75% de las observaciones poseen una emisión folear menor al tercer cuartil $Q3=28.00$.

Gráfico 3.168

95.4.233 Diagrama de cajas de la variable EFWHMF



95.4.234

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

3.4.8 Variable relacionada con la Infección de Sigatoka Negra en la planta de banano - Hacienda Miraflores: Genotipo WILLIAMS HIJO

INDWHMF: Esta variable mide el índice de infección de la planta de banano del genotipo WILLIAMS perteneciente a la segunda generación o “HIJO” en la Hacienda Miraflores, entre las medidas descriptivas encontramos que la media del índice de infección en las plantas de esta variedad estudiada es de 5.84, mínimo de 0.00, máximo de 15.00 y mediana de 5.36. La moda indica que el índice de infección que más se repite es 0.00. Las medidas de dispersión

de los datos respecto a la media presentan una varianza de 19.51 y una desviación estándar de 4.42. La tabla 3.85 presenta el resumen de las estadísticas descriptivas básicas.

Tabla 3.85

Estadística Descriptiva: Variable INDWHMF

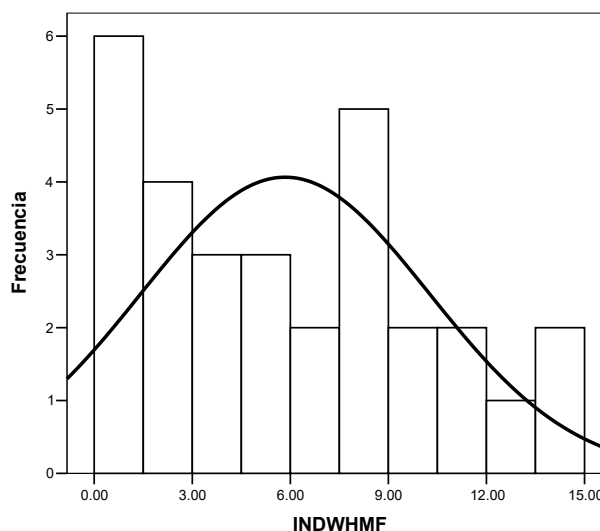
N	30,00
Media	5,84
Mediana	5,36
Moda	0,00
Desviación estándar	4,42
Varianza de la muestra	19,51
Coefficiente de asimetría	0,29
Curtosis	-0,80
Rango	15,00
Mínimo	0,00
Máximo	15,00
Q1	2,17
Q2	5,36
Q3	8,94

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El coeficiente de asimetría es igual a 0.29, por lo tanto la variable tiene una distribución asimétrica positiva o que tiene cola a la derecha y el coeficiente de aplastamiento de Fisher o curtosis es igual a -0.80 por lo que a la variable se la define como platicúrtica, es decir su distribución de frecuencias es menos apuntada que la distribución normal o también llamada achatada. El histograma del Gráfico 3.169 permite visualizar claramente la distribución de ésta variable en cuanto a la puntigudez y al sesgo.

Gráfico 3.169

95.4.235 Histograma de frecuencias de la variable INDWHMF



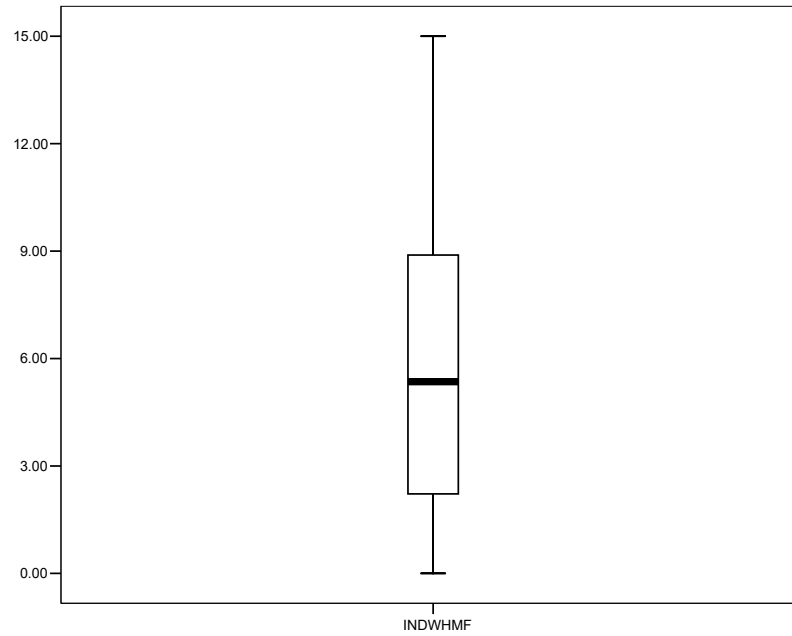
95.4.236

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

El diagrama de cajas del Gráfico 3.170 muestra los cuartiles de la variable de donde se tiene que el 25% de las observaciones poseen un índice de infección menor al primer cuartil $Q1=2.17$, el 50% de las observaciones poseen un índice de infección menor al segundo cuartil $Q2=5.36$ y el 75% de las observaciones poseen un índice de infección menor al tercer cuartil $Q3=8.94$.

Gráfico 3.170

95.4.237 Diagrama de cajas de la variable INDWHMF



95.4.238

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD GENÉTICA

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza el análisis de la estabilidad genética, el que consiste en analizar en primer lugar a los genotipos por medio del método propuesto por Eberhart y Russell en el año 1966 que está basado en la técnica estadística de regresión lineal. Mediante este método se calculan los parámetros de regresión a partir de los cuales se hacen las respectivas inferencias sobre el tipo de estabilidad y adaptabilidad que un determinado genotipo presenta.

También se realizan análisis multivariados mediante la aplicación de los modelos AMMI (Método de los efectos aditivos principales e interacciones multiplicativas) (Mandel 1971) y del modelo SREG (Modelo de regresión de sitios) (Cornelius y Crossa, 1997) que están basados en el análisis de componentes principales y mediante la representación simultánea de genotipos y ambientes en un gráfico de dos dimensiones llamado Biplot se pueden interpretar fácilmente los resultados obtenidos.

Por lo tanto mediante el Biplot en el modelo AMMI se pueden observar las diferencias entre ambientes, el grado de interacción de los genotipos con el ambiente, la estabilidad y las adaptaciones específicas de algunos genotipos a determinados ambientes; y con el modelo SREG se pueden ver los ambientes similares, los mejores genotipos adaptados para esos ambientes, la estabilidad que presentan y también la diferenciación de mega-ambientes.

4.1 Método de Eberhart S.A. & Russell W.A.

Eberhart S.A. y Russell W.A. en 1966 propusieron un modelo para medir la estabilidad genética de los vegetales, el que está basado en la técnica estadística de regresión lineal (Ver Apéndice 1) y para lo cual consideraron dos parámetros empíricos: la pendiente de la recta de regresión lineal (β_{1i}) y las desviaciones de la recta de regresión (S^2_{di}).

Para Eberhart y Russell las desviaciones de la regresión son indicativas del grado de confiabilidad de la respuesta lineal estimada, la misma que caracteriza cuan predecible es un genotipo.

Ahora supongamos que disponemos de “g” genotipos y “e” ambientes, los mismos que están dispuestos en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1

Disposición de los datos en filas (genotipos) y en columnas (ambientes).

		96 Ambientes					
97 Genotipos		1	2	3	...	e	98 Medias
	1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	...	Y_{1e}	$\bar{Y}_{1\bullet}$
	2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	...	Y_{2e}	$\bar{Y}_{2\bullet}$
	3	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	...	Y_{3e}	$\bar{Y}_{3\bullet}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	g	Y_{g1}	Y_{g2}	Y_{g3}	...	Y_{ge}	$\bar{Y}_{g\bullet}$
99 Medias		$\bar{Y}_{\bullet 1}$	$\bar{Y}_{\bullet 2}$	$\bar{Y}_{\bullet 3}$...	$\bar{Y}_{\bullet e}$	$\bar{Y}_{\bullet\bullet}$

Elaboración: Johnny Jiménez

En esta tabla de dimensión $g \times e$, se encuentran las medias de las combinaciones entre genotipo y ambiente, es decir cada Y_{ij} representa el promedio del genotipo i en el ambiente j ; los cuales se encuentran diseminados en la tabla así: los genotipos g_i están colocados en filas ($i = 1, 2, \dots, g$) y los ambientes e_j en columnas ($j = 1, 2, \dots, e$).

Además en la última fila se encuentran las medias ambientales debida a los genotipos y en la última columna se encuentran las medias genotípicas debida a los ambientes, y el elemento que se encuentran en la esquina inferior derecha de la tabla representa la media general de todas las observaciones.

El modelo propuesto por Eberhart y Russell es el siguiente:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la media del genotipo i en el ambiente j .

β_{0i} : Es la media general del genotipo i ($i = 1, 2, \dots, g$) en todos los ambientes.

β_{1i} : Es la respuesta lineal del genotipo i a la variación ambiental (coeficiente de regresión que mide la respuesta del genotipo i al variar los ambientes).

I_j : Índice ambiental del ambiente j -ésimo, tal que $\sum_j I_j = 0$ para $j=1,2,\dots,e$; que se calcula como la desviación del promedio de los genotipos en un ambiente dado a partir del promedio general

$$I_j = \frac{\sum_i Y_{ij}}{g} - \bar{Y}_{..}$$

δ_{ij} : Es la desviación de la regresión.

ε_{ij} : Es el error experimental.

Las estimaciones de los parámetros β_{0i} y β_{1i} son estimados a través del método de mínimos cuadrados por medio del estimador BLUE (Best Linear Unbiased Estimator o su equivalente en español El Mejor Estimador Lineal Insesgado) y es obtenido por:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y$$

Donde:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ Y_{i2} \\ \vdots \\ Y_{ie} \end{bmatrix} \quad y \quad X = \begin{bmatrix} \mathbf{1} & I_1 \\ \mathbf{1} & I_2 \\ \vdots & \vdots \\ \mathbf{1} & I_e \end{bmatrix}$$

X' es la matriz transpuesta de X .

Entonces al multiplicar las matrices X' y X , tenemos:

$$X'X = \begin{bmatrix} e & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \sum_j I_j^2 \end{bmatrix}$$

y al obtener la matriz inversa de $X'X$, se tiene que:

$$(X'X)^{-1} = \frac{\mathbf{1}}{e \sum_j I_j^2} \begin{bmatrix} \sum_j I_j^2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & e \end{bmatrix}$$

Por otro lado, calculamos el producto de las matrices X' e Y de donde encontramos la siguiente matriz:

$$X'Y = \begin{bmatrix} e\bar{Y}_{i\cdot} \\ \sum_j Y_{ij} I_j \end{bmatrix}$$

Finalmente si multiplicamos las matrices $(X'X)^{-1}$ y $X'Y$ obtenemos la matriz:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y$$

Por lo tanto, las estimaciones de los parámetros de regresión están

dados por:

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{0i} \\ \hat{\beta}_{1i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{Y}_{i\cdot} \\ \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2} \end{bmatrix}$$

La medida de la estabilidad (S^2_{di}) es dada por:

$$S^2_{di} = \frac{\left[\sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})^2 - \hat{\beta}_{1i}^2 \sum_j I_j^2 \right]}{g - 2}$$

Por este método, se considera que un genotipo es estable cuando su productividad media es alta (si se estuviese estudiando a la variable rendimiento), coeficiente de regresión igual a uno, y la desviación de la regresión cercana a cero, en otras palabras, sería un genotipo sensible a la mejora de las condiciones ambientales y de comportamiento altamente previsible. Para conocer la significancia estadística del parámetro β_{1i} en los modelos de regresión que se obtengan, se utiliza la prueba t y se realizan los siguientes contrastes de hipótesis para verificar si el parámetro β_{1i} se considera estadísticamente igual a uno, menor a uno o mayor que uno.

$$H_0 : \beta_{1i} = 1$$

$$H_1 : \beta_{1i} \neq 1$$

$$EP : t = \frac{\hat{\beta}_{1i} - 1}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_\varepsilon^2}{\sum_j I_j^2}}}$$

$$RR : |t| > t_{\frac{\alpha}{2}; e-2}$$

$$H_0 : \beta_{1i} = 1$$

$$H_1 : \beta_{1i} > 1$$

$$EP : t = \frac{\hat{\beta}_{1i} - 1}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_\varepsilon^2}{\sum_j I_j^2}}}$$

$$RR : t > t_{\alpha; e-2}$$

$$H_0 : \beta_{1i} = 1$$

$$H_1 : \beta_{1i} < 1$$

$$EP : t = \frac{\hat{\beta}_{1i} - 1}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_\varepsilon^2}{\sum_j I_j^2}}}$$

$$RR : t < -t_{\alpha; e-2}$$

Donde:

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{SCE}{e-2} \quad \text{y} \quad SCE = \sum_{j=1}^e (Y_{ie} - \hat{Y}_{ie})^2$$

Pero dentro del análisis de regresión cabe la posibilidad de que el coeficiente de regresión β_{1i} sea estadísticamente igual a cero, para esto se realiza el siguiente contraste de hipótesis:

$$H_0 : \beta_{1i} = 0$$

$$H_1 : \beta_{1i} \neq 0$$

$$EP : F = \frac{CMR}{CME}$$

$$RR : F > F_{(1-\alpha); 1; e-2}$$

Donde el estadístico de prueba F se obtiene de la tabla ANOVA para regresión lineal.

99.1.1 Tabla ANOVA para el análisis de regresión lineal

99.2 Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Regresión	1	SCR	CMR=SCR/1	F=CMR/CME
Error	e-2	SCE	CME=SCE/(e-2)	
Total	e-1	SCT		

Y las correspondientes sumas de cuadrados de regresión, del error y total están dadas por:

$$SCR = \sum_{j=1}^e \left(\hat{Y}_{ie} - \bar{Y}_{i\cdot} \right)^2$$

$$SCE = \sum_{j=1}^e \left(Y_{ie} - \hat{Y}_{ie} \right)^2$$

$$SCT = \sum_{j=1}^e \left(Y_{ie} - \bar{Y}_{i\cdot} \right)^2$$

Y el Coeficiente de determinación es obtenido por medio de:

$$R^2 = \frac{SCR}{SCT}, \quad 0 \leq R^2 \leq 1$$

Como este modelo está basado en el análisis de regresión lineal

simple se supone que en los errores del modelo:

- **La esperanza de la distribución de los errores es 0.**
- **La varianza de la distribución de los errores es constante.**
- **Los errores son variables aleatorias normales e independientes.**

Estas tres propiedades se resumen indicando que $\varepsilon_{ij} \sim NIID(0, \sigma^2)$ y que se lee así: Los errores son variables aleatorias normales independientes e idénticamente distribuidas con esperanza 0 y varianza σ^2 .

Esta metodología permite que se haga una separación de las sumas de cuadrados de la interacción Genotipo x Ambiente en dos partes, una debida a la regresión lineal y la otra a las desviaciones de la regresión. La estabilidad y la adaptabilidad de los genotipos son obtenidas en función del coeficiente de regresión β_{1i} y de su productividad media $\bar{Y}_{i\cdot}$, respectivamente. Así, cuando los genotipos presentan coeficientes de regresión iguales a uno, se los consideran de estabilidad media (sentido agronómico). Cuando se asocian a promedios altos, se consideran de adaptabilidad general, en caso contrario son considerados poco adaptados. Los genotipos con coeficientes de regresión mayores que uno, se dice que presentan estabilidad debajo de la media, adaptándose específicamente para los ambientes con mejores promedios (ambientes favorables), mientras que, con coeficientes de regresión menores que uno, se dice que se adaptan específicamente para los ambientes con promedios bajos (ambientes desfavorables). Aquellos con β_{1i} iguales a cero se definen como de estabilidad absoluta (estabilidad en el sentido

biológico) y, si estuvieran asociados con promedios altos, se caracterizarán como el genotipo ideal (Bilbro & Ray, 1976).

Según Becker & León, (1988) y Romagosa & Fox, (1993), la gran mayoría de investigadores usan el análisis de regresión para estudiar la estabilidad genética. Sin embargo, el uso de la regresión lineal simple, como la propuesta por Eberhart & Russel (1966), ha sido ampliamente discutida, principalmente, por el hecho que los índices ambientales, tal como fueron tomados, no son independientes de las variedades probadas (el índice ambiental es obtenido a partir de los propios datos) y esto provocó algunas críticas de la comunidad estadística (Lin et al., 1986; Crossa, 1990; Storck & Vencovsky, 1994).

Según Crossa (1990), entre las principales limitaciones del uso de la regresión lineal simple como la metodología para poder estimar la estabilidad genética de genotipos, está en la dependencia que existe entre la variable que mide el índice ambiental (I_j) y la productividad media del genotipo $\bar{Y}_{i.}$, ya que la primera es obtenida en función de \bar{Y}_{ij} . Eso viola uno de los principios del análisis de regresión que es la independencia entre las variables X e Y. Storck & Vencovsky (1994), concluyeron que la varianza asociada a la variable independiente (el índice ambiental) es función del número de ambientes, de repeticiones dentro de los ambientes y de los tratamientos involucrados, además, del

error experimental y de la varianza de bloques dentro de los ambientes. Es oportuno señalar que la varianza es mayor cuando el número de genotipos presentes en el estudio es pequeño ($g < 15$, Rosse, (1999)). Sin embargo, tanto la independencia como la varianza no serían ningún problema, si en el experimento se incluye un número razonable de genotipos, y la cantidad de ambientes es tal que el cuadrado medio de ellos es significativamente mayor que el cuadrado medio del error.

Otro problema de la aplicación de esa metodología sucede cuando el número de ambientes es pequeño y los genotipos tienen desempeños muy diferentes. En ese caso, la adaptación de un genotipo puede deberse, principalmente, al desempeño en esos ambientes extremos, lo que probablemente disfrazaría los resultados (Crossa, 1990).

Finalmente, Crossa (1990) hace un comentario sobre eso, la obtención de los parámetros a través del análisis de regresión lineal, es muy usada por los investigadores del mejoramiento de plantas, por ser una técnica matemáticamente simple y biológicamente interpretable. Sin embargo, presenta algunas desventajas:

- a) No es informativo cuando falla la linealidad;
- b) Es muy dependiente del grupo de genotipos y ambientes incluidos en el análisis;

c) Tiende a simplificar patrones de respuesta diferentes, por explicar la variación de la interacción genotipo x ambiente en sólo una dimensión (coeficiente de regresión), cuando en la realidad ella puede ser muy compleja.

Resumiendo lo anteriormente escrito, se dice que un genotipo es estable cuando su coeficiente de regresión es igual a uno ($\beta_{1i} = 1$) y una mínima desviación de la línea de regresión ($S^2_{di} = 0$).

Valores del coeficiente ($\beta_{1i} > 1$), indican que el correspondiente genotipo responde bien a los ambientes favorables, pero su comportamiento es pobre en los ambientes desfavorables. En cambio, si el valor de ($\beta_{1i} < 1$), indica que tal genotipo se comporta bien en ambientes desfavorables, si tiene valores de β_{1i} iguales a cero se definen como de estabilidad absoluta (estabilidad en el sentido biológico) lo que se significa que mantienen un promedio constante en todos los ambientes y, si estuvieran asociados con promedios altos, se caracterizarán como el genotipo ideal.

Para un mejor entendimiento de la interpretación de los parámetros de estabilidad de este modelo se presenta la Tabla 4.2.

Tabla 4.2

Interpretación de los parámetros de estabilidad del Método de Eberhart y Russell.

Parámetro	Interpretación
$\beta_{1i} = 1$	Estabilidad media. Si tiene un promedio alto: adaptabilidad general; promedio bajo: pobre adaptabilidad
$\beta_{1i} > 1$	Genotipos sensibles. Adaptación a ambientes favorables.
$\beta_{1i} < 1$	Resistencia a cambios ambientales. Adaptación a malos ambientes
$\beta_{1i} = 0$	Estabilidad absoluta. Si tiene un promedio alto: genotipo ideal
$S^2_{di} = 0$	Buena estabilidad.
$S^2_{di} > 0$	Mala estabilidad

Elaboración: Johnny Jiménez

4.2 Análisis de los resultados obtenidos: Método de Eberhart y Russell

Para el cálculo de los parámetros de estabilidad del modelo de Eberhart y Russell se utilizó el programa STABIL del paquete MSTAT versión 2.1, (Heflin y Eisensmith, 1986).

En este análisis sólo se tomó en consideración a aquellos genotipos que están presentes en la mayoría de las haciendas que son ESPOL 13 y WILLIAMS en sus dos respectivas generaciones debido a que el modelo de Eberhart y Russell estima para cada genotipo una recta de regresión con sus respectivos parámetros de estabilidad por lo que era necesario tener los valores promedio de cada uno de los genotipos en cada ambiente, por esto sólo se seleccionó los genotipos mencionados.

Para poder analizar a cada una de las variables (Altura, Diámetro, Hojas presentes, Emisión Foliar e IND), en primer lugar mediante el ANOVA para regresión lineal se verifica si el parámetro $\beta_{ii} \neq 0$, si se cumple esto se procede a verificar las hipótesis del modelo de Eberhart y Russell para determinar si este coeficiente es igual a uno o no y de esta manera realizar las interpretaciones de los parámetros, los mismos que se presentan en tablas que resumen los valores de los parámetros de estabilidad de cada genotipo.

4.2.1 Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart y Russell de las Alturas de las plantas de Banano.
En la tablá 4.3 se presenta el análisis de varianza para

regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a las alturas del genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{ii} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.3

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las alturas de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P- Valor
Regresión	529,18	1	529,18	13,52	0,07
Error	78,26	2	39,13		
Total	607,44	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.4 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a las alturas del genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{ii} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.4

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las alturas de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P- Valor
Regresión	20,83	1	20,83	0,25	0,67
Error	166,22	2	83,11		
Total	187,05	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.5 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a las alturas del genotipo WILLIAMS MADRE (WM), donde podemos observar que el valor $p \leq 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula $\beta_{ii} = 0$, es decir la relación lineal propuesta explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.5

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las alturas de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P- Valor
Regresión	14818,08	1	14818,08	240,48	0,00
Error	123,24	2	61,62		
Total	14941,32	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.6 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a las alturas del genotipo WILLIAMS HIJO (WH), donde podemos observar que el valor $p \leq 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula $\beta_i = 0$, es decir la relación lineal propuesta explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.6

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las alturas de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P- Valor
Regresión	4766,75	1	4766,75	884,37	0,00
Error	10,78	2	5,39		
Total	4777,53	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la tabla 4.7 se presentan los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell, el coeficiente de determinación y el coeficiente de variación para las alturas de los genotipos.

Tabla 4.7
Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell de las alturas de los genotipos en estudio.

Genotipo	β_{0i}	β_{1i}	$S_{d_i}^2$	R^2	CV	Interpretación
E13M	349,79	0,42*	39,13	0,87	0,16	Estabilidad Absoluta, es decir mantiene su altura constante en todos los ambientes por lo que se considera como Genotipo Ideal.
E13H	344,28	0,08*	83,11	0,11	0,16	Estabilidad Absoluta, es decir el genotipo mantiene su altura constante en todos los ambientes. Genotipo Ideal
WM	253,70	2,23**	61,69	0,99	0,28	Adaptado a ambientes favorables e Inestable.
WH	270,73	1,26**	5,39	0,99	0,15	Adaptado a ambientes favorables e Inestable.
Promedio	304,62					

* Estadísticamente igual a cero con un nivel de significancia del 5%;

** Estadísticamente mayor que uno con un nivel de significancia del 5%.

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

4.2.2 Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart Y Russell de los Diámetros de las plantas de Banano. **En la tabla 4.8 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a los diámetros del genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{1i} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .**

Tabla 4.8
Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P- Valor
Regresión	48,86	1	48,86	12,25	0,07
Error	7,98	2	3,99		

Total	56,85	3			
-------	-------	---	--	--	--

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.9 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a los diámetros del genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{i_i} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.9

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P- Valor
Regresión	41,65	1	41,65	2,27	0,27
Error	36,73	2	18,36		
Total	78,38	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.10 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a los diámetros del genotipo WILLIAMS MADRE (WM), donde podemos observar que el valor $p \leq 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula $\beta_{i_i} = 0$, es decir la relación lineal propuesta explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.10

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P- Valor
Regresión	456,82	1	456,82	71,38	0,01
Error	12,80	2	6,40		
Total	469,61	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.11 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a los diámetros del genotipo WILLIAMS HIJO (WH), donde podemos observar que el valor $p \leq 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula $\beta_{i_i} = 0$, es decir la

relación lineal propuesta explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.11

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P- Valor
Regresión	144,67	1	144,67	54,39	0,02
Error	5,32	2	2,66		
Total	149,99	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la tabla 4.12 se presentan los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell, el coeficiente de determinación y el coeficiente de variación.

Tabla 4.12

Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell de los diámetros de los genotipos en estudio.

Genotipo	β_{0i}	β_{1i}	$S_{d_i}^2$	R^2	CV	Interpretación
E13M	80,44	0,60*	3,99	0,86	0,20	Estabilidad Absoluta, es decir mantiene su diámetro constante en todos los ambientes por lo que se considera como Genotipo Ideal.
E13H	81,94	0,55*	18,38	0,53	0,22	Estabilidad Absoluta, es decir el genotipo mantiene su diámetro constante en todos los Ambientes. Genotipo Ideal
WM	51,63	1,83**	6,37	0,97	0,36	Adaptado a ambientes favorables e Inestable.
WH	53,86	1,03(*)	2,65	0,96	0,28	Adaptabilidad General, es decir responde bien en todos los ambientes. Inestable.
Promedio	66,97					

* Estadísticamente igual a cero con un nivel de significancia del 5%;

** Estadísticamente mayor que uno con un nivel de significancia del 5%;

(*) Estadísticamente igual a 1 con un nivel de significancia del 5%.

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

4.2.3 Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart Y Russell de las hojas presentes de las plantas de Banano.

En la tabla 4.13 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a las hojas presentes del genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{1i} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.13

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las hojas presentes de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	0,15	1	0,15	0,03	0,88
Error	9,85	2	4,92		
Total	10,00	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.14 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a las hojas presentes del genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{1i} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.14

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las hojas presentes de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	13,11	1	13,11	4,54	0,17
Error	5,78	2	2,89		
Total	18,88	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.15 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a las hojas presentes del genotipo WILLIAMS MADRE (WM), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe

evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{1j} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.15

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las hojas presentes de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	0,04	1	0,04	0,01	0,92
Error	5,37	2	2,68		
Total	5,41	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.16 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a las hojas presentes del genotipo WILLIAMS HIJO (WH), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{1j} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.16

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de las hojas presentes de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	0,50	1	0,50	0,69	0,49
Error	1,46	2	0,73		
Total	1,96	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la tabla 4.17 se presentan los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell, el coeficiente de determinación y el coeficiente de variación para las hojas presentes de los genotipos.

Tabla 4.17
Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell de las hojas
presentes de los genotipos en estudio.

Genotipo	β_{0i}	β_{1i}	$S_{d_i}^2$	R^2	CV	Interpretación
E13M	11,89	0,31*	4,93	0,02	0,24	Estabilidad Absoluta, es decir mantiene sus hojas constantes en todos los ambientes por lo que se considera como Genotipo Ideal.
E13H	10,79	2,95*	2,86	0,69	0,20	Estabilidad Absoluta, es decir el genotipo mantiene sus hojas constantes en todos los ambientes. Genotipo Ideal.
WM	8,37	0,16*	2,68	0,01	0,30	Estabilidad Absoluta, es decir mantiene sus hojas constantes en todos los ambientes.
WH	9,32	0,58*	0,73	0,26	0,13	Estabilidad Absoluta, es decir el genotipo mantiene sus hojas constantes en todos los ambientes.
Promedio	10,09					

* Estadísticamente igual a cero con un nivel de significancia del 5%.

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

4.2.4 Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart y Russell de la Emisión Foliar de las plantas de Banano.

En la tabla 4.18 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a la emisión foliar del genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{1i} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.18

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de	Cuadrados Medios	F	Valor P
---------------------	-------------------	-----------	------------------	---	---------

		Libertad			
Regresión	24,80	1	24,80	6,02	0,13
Error	8,24	2	4,12		
Total	33,04	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.19 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a la emisión foliar del genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{i_i} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.19

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	23,38	1	23,38	3,10	0,22
Error	15,09	2	7,55		
Total	38,48	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.20 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente a la emisión foliar del genotipo WILLIAMS MADRE (WM), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{i_i} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.20

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	1,72	1	1,72	1,37	0,36
Error	2,51	2	1,26		
Total	4,23	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.21 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente

a la emisión foliar del genotipo WILLIAMS HIJO (WH), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{1i} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.21

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	8,14	1	8,14	3,65	0,20
Error	4,46	2	2,23		
Total	12,60	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la tabla 4.22 se presentan los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell, el coeficiente de determinación y el coeficiente de variación para la emisión foliar de los genotipos.

Tabla 4.22

Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell de la emisión foliar de los genotipos en estudio.

Genotipo	β_{0i}	β_{1i}	$S_{d_i}^2$	R^2	CV	Interpretación
E13M	34,66	1,42*	4,13	0,75	0,21	Estabilidad Absoluta, es decir mantiene su emisión foliar constante en todos los ambientes por lo que se considera como Genotipo Ideal.
E13H	28,22	1,38*	7,54	0,61	0,08	Estabilidad Absoluta, es decir el genotipo mantiene su emisión foliar constante en todos los ambientes.
WM	27,45	0,37*	1,26	0,41	0,07	Estabilidad Absoluta, es decir mantiene su emisión foliar constante en todos los ambientes.
WH	23,67	0,82*	2,23	0,65	0,24	Estabilidad Absoluta, es decir el genotipo mantiene su emisión foliar constante en todos los

						ambientes.
Promedio	28,50					

* Estadísticamente igual a cero con un nivel de significancia del 5%.

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

4.2.5 Estimación e Interpretación de los parámetros de Estabilidad de Eberhart y Russell del IND de las plantas de Banano.

En la tabla 4.23 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente al IND del genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{ij} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.23

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell del IND de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	0,09	1	0,09	0,01	0,92
Error	15,44	2	7,72		
Total	15,53	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.24 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente al IND del genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{ij} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.24

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell del IND de las plantas de banano correspondientes al genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	3,45	1	3,45	0,18	0,71
Error	38,32	2	19,16		
Total	41,78	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.25 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente al IND del genotipo WILLIAMS MADRE (WM), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{ij} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.25

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell del IND de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS MADRE (WM) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	40,66	1	40,66	6,54	0,12
Error	12,43	2	6,21		
Total	53,09	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la Tabla 4.26 se presenta el análisis de varianza para regresión en el modelo de Eberhart y Russell correspondiente al IND del genotipo WILLIAMS HIJO (WH), donde podemos observar que el valor $p > 0.05$ por lo tanto concluimos a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula $\beta_{ij} = 0$, es decir la relación lineal propuesta no explica las variaciones de Y_{ij} en función de I_j .

Tabla 4.26

Tabla ANOVA del análisis de Regresión en el modelo de Eberhart y Russell del IND de las plantas de banano correspondientes al genotipo WILLIAMS HIJO (WH) en todos los ambientes de evaluación.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Valor P
Regresión	17,50	1	17,50	3,95	0,19
Error	8,85	2	4,43		
Total	26,35	3			

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En la tabla 4.27 se presentan los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell, el coeficiente de determinación y el coeficiente de variación para el IND de los genotipos.

Tabla 4.27
Parámetros de Regresión del modelo de Eberhart y Russell del IND de los genotipos en estudio.

Genotipo	β_{0i}	β_{1i}	$S_{d_i}^2$	R^2	CV	Interpretación
E13M	1,97	-0,14*	7,72	0,01	3,25	Estabilidad Absoluta, es decir mantiene su IND constante en todos los ambientes.
E13H	2,61	-0,89*	19,16	0,08	2,53	Estabilidad Absoluta, es decir el genotipo mantiene su IND constante en todos los ambientes.
WM	13,93	3,04*	6,19	0,77	0,62	Estabilidad Absoluta, es decir mantiene su IND constante en todos los ambientes.
WH	9,47	1,99*	4,42	0,66	0,37	Estabilidad Absoluta, es decir el genotipo mantiene su IND constante en todos los ambientes.
Promedio	6,99					

* Estadísticamente igual a cero con un nivel de significancia del 5%.

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Para el índice de infección (IND) todos los genotipos se consideraron de estabilidad absoluta en IND donde los genotipos E13M y E13H presentaron en promedio los menores índices de infección 1,97 y 2,61 respectivamente, lo que significa que sus IND se mantendrán bajos y constantes en todos los ambientes de evaluación.

4.3 Modelo de los Efectos Aditivos Principales e Interacciones Multiplicativas (Modelo AMMI)

El Modelo de los Efectos Aditivos Principales e Interacciones Multiplicativas o su equivalente de las siglas AMMI provenientes del inglés “Additive Main Effects and Multiplicative Interaction” fue propuesto por Mandel en 1971.

Primero supongamos que un conjunto de “g” genotipos han sido probados experimentalmente en “e” ambientes. La media de cada combinación de genotipo y ambiente puede ser presentada en una matriz de dimensión $g \times e$, asociada a los genotipos g_i colocados en filas ($i = 1, 2, \dots, g$) y los ambientes e_j en columnas ($j = 1, 2, \dots, e$).

$$Y_{(g \times e)} = \begin{pmatrix} \bar{Y}_{11} & \bar{Y}_{12} & \cdots & \bar{Y}_{1e} \\ \bar{Y}_{21} & \bar{Y}_{22} & \cdots & \bar{Y}_{2e} \\ \bar{Y}_{31} & \bar{Y}_{32} & \cdots & \bar{Y}_{3e} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{Y}_{g1} & \bar{Y}_{g2} & \cdots & \bar{Y}_{ge} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{Y}_{1\bullet} \\ \bar{Y}_{2\bullet} \\ \bar{Y}_{3\bullet} \\ \vdots \\ \bar{Y}_{g\bullet} \end{pmatrix} \\ (\bar{Y}_{\bullet 1} \quad \bar{Y}_{\bullet 2} \quad \cdots \quad \bar{Y}_{\bullet e}) \quad (\bar{Y}_{\bullet\bullet})$$

Donde los vectores marginales son los vectores de medias de filas y columnas de los elementos de la matriz $Y_{(g \times e)}$ y $(\bar{Y}_{\bullet\bullet})$ es la media general de aquellos datos.

Este modelo realiza primero un Análisis de Varianza (ANOVA) con dos factores a partir de la matriz de medias $Y_{(g \times e)} = [Y_{ij}]$ para calcular los principales efectos aditivos de genotipo y ambiente, para posteriormente realizar un Análisis de Componentes Principales (ACP) (Ver Apéndice 2) sobre los residuos de este modelo aditivo para estudiar los efectos no aditivos de la interacción genotipo x ambiente.

El ACP en este modelo se usa para describir las componentes multiplicativas, es decir para identificar los principales componentes de la interacción.

Los residuos obtenidos a partir de esa matriz (matriz de medias) constituyen la matriz de interacciones representada por $GE_{(g \times e)} = [(\hat{g}e)_{ij}]$, donde $(\hat{g}e)_{ij} = \bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i\bullet} - \bar{Y}_{\bullet j} + \bar{Y}_{\bullet\bullet}$, los términos de la interacción

multiplicativa son estimados por medio de la descomposición en valor singular (DVS) a partir de la matriz GE que contiene los residuos del modelo aditivo luego de ajustar por mínimos cuadrados el modelo de efectos principales que contiene los efectos que se quieren descontar.

Los componentes principales se extraen de la matriz de covarianzas, ya que el ACP realizado de esta manera para los genotipos y para los ambientes permite obtener así las coordenadas ambientales y genotípicas respectivamente.

El modelo AMMI es representado mediante la siguiente fórmula matemática:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + e_j + \sum_{k=1}^p \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la respuesta media de un genotipo i en un ambiente j .

μ : Es la media general de las observaciones (Su estimación se hace por medio de $\hat{\mu} = \bar{Y}_{..}$).

g_i : Es el efecto del genotipo i (Desvío respecto al promedio general del genotipo i , y se estima a través de $\hat{g}_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}$).

e_j : Es el efecto del ambiente j (Desvío respecto al promedio general del ambiente j, y se estima por medio de $\hat{e}_j = \bar{Y}_{\bullet j} - \bar{Y}_{\bullet\bullet}$).

λ_k : Es el valor propio del eje k de componentes principales.

γ_{ik} : Son los vectores propios unitarios genotípicos asociados a λ_k .

α_{jk} : Son los vectores propios unitarios ambientales asociados a λ_k .

ε_{ij} : Error del genotipo i en el ambiente j.

p : Número de ejes de componentes principales considerados en el modelo AMMI.

Para el cálculo de las coordenadas del ACP, genotípicas y ambientales, se utilizan los parámetros multiplicativos. Se multiplica la raíz cuadrada del valor propio λ_k por su vector propio asociado, así $(\sqrt{\lambda_k} \gamma_{ik})$ representan las coordenadas genotípicas y $(\sqrt{\lambda_k} \alpha_{jk})$ las coordenadas ambientales. El producto de dichas coordenadas (genotípicas y ambientales) permite obtener la estimación de la interacción $(\lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk})$ de un determinado genotipo en cualquier ambiente. El conjunto de estos valores constituyen la matriz de datos estimada por este modelo. El término λ_k da la proporción de la variación debida a la interacción genotipo x ambiente en el k-ésimo componente.

El objetivo del modelo AMMI es estudiar la interacción entre los dos factores, es decir identificar comportamientos diferenciales de los niveles de un factor, por ejemplo genotipo; a través de los distintos niveles del otro, por ejemplo ambientes.

En el análisis se representan gráficamente en un plano o biplot (denominado biplot de Gabriel (1971)) los genotipos y los ambientes simultáneamente.

Los genotipos o ambientes que poseen coordenadas elevadas para el primer eje principal (positivas o negativas) tienen una mayor aportación a la interacción Genotipo x Ambiente que los genotipos o ambientes con valores próximos a cero en dicho eje. En el gráfico de componentes principales se pueden hacer agrupaciones de genotipos y ambientes de manera que cuando sus coordenadas respecto al primer eje de componentes principales CP1 tienen el mismo signo poseen interacción positiva, y cuando tienen distinto signo poseen interacción negativa.

En el biplot se encuentran representados los genotipos y los ambientes respecto de los dos primeros ejes de componentes principales CP1 y CP2 respectivamente, de tal forma que podemos interpretar a la

distancia entre dos genotipos como la cantidad de interacción que existe entre ellos.

El coseno del ángulo entre los vectores de dos genotipos o ambientes indica la correlación entre ellos con respecto a su interacción. Así que, ángulos agudos entre los vectores indican correlación positiva. Si los vectores son paralelos y en la misma dirección, entonces existe correlación igual a 1. Cuando los ángulos son obtusos, esto indica que existe correlación negativa, y si las direcciones son opuestas la correlación es de -1 . Direcciones perpendiculares indican correlación 0.

El efecto de interacción entre un genotipo y un ambiente está dado por la proyección ortogonal del vector del genotipo sobre la dirección determinada por el vector del ambiente. Aquellos vectores de los ambientes que poseen la misma dirección que los vectores del genotipo se dice que tienen interacción positiva, es decir dichos ambientes son favorables para esos genotipos; por el contrario los vectores en direcciones opuestas se dice que tienen interacción negativa, es decir los ambientes son desfavorables.

El modelo AMMI ha sido usado en el estudio de la interacción Genotipo x Ambiente en una gran variedad de cultivos. Algunos ejemplos de éstos son los trabajos realizados por Crossa et al. (1991),

Nachit et al. (1992), y Annicchiarico (1997) en trigo; Romagosa et al. (1993) en cebada; Cornelius (1993) en maíz; Moreno-González y Crossa (1997) en triticale; Saindon y Schaalje (1993) en judía; Zobel et al. (1988) en soja; Shafii et al. (1992) en colza; Baril et al. (1997) en eucalipto.

4.4 Análisis de los resultados obtenidos: Modelo AMMI

Para analizar los datos a través del modelo AMMI se utilizó el programa estadístico INFOGEN versión 1.0 de la Universidad Nacional de Córdoba -Argentina.

Modelo AMMI

El modelo AMMI genera un gráfico de dos dimensiones (BIPLOT) en el que se pueden observar las diferencias entre ambientes, el grado de interacción de los genotipos con el ambiente, la estabilidad y las adaptaciones específicas de algunos genotipos a determinados ambientes.

4.4.1 Análisis AMMI: Alturas promedio de los genotipos

La Tabla 4.28 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el

porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis AMMI de las alturas promedio de las plantas de banano.

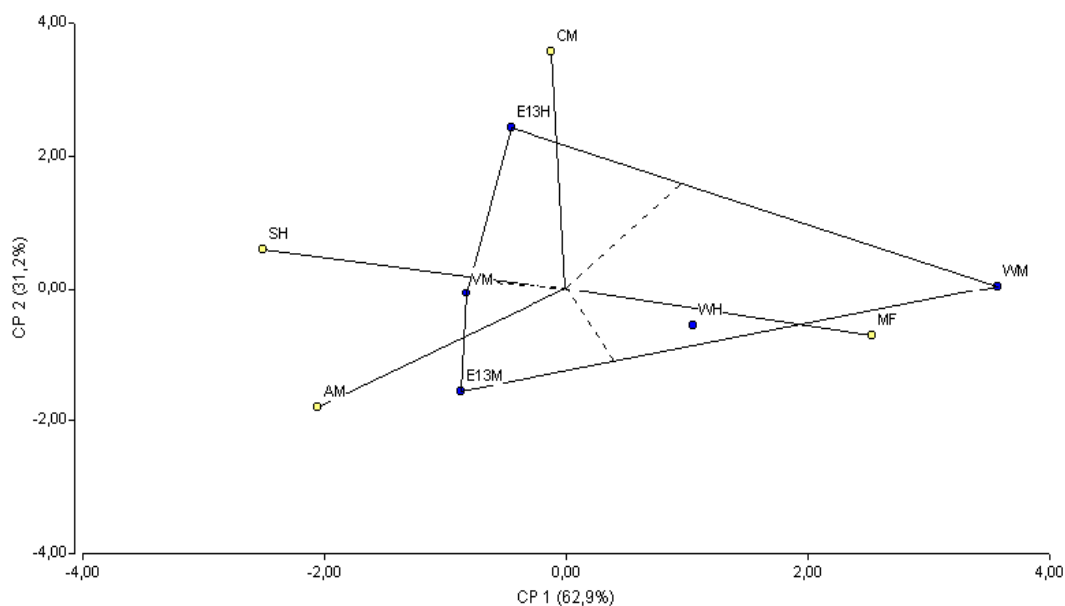
Tabla 4.28
Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis AMMI de las alturas promedio de las plantas de banano.

Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	2,52	62,9	62,9
2	1,25	31,2	94,1
3	0,24	5,9	100

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Mediante el Modelo AMMI aplicado a los valores de las alturas promedio de las plantas de banano se generó el biplot del Gráfico 4.1 que muestra el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 62.9 % de la varianza total y el segundo eje representó el 31.2%. En total, los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.

Gráfico 4.1
Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI de las alturas promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En el mismo se diferencian tres sectores delimitados por líneas punteadas, en los cuales se agrupan ambientes donde las alturas presentaron un ordenamiento similar. Cada línea negra con un círculo blanco en su punto final representa a un ambiente. En los vértices del polígono se ubican los genotipos con mayor interacción y éstos se presentan como círculos de color negro, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes del sector correspondiente. Así, en el sector superior se ubican los ambientes en el que se encuentran las Haciendas Celia María (CM) y San Humberto (SH), donde se destaca el genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H); en el sector derecho el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Miraflores (MF), con el genotipo

WILLIAMS MADRE (WM) como el más adaptado; en el sector izquierdo el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Ana María (AM), con el genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) como el más adaptado seguido del genotipo VALERY MADRE (VM). Así los genotipos más estables son los que se encuentran más cercanos al origen, y al alejarse de éste su comportamiento es más variable.

El genotipo más estable fue VALERY MADRE (VM); en tanto que ESPOL 13 MADRE (E13M), ESPOL 13 HIJO (E13H), WILLIAMS MADRE (WM) Y VALERY MADRE (VM) presentaron los mayores efectos de interacción genotipo x ambiente.

Según la ubicación de los genotipos en el Gráfico 4.1 respecto a los componentes principales, podemos observar que WILLIAMS MADRE (WM) y VALERY MADRE (VM) se encuentran en posición opuesta en relación con el CP1; ESPOL 13 MADRE (E13M) y ESPOL 13 HIJO (E13H) tuvieron comportamiento similar con referencia al CP2.

La relación entre ambiente y genotipos la determinan los signos de los componentes principales: si poseen el mismo signo representan una interacción positiva en cuanto a la altura de la

planta (altura superior a la media); signos contrarios indican un efecto negativo del genotipo en ese ambiente específico (altura inferior a la media).

Según estos resultados, se han definido tres regiones con un determinado genotipo adaptado a cada una de ellas.

4.4.2 Análisis AMMI: Diámetros promedio de los genotipos

La tabla 4.29 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis AMMI de los diámetros promedio de las plantas de banano.

Tabla 4.29

Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en análisis AMMI de los diámetros promedio de las plantas de banano.

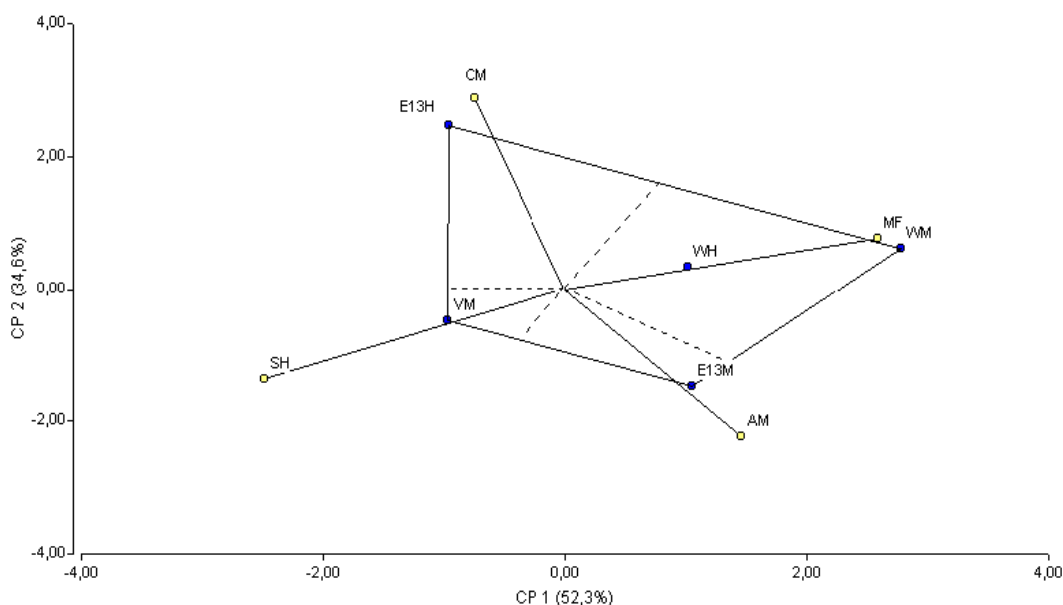
Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	2,09	52,3	52,3
2	1,38	34,6	86,9
3	0,53	13,1	100

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Después de aplicar el Modelo AMMI a los valores de los diámetros promedio de las plantas de banano se generó el biplot del Gráfico 4.2 que muestra el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 52.3 % de la varianza total y el segundo eje representó el 34.6%. En total, los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.

Gráfico 4.2

Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI de los diámetros promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En el mismo se diferencian cuatro sectores delimitados por líneas punteadas, en los cuales se agrupan ambientes donde los diámetros presentaron un ordenamiento similar. Cada línea negra con un círculo blanco en su punto final representa a un ambiente. En los vértices del polígono se ubican los genotipos con mayor interacción y éstos se presentan como círculos de color negro, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes del sector correspondiente. Así, en el sector superior se ubica el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Celia María (CM), donde se destaca el genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H); en el sector derecho el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Miraflores (MF), con el genotipo WILLIAMS MADRE (WM) como el

más adaptado; en el sector izquierdo el ambiente en el que se encuentra la Hacienda San Humberto (SH), con el genotipo VALERY MADRE (VM) como el más adaptado; en el sector inferior el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Ana María (AM) con ESPOL 13 MADRE (E13M) como el genotipo más adaptado. Así los genotipos más estables son los que se encuentran más cercanos al origen, y al alejarse de éste su comportamiento es más variable.

El genotipo más estable fue WILLIAMS HIJO (WH); en tanto que ESPOL 13 MADRE (E13M), ESPOL 13 HIJO (E13H), WILLIAMS MADRE (WM) Y VALERY MADRE (VM) presentaron los mayores efectos de interacción genotipo x ambiente.

Según la ubicación de los genotipos en el Gráfico 4.2 respecto a los componentes principales, podemos observar que WILLIAMS MADRE (WM) y VALERY MADRE (VM) se encuentran en posición opuesta en relación con el CP1; ESPOL 13 MADRE (E13M) y ESPOL 13 HIJO (E13H) tuvieron comportamiento similar con referencia al CP2.

La relación entre ambiente y genotipos la determinan los signos de los componentes principales: si poseen el mismo signo

representan una interacción positiva en cuanto al diámetro de la planta (diámetro superior a la media); signos contrarios indican un efecto negativo del genotipo en ese ambiente específico (diámetro inferior a la media).

Según estos resultados, se han definido cuatro regiones con un determinado genotipo adaptado a cada una de ellas.

4.4.3 Análisis AMMI: Hojas presentes promedio de los genotipos

La tabla 4.30 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis AMMI de las hojas presentes promedio de las plantas de banano.

Tabla 4.30
Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en análisis AMMI de los hojas presentes promedio de las plantas de banano.

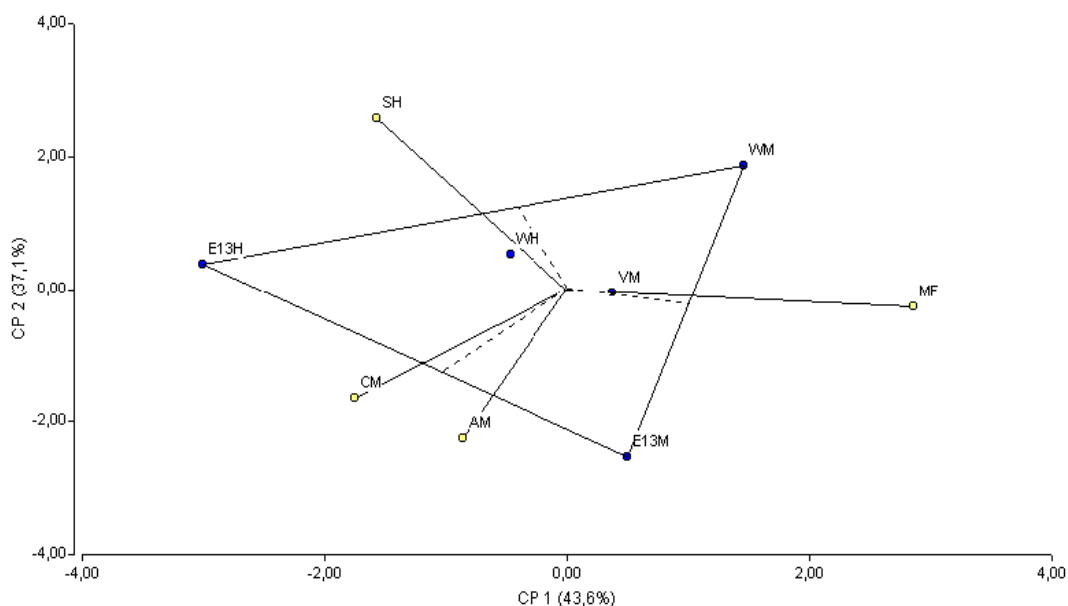
Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	1,74	43,6	43,6
2	1,48	37,1	80,7
3	0,77	19,3	100

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Mediante el Modelo AMMI aplicado a los valores de las hojas presentes promedio de las plantas de banano se generó el biplot del Gráfico 4.3 que muestra el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 43.6 % de la varianza total y el segundo eje representó el 37.1%. En total, los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.

Gráfico 4.3
Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI

de hojas presentes promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En el mismo se diferencian tres sectores delimitados por líneas punteadas, en los cuales se agrupan ambientes donde las hojas presentes presentaron un ordenamiento similar. Cada línea negra con un círculo blanco en su punto final representa a un ambiente. En los vértices del polígono se ubican los genotipos con mayor interacción y éstos se presentan como círculos de color negro, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes del sector correspondiente. Así, en el sector superior se ubica el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Miraflores (MF), donde se destaca el genotipo WILLIAMS MADRE (WM); en el

sector izquierdo los ambientes en los que se encuentran las Haciendas San Humberto (SH) y Celia María (CM), con el genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) como el más adaptado; en el sector inferior el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Ana María (AM), con el genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) como el más adaptado. Así los genotipos más estables son los que se encuentran más cercanos al origen, y al alejarse de éste su comportamiento es más variable.

El genotipo más estable fue VALERY MADRE (VM), seguida de WILLIAMS HIJO (WH); en tanto que ESPOL 13 MADRE (E13M), ESPOL 13 HIJO (E13H), y WILLIAMS MADRE (WM) presentaron los mayores efectos de interacción genotipo x ambiente.

Según la ubicación de los genotipos en el Gráfico 4.3 respecto a los componentes principales, podemos observar que WILLIAMS MADRE (WM) y ESPOL 13 HIJO (E13H) se encuentran en posición opuesta en relación con el CP1; WILLIAMS MADRE (WM) Y ESPOL 13 MADRE (E13M) tuvieron comportamiento similar con referencia al CP2.

La relación entre ambiente y genotipos la determinan los signos de los componentes principales: si poseen el mismo signo representan una interacción positiva en cuanto a las hojas

presentes de la planta (hojas presentes superior a la media); signos contrarios indican un efecto negativo del genotipo en ese ambiente específico (hojas presentes inferior a la media).

Según estos resultados, se han definido tres regiones con un determinado genotipo adaptado a cada una de ellas.

4.4.4 Análisis AMMI: Emisión Foliar promedio de los genotipos

La tabla 4.31 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis AMMI de la emisión foliar promedio de las plantas de banano.

Tabla 4.31
Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en análisis AMMI de la emisión foliar promedio de las plantas de banano.

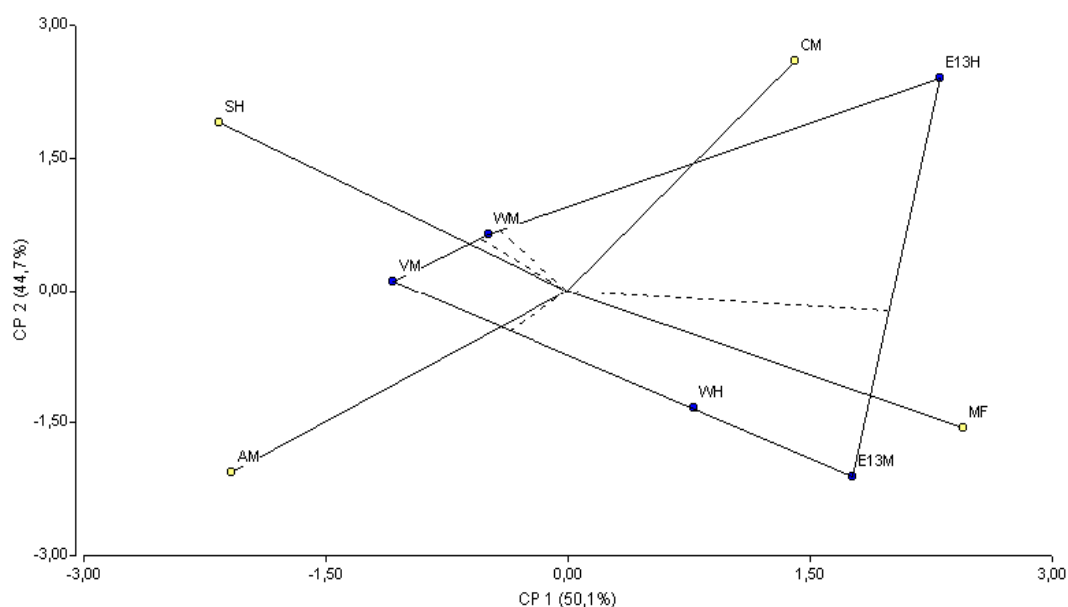
Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	2,00	50,1	50,1
2	1,78	44,7	94,8
3	0,21	5,2	100

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Después de aplicar el Modelo AMMI a los valores de la emisión foliar promedio de las plantas de banano se generó el biplot del Gráfico 4.4 que muestra el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 50.1 % de la varianza total y el segundo eje representó el 44.7%. En total, los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.

Gráfico 4.4
Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI

de emisión foliar promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En el mismo se diferencian cuatro sectores delimitados por líneas punteadas, en los cuales se agrupan ambientes donde la emisión foliar presentó un ordenamiento similar. Cada línea negra con un círculo blanco en su punto final representa a un ambiente. En los vértices del polígono se ubican los genotipos con mayor interacción y éstos se presentan como círculos de color negro, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes del sector correspondiente. Así, en el sector superior se ubica el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Celia María (CM), donde se destaca el genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H); en el

sector izquierdo los ambientes en los que se encuentran las Haciendas San Humberto (SH) y Ana María (AM), con el genotipo VALERY MADRE (VM) como el más adaptado; en el sector inferior el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Miraflores (MF) con ESPOL 13 MADRE (E13M) como el genotipo más adaptado. Así los genotipos más estables son los que se encuentran más cercanos al origen, y al alejarse de éste su comportamiento es más variable.

La variedad más estable fue WILLIAMS MADRE (WM); en tanto que ESPOL 13 MADRE (E13M), ESPOL 13 HIJO (E13H), WILLIAMS MADRE (WM) Y VALERY MADRE (VM) presentaron los mayores efectos de interacción genotipo x ambiente.

Según la ubicación de los genotipos en el Gráfico 4.4 respecto a los componentes principales, podemos observar que VALERY MADRE (VM) con ESPOL 13 MADRE (E13M) Y ESPOL 13 HIJO (E13H) se encuentran en posición opuesta en relación con el CP1; ESPOL 13 MADRE (E13M) y ESPOL 13 HIJO (E13H) tuvieron comportamiento similar con referencia al CP2.

La relación entre ambiente y genotipos la determinan los signos de los componentes principales: si poseen el mismo signo

representan una interacción positiva en cuanto a la emisión foliar de la planta (emisión foliar superior a la media); signos contrarios indican un efecto negativo del genotipo en ese ambiente específico (emisión foliar inferior a la media).

Según estos resultados, se han definido cuatro regiones con un determinado genotipo adaptado a cada una de ellas.

4.4.5 Análisis AMMI: IND promedio de los genotipos

La tabla 4.32 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis AMMI del IND promedio de las plantas de banano.

Tabla 4.32
Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en análisis AMMI del IND promedio de las plantas de banano.

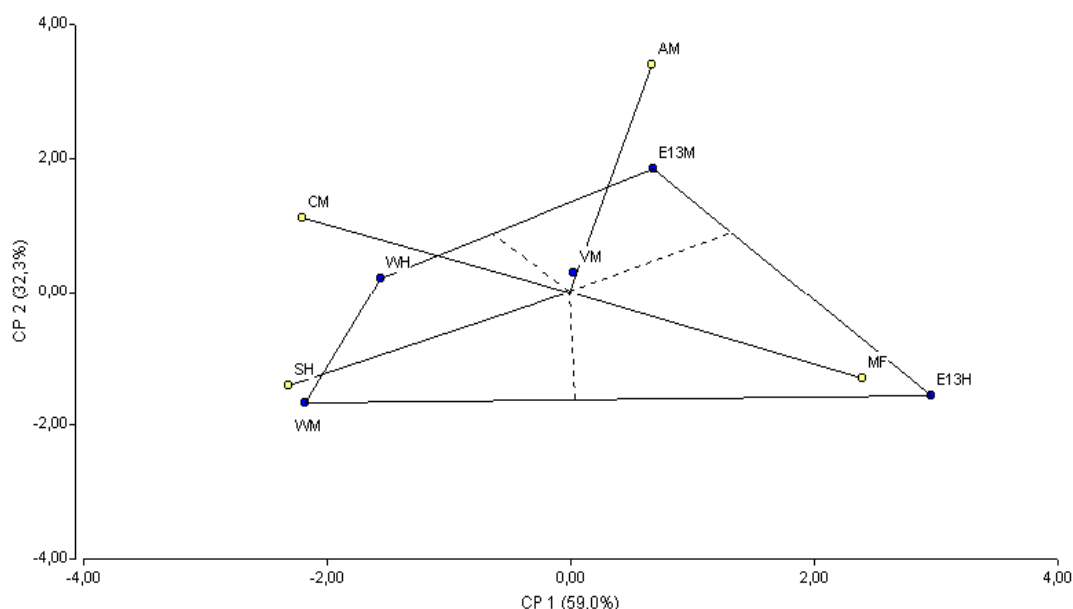
Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	2,36	59	59
2	1,29	32,3	91,3
3	0,35	8,7	100

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Mediante el Modelo AMMI aplicado a los valores del IND promedio de las plantas de banano se generó el biplot del Gráfico 4.5 que muestra el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 59 % de la varianza total y el segundo eje representó el 32.3%. En total, los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.

Gráfico 4.5

Representación de genotipos y ambientes respecto a los dos primeros ejes de componentes principales del análisis AMMI de IND promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

En el mismo se diferencian tres sectores delimitados por líneas punteadas, en los cuales se agrupan ambientes donde el IND presentó un ordenamiento similar. Cada línea negra con un círculo blanco en su punto final representa a un ambiente. En los vértices del polígono se ubican los genotipos con mayor interacción y éstos se presentan como círculos de color negro, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes del sector correspondiente. Así, en el sector superior se ubica el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Ana María (AM), donde se destaca el genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M); en el sector derecho el

ambiente en el que se encuentra la Hacienda Miraflores (MF), con el genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) como el más adaptado; en el sector izquierdo los ambientes en los que se encuentran las Haciendas Celia María (CM) y San Humberto (SH), con el genotipo WILLIAMS MADRE (WH) como el más adaptado seguido del genotipo WILLIAMS HIJO (WH). Así los genotipos más estables son los que se encuentran más cercanos al origen, y al alejarse de éste su comportamiento es más variable.

El genotipo más estable fue VALERY MADRE (VM); en tanto que ESPOL 13 MADRE (E13M), ESPOL 13 HIJO (E13H), WILLIAMS MADRE (WM) Y WILLIAMS HIJO (WH) presentaron los mayores efectos de interacción genotipo x ambiente.

Según la ubicación de los genotipos en el Gráfico 4.5 respecto a los componentes principales, podemos observar que ESPOL 13 HIJO (E13H) y WILLIAMS MADRE (WM) se encuentran en posición opuesta en relación con el CP1; ESPOL 13 MADRE (E13M) y ESPOL 13 HIJO (E13H) tuvieron comportamiento similar con referencia al CP2.

La relación entre ambiente y genotipos la determinan los signos de los componentes principales: si poseen el mismo signo representan una interacción positiva en cuanto al IND de la planta (IND superior a la media); signos contrarios indican un efecto negativo del genotipo en ese ambiente específico (IND inferior a la media).

Según estos resultados, se han definido tres regiones con un determinado genotipo adaptado a cada una de ellas.

4.5 Modelo SREG o Modelo de Regresión de Sitios (ambientes)

El modelo SREG se basa en un modelo similar al Modelo AMMI, pero los términos lineales de genotipos no se consideran individualmente y se adicionan al término multiplicativo de la interacción genotipo x ambiente. En este método se realiza una estandarización usando el error estándar de la media de cada genotipo dentro de ambientes (Cornelius y Crossa, 1997); además, permite la representación simultánea de la variabilidad de genotipos y ambientes, basada en el análisis de componentes principales (Yan et al., 2000).

El modelo SREG esta dado por:

$$Y_{ij} = \mu_j + \sum_{k=1}^p \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la respuesta media de un genotipo i en un ambiente j.

μ_j : Media del ambiente j para todos los genotipos y en este modelo se estima por medio de $\hat{\mu}_j = \bar{Y}_{\cdot j}$.

λ_k : Es el valor propio del eje k de componentes principales.

γ_{ik} : Son los vectores propios unitarios genotípicos asociados a λ_k .

α_{jk} : Son los vectores propios unitarios ambientales asociados a λ_k .

ε_{ij} : Error del genotipo i en el ambiente j .

p : Número de ejes de componentes principales considerados en el modelo SREG.

En este modelo también se realiza un ACP solo que para este caso la matriz de interacciones difiere de la matriz utilizada en el modelo AMMI, esta nueva matriz para el modelo SREG se calcula como $GE=[(\hat{g}e)_{ij}]=\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{.j}$, a partir de la cual podemos estimar los términos multiplicativos.

Mediante el uso del modelo SREG se genera un gráfico de dos dimensiones (BIPLOT) llamado GGE Biplot donde se agrupan los ambientes similares y se destacan los mejores genotipos para esos ambientes (genotipos adaptados a esos ambientes). En este gráfico las componentes 1 y 2 son adimensionales y sirven para ubicar posiciones relativas entre genotipos y ambientes.

La gráfica del GGE Biplot permite:

1. Determinar el genotipo con mejor comportamiento en un ambiente específico.
2. La identificación del ambiente más apropiado para un genotipo específico.

3. La comparación de cualquier par de genotipos en un ambiente.
4. El mejor genotipo para cada ambiente y la diferenciación de mega-ambientes.

Yan et al. 2001, mostró que este gráfico permitía identificar además al genotipo ideal como aquel con alta puntuación en el primer eje del componente principal (CP1) que está asociada a altos rendimientos (si fuese la variable en estudio) y las puntuaciones cercanas a cero en el segundo eje del componente principal (CP2), está relacionado con buena estabilidad del genotipo a través de los ambientes contrastantes. El mismo criterio se aplica para determinar el ambiente ideal.

Además en el Biplot GGE, los genotipos que se encuentran ubicados hacia el centro de la figura son menos responsivos que aquellos localizados en las esquinas o vértices del polígono los cuales se consideran más responsivos (positiva o negativamente). También pueden ser identificados los mejores y peores sitios, esta información es utilizada para identificar los mega-ambientes en las regiones de interés. Los genotipos ubicados en los sectores donde no hay localidades son consideradas de pobre comportamiento en rendimiento (si esta fuese la variable estudiada) en la mayoría de las localidades testadas (Yan et al. 2000; Yan et al. 2001; Yan y Rajcan 2002; Kaya et al. 2002).

Para poder interpretar un GGE biplot, en primer lugar hay que ver si existen diferencias a nivel del eje de las abscisas (eje horizontal) ya que por construcción las diferencias más importantes se presentan sobre este eje. Es importante notar si los puntos de color negro que representan los genotipos van todos hacia el mismo lado (respecto del centro del eje) o si algunos se oponen. Cuando hay genotipos hacia la izquierda y hacia la derecha, se podrá inferir que los mismos muestran comportamientos diferenciales, por ejemplo si se analizara al rendimiento, los grupos de mayor rendimiento quedarían hacia la derecha.

Los genotipos cercanos al centro no se destacan en ninguno de los ambientes. Si los ambientes que en nuestro caso son puntos de color blanco y están conectados al origen del gráfico por un segmento de línea, se orientan hacia la derecha, constituyen ambientes favorables para los genotipos que se posicionan en la misma dirección, mientras que en los ambientes que se orientan hacia la izquierda, son los genotipos posicionados sobre la izquierda los de mejor comportamiento relativo. Los genotipos ubicados en los sectores donde no hay localidades son consideradas de pobre comportamiento en relación a la variable en estudio en la mayoría de los ambientes evaluados.

Luego de analizar patrones de variabilidad de derecha izquierda, puede analizarse de igual manera la variabilidad a nivel del eje de las ordenadas (eje vertical). Los gráficos GGE biplots se usan para identificar mega-ambientes (Conjuntos de ambientes donde unos genotipos se desempeñan con un comportamiento relativo mejor que otros).

4.6 Análisis de los resultados obtenidos: Modelo SREG

Para analizar los datos en este modelo también se usó el programa estadístico INFOGEN versión 1.0 de la Universidad Nacional de Córdoba -Argentina.

4.6.1 Análisis SREG: Alturas promedio de los genotipos

La tabla 4.33 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis SREG de las alturas promedio de las plantas de banano.

Tabla 4.33
Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG de las alturas promedio de las plantas de banano.

Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	2,04	51	51
2	1,03	25,7	76,8

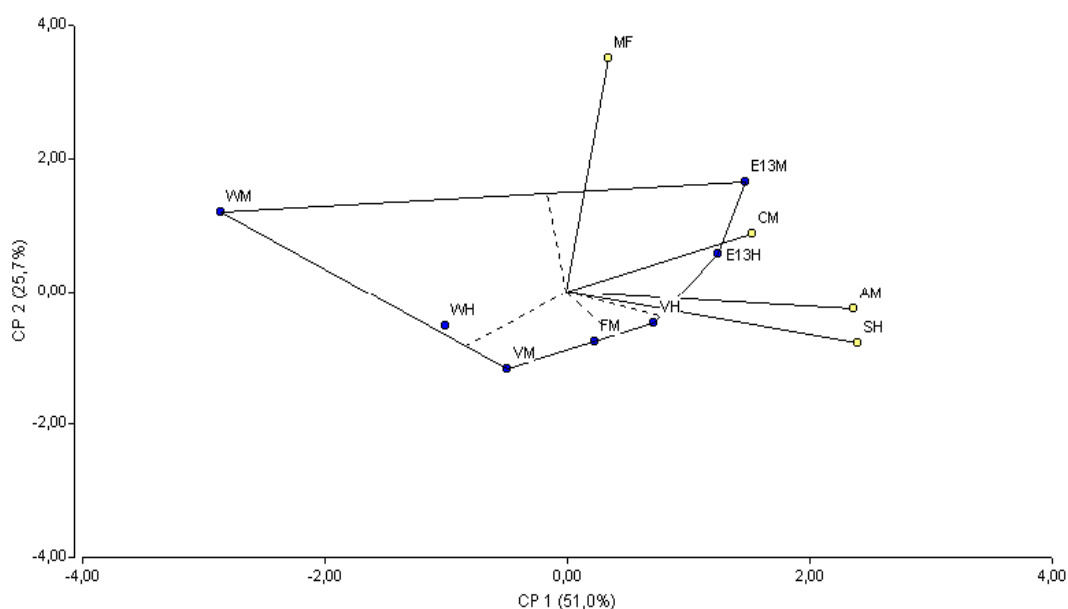
3	0,77	19,3	96
4	0,16	4	100

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Mediante el uso del modelo SREG aplicado a los valores de las alturas promedio se generó el BIPLLOT del Gráfico 4.6 que incluye el efecto del genotipo más el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 51 % de la varianza total y el segundo eje representó el 25.7%. En total, los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.

Gráfico 4.6

Comportamiento de genotipos e interacción genotipo x ambiente respecto a los dos primeros ejes principales con el modelo SREG de las alturas promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Los ambientes se agruparon en un sector o mega-ambiente que está delimitado por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. En el mega-ambiente superior derecho se ubicaron los ambientes donde se encuentran las Haciendas San Humberto, Celia María, Ana María y Miraflores que se consideran como similares, destacándose el genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) como el más adaptado o de mejor comportamiento referente a la altura, seguido de ESPOL 13 HIJO (E13H). Además del gráfico podemos darnos cuenta que existen genotipos hacia la derecha y hacia la izquierda del centro del eje, por lo que podemos inferir que éstos genotipos muestran comportamientos diferenciales de altura. Por lo tanto los genotipos ESPOL 13 MADRE (E13M), ESPOL 13 HIJO (E13H), VALERY HIJO (VH) y FILIPINO MADRE (FM) que se encuentran a la derecha del centro del eje son los que presentan mayores alturas. Los ambientes recientemente descritos y que se orientan hacia la derecha se consideran como favorables para los genotipos que se encuentran en la misma dirección, pero los genotipos WILLIAMS MADRE (WM), WILLIAMS HIJO (WH) y VALERY MADRE (VM) que se encuentran hacia la izquierda del eje y que se encuentran en sectores donde no hay ambientes definidos son considerados

de pobre comportamiento en relación a la altura en la mayoría de los ambientes evaluados.

Los genotipos VALERY HIJO (VH) y WILLIAMS HIJO (WH) se encuentran cercanos al centro del gráfico por lo que no se destacan en ninguno de los mega-ambientes definidos en el gráfico y los genotipos con mejor estabilidad fueron ESPOL 13 MADRE (E13M), ESPOL 13 HIJO y VALERY HIJO (VH), por presentar alturas superiores a la media es decir puntuaciones altas en el componente principal 1 y puntuaciones cercanas a cero en el componente principal 2, de estos VALERY HIJO (VH) fue el más estable. De acuerdo al modelo, estas características son las que identifican los genotipos más estables a través de los ambientes.

Los genotipos ESPOL 13 MADRE (E13M) y ESPOL 13 HIJO (E13H), fueron considerados por el modelo como los genotipos que mejor respondieron a los estímulos ambientales de acuerdo con el concepto de adaptabilidad de Lin et al. 1986, Lin y Binns 1994; estos materiales tuvieron buen desempeño en la mayoría de los ambientes evaluados.

4.6.2 Análisis SREG: Diámetros promedio de los genotipos

La tabla 4.34 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis SREG de los diámetros promedio de las plantas de banano.

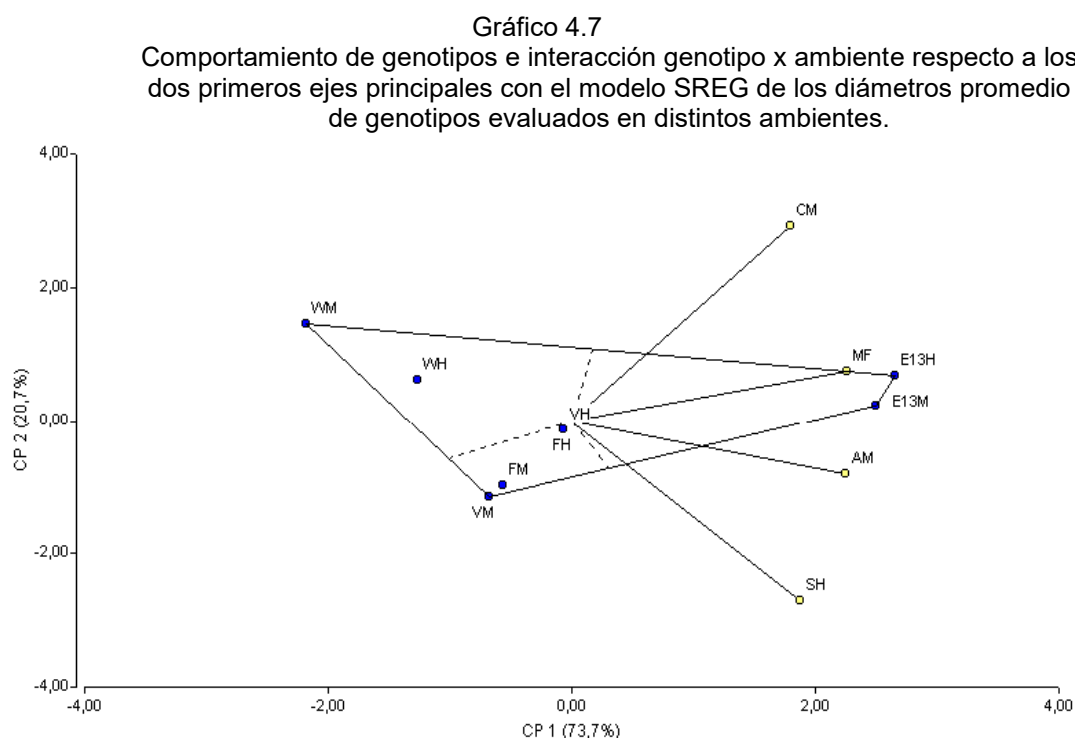
Tabla 4.34
Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG de los diámetros promedio de las plantas de banano.

Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	2,95	73,7	73,7
2	0,83	20,7	94,4
3	0,15	3,7	98,1
4	0,08	1,9	100

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Mediante el uso del modelo SREG aplicado a los valores de los diámetros promedio se generó el BILOT del Gráfico 4.7 que incluye el efecto del genotipo más el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 73.7 % de la varianza total y el segundo eje representó el 20.7%. En total,

los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Los ambientes se agruparon en un sector o mega-ambiente que está delimitado por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. En el mega-ambiente superior derecho se ubicaron los ambientes donde se encuentran las Haciendas San Humberto, Celia María, Ana María y

Miraflores que se consideran como similares, destacándose el genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H) como el más adaptado o de mejor comportamiento referente al diámetro, seguido de ESPOL 13 MADRE (E13M). Además del gráfico podemos darnos cuenta que existen genotipos hacia la derecha y hacia la izquierda del centro del eje, por lo que podemos inferir que éstos genotipos muestran comportamientos diferenciales de diámetro. Por lo tanto los genotipos ESPOL 13 MADRE (E13M) y ESPOL 13 HIJO (E13H) que se encuentran a la derecha del centro del eje son los que presentan mayores diámetros. Los ambientes recientemente descritos y que se orientan hacia la derecha se consideran como favorables para los genotipos que se encuentran en la misma dirección, pero los genotipos WILLIAMS MADRE (WM), WILLIAMS HIJO (WH), VALERY MADRE (VM), VALERY HIJO (VH), FILIPINO MADRE (FM) y FILIPINO HIJO (FH) que se encuentran hacia la izquierda del eje y que se encuentran en sectores donde no hay ambientes definidos son considerados de pobre comportamiento en relación al diámetro en la mayoría de los ambientes evaluados. Los genotipos VALERY HIJO (VH), WILLIAMS HIJO (WH), FILIPINO HIJO (FH) y FILIPINO MADRE (FM) se encuentran cercanos al centro del gráfico por lo que no se destacan en ninguno de los mega-ambientes definidos en el gráfico y los

genotipos con mejor estabilidad fueron ESPOL 13 MADRE (E13M) y ESPOL 13 HIJO, por presentar diámetros superiores a la media es decir puntuaciones altas en el componente principal 1 y puntuaciones cercanas a cero en el componente principal 2, de estos ESPOL 13 MADRE (E13M) fue el más estable. De acuerdo al modelo, estas características son las que identifican los genotipos más estables a través de los ambientes.

Los genotipos ESPOL 13 MADRE (E13M) y ESPOL 13 HIJO (E13H), fueron considerados por el modelo como los genotipos que mejor respondieron a los estímulos ambientales de acuerdo con el concepto de adaptabilidad de Lin et al. 1986, Lin y Binns 1994; estos materiales tuvieron buen desempeño en la mayoría de los ambientes evaluados.

4.6.3 Análisis SREG: Hojas presentes promedio de los genotipos

La tabla 4.35 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis SREG de las hojas presentes promedio de las plantas de banano.

Tabla 4.35

Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG de las hojas presentes promedio de las plantas de banano.

Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	1,78	44,4	44,4
2	1,62	40,6	85
3	0,47	11,8	96,8
4	0,13	3,2	100

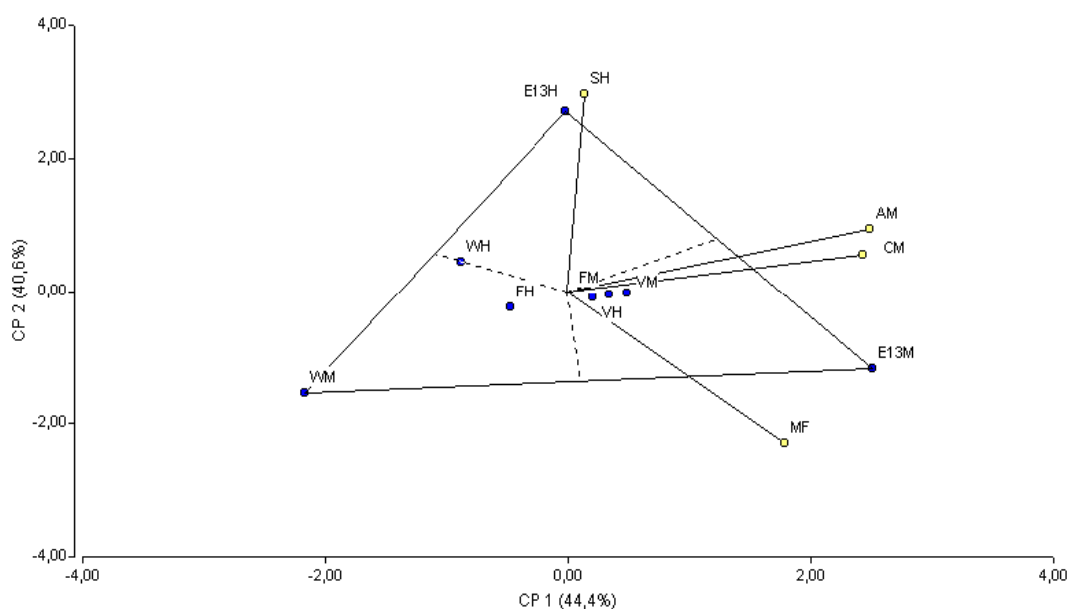
Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Mediante el uso del modelo SREG aplicado a los valores de las hojas presentes promedio se generó el BILOT del Gráfico 4.8 que incluye el efecto del genotipo más el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 44.4 %

de la varianza total y el segundo eje representó el 40.6%. En total, los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.

Gráfico 4.8

Comportamiento de genotipos e interacción genotipo x ambiente respecto a los dos primeros ejes principales con el modelo SREG de las hojas presentes promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Los ambientes se agruparon en dos sectores o mega-ambientes que están delimitados por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. EL primero sector lo constituye el mega-ambiente superior en el cual se ubica el ambiente donde se encuentra la Hacienda San Humberto, destacándose el genotipo ESPOL 13 HIJO (E13H)

como el más adaptado o de mejor comportamiento referente a las hojas presentes. El segundo sector lo constituye el mega-ambiente en el cual se ubican los ambientes donde se encuentran las Haciendas Ana María (AM), Celia María (CM) y Miraflores (MF) donde el genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) es el más adaptado. Además del gráfico podemos darnos cuenta que existen genotipos hacia la derecha y hacia la izquierda del centro del eje, por lo que podemos inferir que éstos genotipos muestran comportamientos diferenciales de hojas presentes. Por lo tanto los genotipos ESPOL 13 MADRE (E13M), FILIPINO MADRE (FM), VALERY MADRE (VM) y VALERY HIJO (VH) que se encuentran a la derecha del centro del eje son los que presentan mayor número de hojas presentes. Los ambientes recientemente descritos y que se orientan hacia la derecha se consideran como favorables para los genotipos que se encuentran en la misma dirección, pero los genotipos WILLIAMS MADRE (WM), WILLIAMS HIJO (WH), FILIPINO HIJO (FH) y ESPOL 13 HIJO (E13H) que se encuentran hacia la izquierda del eje y que se encuentran en sectores donde no hay ambientes definidos (a excepción de ESPOL 13 HIJO (E13H)) son considerados de pobre comportamiento en relación a las hojas presentes en la mayoría de los ambientes evaluados.

Los genotipos VALERY MADRE (VM), VALERY HIJO (VH), WILLIAMS HIJO (WH), FILIPINO HIJO (FH), FILIPINO MADRE (FM) se encuentran cercanos al centro del gráfico por lo que no se destacan en ninguno de los mega-ambientes definidos en el gráfico y los genotipos con mejor estabilidad fueron ESPOL 13 MADRE (E13M) y VALERY MADRE (VM), por presentar un número de hojas presentes superiores a la media es decir puntuaciones altas en el componente principal 1 y puntuaciones cercanas a cero en el componente principal 2, de estos VALERY MADRE (VM) fue el más estable. De acuerdo al modelo, estas características son las que identifican los genotipos más estables a través de los ambientes.

El genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) fue considerado por el modelo como el genotipo que mejor respondió a los estímulos ambientales de acuerdo con el concepto de adaptabilidad de Lin et al. 1986, Lin y Binns 1994; el mismo que tuvo buen desempeño en la mayoría de los ambientes evaluados.

4.6.4 Análisis SREG: Emisión Foliar promedio de los genotipos

La tabla 4.36 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis SREG de la emisión foliar promedio de las plantas de banano.

Tabla 4.36
Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG de la emisión foliar promedio de las plantas de banano.

Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	2,44	61	61
2	0,92	22,9	83,9
3	0,57	14,3	98,2
4	0,07	1,8	100

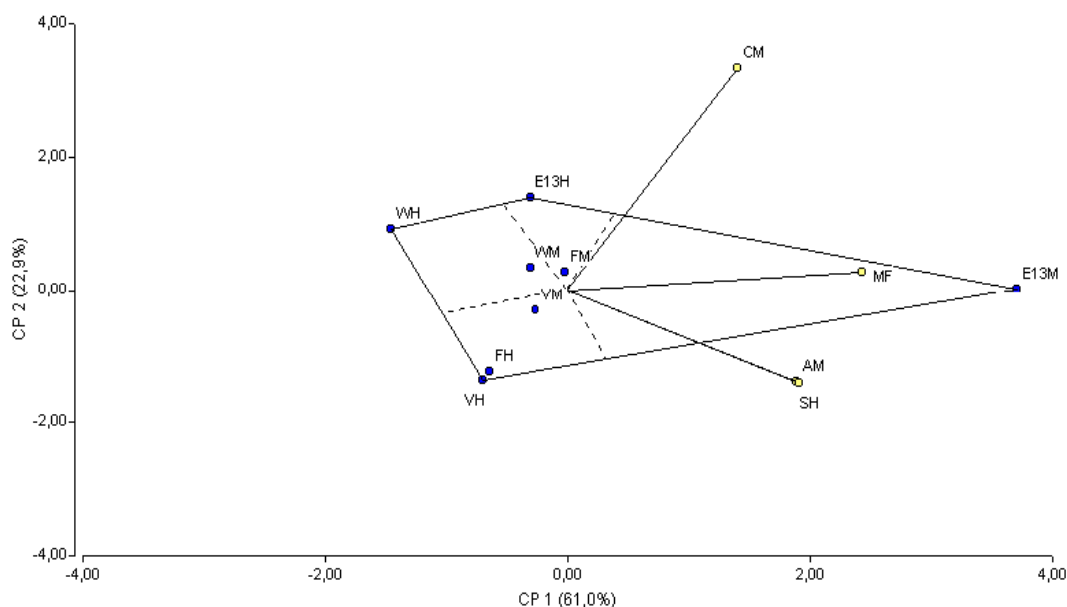
Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Mediante el uso del modelo SREG aplicado a los valores de la emisión foliar promedio se generó el BILOT del Gráfico 4.9 que incluye el efecto del genotipo más el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 61 % de

la varianza total y el segundo eje representó el 22.9%. En total, los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.

Gráfico 4.9

Comportamiento de genotipos e interacción genotipo x ambiente respecto a los dos primeros ejes principales con el modelo SREG de la emisión foliar promedio de genotipos evaluados en distintos ambientes.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Los ambientes se agruparon en un sector o mega-ambiente que está delimitado por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. En el mega-ambiente derecho se ubicaron los ambientes donde se encuentran las Haciendas San Humberto, Celia María, Ana María y Miraflores que se consideran como similares, destacándose el

genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) como el más adaptado o de mejor comportamiento referente a la emisión foliar. Además del gráfico podemos darnos cuenta que existe un genotipo hacia la derecha y otros hacia la izquierda del centro del eje, por lo que podemos inferir que éstos genotipos muestran comportamientos diferenciales de emisión foliar. Por lo tanto el genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M) que se encuentran a la derecha del centro del eje es el que presenta mayor emisión foliar. Los ambientes recientemente descritos y que se orientan hacia la derecha se consideran como favorables para el genotipo que se encuentra en la misma dirección, pero los genotipos ESPOL 13 HIJO (E13H), WILLIAMS MADRE (WM), WILLIAMS HIJO (WH), VALERY MADRE (VM), VALERY HIJO (VH), FILIPINO MADRE (FM) y FILIPINO HIJO (FH) que se encuentran hacia la izquierda del eje y que se encuentran en sectores donde no hay ambientes definidos son considerados de pobre comportamiento en relación a la emisión foliar en la mayoría de los ambientes evaluados.

Los genotipos VALERY MADRE (VM), WILLIAMS MADRE (WH), FILIPINO HIJO (FH) y FILIPINO MADRE (FM) se encuentran cercanos al centro del gráfico por lo que no se destacan en ninguno de los mega-ambientes definidos en el gráfico y el genotipo con mejor estabilidad fue ESPOL 13 MADRE (E13M), por

presentar la emisión foliar superior a la media es decir puntuaciones altas en el componente principal 1 y puntuaciones cercanas a cero en el componente principal 2. De acuerdo al modelo, estas características son las que identifican los genotipos más estables a través de los ambientes.

EL genotipo ESPOL 13 MADRE (E13M), fue considerado por el modelo como el genotipo que mejor respondió a los estímulos ambientales de acuerdo con el concepto de adaptabilidad de Lin et al. 1986, Lin y Binns 1994; este genotipo tuvo un buen desempeño en la mayoría de los ambientes evaluados.

4.6.5 Análisis SREG: IND promedio de los genotipos

La tabla 4.37 muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis SREG del IND promedio de las plantas de banano.

Tabla 4.37

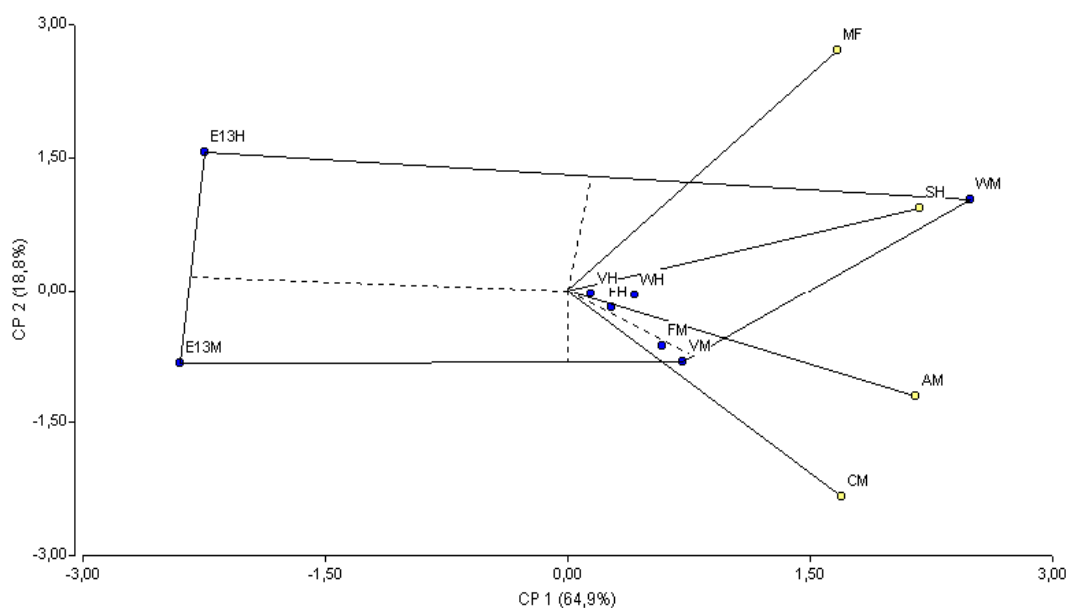
Valores propios obtenidos a partir de los datos transformados en la matriz GE, % de la varianza total y % acumulado en el análisis SREG del IND promedio de las plantas de banano.

Lambda	Valor	% de la varianza total	% acumulado
1	2,59	64,9	64,9
2	0,75	18,8	83,7
3	0,6	15	98,7
4	0,05	1,3	100

Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Mediante el uso del modelo SREG aplicado a los valores del IND promedio se generó el BILOT del Gráfico 4.10 que incluye el efecto del genotipo más el efecto de la interacción genotipo x ambiente. El primer componente representó el 64.9 % de la varianza total y el segundo eje representó el 18.8%. En total, los dos primeros componentes explican más del 75% de la variabilidad total.

Gráfico 4.10
Comportamiento de genotipos e interacción genotipo x ambiente respecto a los dos primeros ejes principales con el modelo SREG del IND de genotipos evaluados en distintos ambientes.



Fuente: CIBE-ESPOL Elaboración: Johnny Jiménez

Los ambientes se agruparon en dos sectores o mega-ambientes que están delimitados por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. En el mega-ambiente inferior derecho se encuentra el ambiente en el que se encuentra la Hacienda Celia María donde el genotipo VALERY MADRE (VM) se considera como el más adaptado en ese

ambiente. En el mega-ambiente superior derecho se ubicaron los ambientes donde se encuentran las Haciendas San Humberto, Ana María y Miraflores que se consideran como similares, destacándose el genotipo WILLIAMS MADRE (WM) como el más adaptado o de mejor comportamiento referente al IND. Además del gráfico podemos darnos cuenta que existen genotipos hacia la derecha y hacia la izquierda del centro del eje, por lo que podemos inferir que éstos genotipos muestran comportamientos diferenciales de IND. Por lo tanto los genotipos WILLIAMS MADRE (WM), WILLIAMS HIJO (WH), VALERY MADRE (VM), VALERY HIJO (VH), FILIPINO MADRE (FM) y FILIPINO HIJO (FH) que se encuentran a la derecha del centro del eje son los que presentan mayores índices de infección (IND). Los ambientes recientemente descritos y que se orientan hacia la derecha se consideran como favorables para los genotipos que se encuentran en la misma dirección, pero los genotipos ESPOL 13 MADRE (E13M) y ESPOL 13 HIJO (E13H) que se encuentran hacia la izquierda del eje y que se encuentran en sectores donde no hay ambientes definidos son considerados de pobre comportamiento en relación al índice de infección (IND), es decir estos dos genotipos son los que presentan menores índices de infección en la mayoría de los ambientes evaluados.

Los genotipos VALERY HIJO (VH), WILLIAMS HIJO (WH), FILIPINO HIJO (FH) y FILIPINO MADRE (FM) se encuentran cercanos al centro del gráfico por lo que no se destacan en ninguno de los mega-ambientes definidos en el gráfico y los genotipos con mejor estabilidad (conceptualmente hablando) fueron WILLIAMS MADRE (WM) y VALERY MADRE (VM), por presentar índices de infección (IND) superiores a la media es decir puntuaciones altas en el componente principal 1 y puntuaciones cercanas a cero en el componente principal 2, por lo que podemos considerar a estos dos genotipos como aquellos que presentaron mayores niveles de infección. De acuerdo al modelo, estas características son las que identifican los genotipos más estables (mayormente infectados de los muy poco afectados) a través de los ambientes.

Los genotipos WILLIAMS MADRE (WM) y VALERY MADRE (VM), fueron considerados por el modelo como los genotipos que mejor respondieron a los estímulos ambientales de acuerdo con el concepto de adaptabilidad de Lin et al. 1986, Lin y Binns 1994; es decir estos materiales fueron muy atacados por la Sigatoka negra lo que se presentó en altos niveles del índice de infección (IND) en la mayoría de los ambientes evaluados.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

100 CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis univariado en la Hacienda San Humberto los genotipos ESPOL 13 MADRE Y ESPOL 13 HIJO presentaron en promedio los índices de infección más bajos 1.20 y 0.97 respectivamente, a diferencia de los genotipos WILLIAMS MADRE y WILLIAMS HIJO que presentaron índices de infección promedio un poco más elevados de 19,87 y 13,11 respectivamente.
2. De acuerdo al análisis univariado en la Hacienda Celia María los genotipos ESPOL 13 MADRE Y ESPOL 13 HIJO presentaron en promedio los índices de infección más bajos 1.08 y 0.14 respectivamente, mientras que los genotipos FILIPINO MADRE, FILIPINO HIJO, VALERY MADRE y VALERY HIJO presentaron índices de infección un poco más elevados de 13.09, 9.44, 14.54 y 7.97.

3. De acuerdo al análisis univariado en la Hacienda Ana María los genotipos ESPOL 13 MADRE Y ESPOL 13 HIJO presentaron en promedio los índices de infección más bajos 5.32 y 1.17 respectivamente, a diferencia del genotipo WILLIAMS MADRE que presentó un índice de infección promedio un poco más elevado de 10,73.
4. De acuerdo al análisis univariado en la Hacienda Miraflores los genotipos ESPOL 13 MADRE Y ESPOL 13 HIJO presentaron en promedio los índices de infección más bajos 0.27 y 8.17 respectivamente, por el contrario el genotipo WILLIAMS MADRE presentó un índice de infección promedio de 11.18 y el genotipo WILLIAMS HIJO presentó un índice de infección promedio de 5.84 que es un poco menor que el índice presentado por el genotipo ESPOL 13 HIJO.
5. Los genotipos ESPOL 13 MADRE y ESPOL 13 HIJO en el análisis univariado son los que presentaron los índices de infección promedio más bajos en todas las haciendas donde se evaluaron.
6. El método propuesto por Eberhart y Russell en relación a la altura de los genotipos permitió clasificar a los genotipos ESPOL 13 MADRE y

ESPOL 13 HIJO como de estabilidad absoluta y los considera como genotipos ideales, y a los genotipos WILLIAMS MADRE y WILLIAMS HIJO como adaptados a ambientes favorables e inestables.

7. El método propuesto por Eberhart y Russell en relación al diámetro de los genotipos permitió clasificar a los genotipos ESPOL 13 MADRE y ESPOL 13 HIJO como de estabilidad absoluta y los considera como genotipos ideales, al genotipo WILLIAMS MADRE como inestable y adaptado a ambientes favorables y al genotipo WILLIAMS HIJO como de adaptabilidad general e inestable.
8. El método propuesto por Eberhart y Russell en relación a las hojas presentes de los genotipos permitió clasificar a los genotipos ESPOL 13 MADRE, ESPOL 13 HIJO, WILLIAMS MADRE y WILLIAMS HIJO como de estabilidad absoluta y a los dos primeros como genotipos ideales.
9. El método propuesto por Eberhart y Russell en relación a la emisión foliar de los genotipos permitió clasificar a los genotipos ESPOL 13 MADRE, ESPOL 13 HIJO, WILLIAMS MADRE y WILLIAMS HIJO como de estabilidad absoluta y al primero lo considera como genotipo ideal.

10. El método propuesto por Eberhart y Russell en relación al índice de infección (IND) de los genotipos permitió clasificar a los genotipos ESPOL 13 MADRE, ESPOL 13 HIJO, WILLIAMS MADRE y WILLIAMS HIJO como de estabilidad absoluta y mantendrán constantes sus índices de infección en todos los ambientes de evaluación

11. Mediante el método de Eberhart y Russell permitió clasificar a los genotipos ESPOL 13 MADRE, ESPOL 13 HIJO, WILLIAMS MADRE y WILLIAMS HIJO en relación a la altura, diámetro, hojas presentes, emisión foliar e índice de infección en su gran mayoría como de estabilidad absoluta (estabilidad en el sentido biológico) la misma que no es considerada importante en la agricultura que requiere de genotipos estables (estabilidad en el sentido agronómico) que respondan bien ante las diferentes condiciones ambientales.

12. Según el modelo AMMI aplicado a las alturas de las plantas de banano, se definieron tres regiones con un genotipo adaptado a cada una de ellas. El genotipo ESPOL 13 HIJO se definió como el más adaptado a las Haciendas Celia María y San Humberto, el genotipo WILLIAMS MADRE como el más adaptado a la Hacienda Miraflores; y el genotipo ESPOL 13 MADRE como el más adaptado a la Hacienda

Ana María seguido del genotipo VALERY MADRE. Además el genotipo más estable fue VALERY MADRE.

13. Según el modelo AMMI aplicado a los diámetros de las plantas de banano, se definieron cuatro regiones con un genotipo adaptado a cada una de ellas. El genotipo ESPOL 13 HIJO se definió como el más adaptado a la Hacienda Celia María, el genotipo WILLIAMS MADRE como el más adaptado a la Hacienda Miraflores, el genotipo VALERY MADRE como el más adaptado a la Hacienda San Humberto; y el genotipo ESPOL 13 MADRE como el más adaptado a la Hacienda Ana María. Además el genotipo más estable fue WILLIAMS HIJO.

14. Según el modelo AMMI aplicado a las hojas presentes de las plantas de banano, se definieron tres regiones con un genotipo adaptado a cada una de ellas. El genotipo WILLIAMS MADRE se definió como el más adaptado a la Hacienda Miraflores, el genotipo ESPOL 13 HIJO como el más adaptado a las Haciendas San Humberto y Celia María; y el genotipo ESPOL 13 MADRE como el más adaptado a la Hacienda Ana María. Además el genotipo más estable fue VALERY MADRE.

15. Según el modelo AMMI aplicado a la emisión foliar de las plantas de banano, se definieron cuatro regiones con un genotipo adaptado a

cada una de ellas. El genotipo ESPOL 13 HIJO se definió como el más adaptado a la Hacienda Celia María, el genotipo VALERY MADRE como el más adaptado a las Haciendas San Humberto y Ana María; y el genotipo ESPOL 13 MADRE como el más adaptado a la Hacienda Miraflores. Además el genotipo más estable fue WILLIAMS MADRE.

16. Según el modelo AMMI aplicado al índice de infección (IND) de las plantas de banano, se definieron tres regiones con un genotipo adaptado a cada una de ellas. El genotipo ESPOL 13 MADRE se definió como el más adaptado a la Hacienda Ana María, el genotipo ESPOL 13 HIJO como el más adaptado a la Hacienda Miraflores; y el genotipo WILLIAMS MADRE como el más adaptado a las Haciendas Celia María y San Humberto seguido del genotipo WILLIAMS HIJO. Además el genotipo más estable fue VALERY MADRE.

17. Según el modelo SREG aplicado a las alturas de las plantas de banano, los ambientes se agruparon en un sector o mega-ambiente que está delimitado por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. Todos los ambientes donde se encuentran las Haciendas San Humberto, Celia María, Ana María y Miraflores se consideran similares y favorables para los genotipos ESPOL 13 MADRE, ESPOL 13 HIJO, VALERY

HIJO y FILIPINO MADRE que son aquellos que presentan las mayores alturas, de éstos el genotipo ESPOL 13 MADRE se considera como el más adaptado a estos ambientes seguido del genotipo ESPOL 13 HIJO y los genotipos WILLIAMS MADRE, WILLIAMS HIJO y VALERY MADRE son considerados de pobre comportamiento en relación a la altura en la mayoría de los ambientes evaluados. Los genotipos VALERY HIJO y WILLIAMS HIJO se consideran no adaptados en ninguno de los mega-ambientes definidos en el gráfico. Además los genotipos con mejor estabilidad fueron ESPOL 13 MADRE, ESPOL 13 HIJO y VALERY HIJO, de éstos el genotipo VALERY HIJO fue el más estable.

18. Según el modelo SREG aplicado a los diámetros de las plantas de banano, los ambientes se agruparon en un sector o mega-ambiente que está delimitado por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. Todos los ambientes donde se encuentran las Haciendas San Humberto, Celia María, Ana María y Miraflores se consideran similares y favorables para los genotipos ESPOL 13 MADRE y ESPOL 13 HIJO que son aquellos que presentan los mayores diámetros, de estos el genotipo ESPOL 13 HIJO se considera como el más adaptado a estos ambientes seguido del genotipo ESPOL 13 MADRE y los genotipos

WILLIAMS MADRE, WILLIAMS HIJO, VALERY MADRE, VALERY HIJO, FILIPINO MADRE y FILIPINO HIJO considerados de pobre comportamiento en relación al diámetro en la mayoría de los ambientes evaluados. Los genotipos VALERY HIJO, WILLIAMS HIJO, FILIPINO HIJO y FILIPINO MADRE se consideran no adaptados en ninguno de los mega-ambientes definidos en el gráfico. Además los genotipos con mejor estabilidad fueron ESPOL 13 MADRE y ESPOL 13 HIJO, de éstos el genotipo ESPOL 13 MADRE fue el más estable.

19. Según el modelo SREG aplicado a las hojas presentes de las plantas de banano, los ambientes se agruparon en dos sectores o mega-ambientes que están delimitados por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. El genotipo ESPOL 13 HIJO se considera el más adaptado al ambiente donde se encuentra la Hacienda San Humberto, los ambientes donde se encuentran las Haciendas Celia María, Ana María y Miraflores se consideran similares y favorables para los genotipos ESPOL 13 MADRE, FILIPINO MADRE, VALERY MADRE y VALERY HIJO que son aquellos que presentan mayor número de hojas presentes, de estos el genotipo ESPOL 13 MADRE se considera como el más adaptado a estos ambientes y los genotipos WILLIAMS MADRE, WILLIAMS HIJO, FILIPINO HIJO y ESPOL 13 HIJO son

considerados de pobre comportamiento en relación al número de hojas presentes en la mayoría de los ambientes evaluados. Los genotipos VALERY MADRE, VALERY HIJO, WILLIAMS HIJO, FILIPINO HIJO y FILIPINO MADRE se consideran no adaptados en ninguno de los mega-ambientes definidos en el gráfico. Además los genotipos con mejor estabilidad fueron ESPOL 13 MADRE y VALERY MADRE, de éstos el genotipo VALERY MADRE fue el más estable.

20. Según el modelo SREG aplicado a la emisión foliar de las plantas de banano, los ambientes se agruparon en un sector o mega-ambiente que está delimitado por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. Todos los ambientes donde se encuentran las Haciendas San Humberto, Celia María, Ana María y Miraflores se consideran similares y favorables para el genotipo ESPOL 13 MADRE que es aquel que presenta la mayor emisión foliar y se considera como el más adaptado a estos ambientes y los genotipos ESPOL 13 HIJO, WILLIAMS MADRE, WILLIAMS HIJO, VALERY MADRE, VALERY HIJO, FILIPINO MADRE y FILIPINO HIJO considerados de pobre comportamiento en relación al diámetro en la mayoría de los ambientes evaluados. Los genotipos VALERY MADRE, WILLIAMS MADRE, FILIPINO HIJO y FILIPINO MADRE se consideran no adaptados en ninguno de los mega-

ambientes definidos en el gráfico. Además el genotipo con mejor estabilidad fue ESPOL 13 MADRE.

21. Según el modelo SREG aplicado al índice de infección (IND) de las plantas de banano, los ambientes se agruparon en dos sectores o mega-ambientes que están delimitados por líneas punteadas y en los vértices del polígono se ubican los mejores genotipos para esos ambientes. El genotipo VALERY MADRE se considera el más adaptado al ambiente donde se encuentra la Hacienda Celia María, los ambientes donde se encuentran las Haciendas San Humberto, Ana María y Miraflores se consideran similares y favorables para los genotipos WILLIAMS MADRE, WILLIAMS HIJO, VALERY MADRE, VALERY HIJO, FILIPINO MADRE y FILIPINO HIJO que son aquellos que presentan los mayores índices de infección, de éstos el genotipo WILLIAMS MADRE se considera como el más adaptado a estos ambientes y los genotipos ESPOL 13 MADRE y ESPOL 13 HIJO (presentan menores índices de infección en la mayoría de los ambientes evaluados) son considerados de pobre comportamiento en relación al índice de infección (IND). Los genotipos VALERY HIJO, WILLIAMS HIJO, FILIPINO HIJO) y FILIPINO MADRE se consideran no adaptados en ninguno de los mega-ambientes definidos en el

gráfico. Además los genotipos con mejor estabilidad fueron WILLIAMS MADRE y VALERY MADRE (presentan mayores índices de infección).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al personal del CIBE encargado de recolectar los datos para registrarlos en los respectivos libros que traten de llenarlos de forma completa y sin cometer errores debido a que se presentaron muchos datos faltantes y algunos valores se registraban equivocadamente.
2. Se recomienda al CIBE que se realice un proceso de sistematización, para que se pueda obtener la información necesaria utilizando eficientemente el tiempo y los recursos, de esta forma se evitarían los problemas relacionados con información faltante y errores en el registro de la información.
3. Por último se recomienda que para investigaciones similares a ésta se utilicen los métodos multivariados que se describieron en el presente estudio debido a que estos nos permiten mediante un gráfico (Biplot) visualizar claramente la relación entre genotipos y ambientes así como también el grado de adaptabilidad y de estabilidad de los mismos.

APÉNDICES

APÉNDICE 1: REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

La técnica de regresión lineal simple se utiliza cuando se intenta explicar una variable respuesta cuantitativa en función de una variable explicativa también cuantitativa. Para esto definamos dos variables, la primera variable aleatoria Y , llamada variable dependiente, que supondremos relacionada con la segunda variable (no necesariamente aleatoria) que llamaremos variable independiente X .

A partir de una muestra de tamaño n para los que se cuenta con los valores de ambas variables, $\{X_i, Y_i ; i = 1, 2, \dots, n\}$ el problema consiste en que por medio de la técnica de regresión lineal simple se trata de encontrar una recta que se ajuste a la nube de los n puntos $\{X_i, Y_i\}$ dispuestos en el plano xy , y mediante esta recta se intenta predecir los valores de Y a partir de los de X .

El modelo pretende aproximar la variable respuesta mediante una función lineal de la variable explicativa de la siguiente manera:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

Y_i : Es el escalar que se corresponde a la observación i -ésima de la variable dependiente del modelo.

X_i : Es la observación i ésima de la variable independiente del modelo.

Los coeficientes β_0 y β_1 son desconocidos y deben ser estimados.

Siendo β_0 el término independiente o constante y β_1 el coeficiente de regresión de la variable explicativa o pendiente de la recta de regresión y el término ε_i es una perturbación estocástica agregada al modelo para recoger todos los posibles errores de medida tanto en las variables X e Y así como los errores en la especificación lineal del modelo, es decir recogerá todos aquellos factores que por error no se han incluido en el modelo y que pueden afectar a la variable dependiente del modelo.

Este término de perturbación ε_i indica en que medida las variables X e Y se apartan de la relación lineal.

De donde se supone que $\varepsilon \rightarrow N(0, \sigma^2)$

Por lo tanto en la técnica de regresión lineal se busca estimar los coeficientes (parámetros) de la ecuación tal que la sumatoria de los errores al cuadrado sea mínima:

$$\text{Mín} \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2$$

Al resolver este problema aplicando cálculo diferencial, se obtienen los estimadores de mínimos cuadrados de los coeficientes de la recta de regresión:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} ; \quad \hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}$$

Del mismo modo que ocurre con otros estimadores, existirá cierta incertidumbre en el cálculo de las estimaciones, que se podrá reflejar mediante intervalos de confianza para ambos valores, construidos bajo la hipótesis de normalidad de los residuos, mediante las expresiones:

$$IC(1-\alpha)\%(\beta_0) = \left(\beta_0 \pm t_{\alpha/2, n-2} S \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{X^2}{S_{XX}}} \right)$$

$$IC(1-\alpha)\%(\beta_1) = \left(\hat{\beta}_1 \pm t_{\alpha/2, n-2} \frac{S}{\sqrt{S_{XX}}} \right)$$

Donde:

$$S_{XX} = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n} \quad \text{y} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2}{n-2}}$$

y las desviaciones de los estimadores de los coeficientes del modelo están dados por:

$$\sigma_{\beta_0} = S \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{S_{XX}}} \quad \sigma_{\beta_1} = \frac{S}{\sqrt{S_{XX}}}$$

El Coeficiente de determinación está dado por:

$$R^2 = \frac{SCR}{SCT}, \quad 0 < R^2 < 1$$

El Coeficiente de determinación ajustado se define así:

$$R_a^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p} * \frac{SCE}{SCT} \right), \quad 0 \leq R^2 \leq 1$$

Donde:

$$SCR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2$$

$$SCE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$SCT = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2$$

Análisis de la Varianza (ANOVA) en Regresión Lineal

El análisis de varianza en regresión es utilizado para verificar si el coeficiente de regresión o pendiente del modelo es igual a cero, es decir, confirmar si la variable independiente aporta explicación de la variable dependiente.

Contraste de hipótesis

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

$$EP : F = \frac{CMR}{CME}$$

$$RR : F \geq F_{(1-\alpha), 1, (n-2)}$$

Tabla ANOVA para Regresión Lineal

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Regresión	1	SCR	CMR=SCR/1	F=CMR/CME
Error	n-2	SCE	CME=SCE/(n-2)	
Total	n-1	SCT		

Prueba t

En esta prueba se interesa conocer la significancia estadística del parámetro de regresión o coeficiente del modelo β_1 respecto a un valor dado, para lo cual se establecen los siguientes contrastes de hipótesis:

$$H_0 : \beta_1 = \beta$$

$$H_1 : \beta_1 \neq \beta$$

$$EP : t = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta}{\sqrt{\frac{S^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}}$$

$$RR : |t| > t_{\alpha/2; n-2}$$

$$H_0 : \beta_1 = \beta$$

$$H_1 : \beta_1 > \beta$$

$$EP : t = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta}{\sqrt{\frac{S^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}}$$

$$RR : t > t_{\alpha; n-2}$$

$$H_0 : \beta_1 = \beta$$

$$H_1 : \beta_1 < \beta$$

$$EP : t = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta}{\sqrt{\frac{S^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}}$$

$$RR : t < -t_{\alpha; n-2}$$

donde $S^2 = \frac{SCE}{n-2}$.

APÉNDICE 2: ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El análisis de componentes principales, ACP, es una técnica del análisis estadístico multivariado que se clasifica entre los métodos de simplificación o reducción de la dimensión y se aplica cuando se dispone de un conjunto elevado de variables, con datos cuantitativos persiguiendo obtener un menor número de variables, combinación lineal de las variables originales, que se denominan componentes principales o factores, cuya posterior interpretación permitirá un análisis más simple del problema estudiado.

El ACP tiene como finalidad transformar un conjunto de variables, a las que se las denomina variables originales interrelacionadas, en un nuevo conjunto de variables que son combinación lineal de las originales, denominadas componentes principales. Estas nuevas variables tienen la característica de estar incorrelacionadas entre sí.

En el ACP, se persigue explicar la mayor parte de la variabilidad total con el menor número de componentes, en donde cada componente como se dijo anteriormente está expresada en función de las variables observadas y es muy adecuado para resumir y reducir datos.

Algebraicamente, las componentes principales son una combinación lineal de las p variables aleatorias originales X_1, X_2, \dots, X_p y geoméricamente esta

combinación lineal representa la elección de un nuevo sistema de coordenadas obtenidas al rotar el sistema original. Estos nuevos ejes representan la dirección de máxima variabilidad. Por lo tanto el ACP permite describir la estructura e interrelación de variables originales consideradas simultáneamente, determinando q combinaciones lineales de las p -variables originales que expliquen la mayor parte de la variación total, y de esta forma resumir y reducir los datos.

Sea $X^T = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_p]$ un vector aleatorio p -variado, donde las variables que lo componen son las variables aleatorias originales y no necesariamente normales. El vector p -variado X tiene como matriz de varianzas y covarianzas a Σ , donde se tiene que $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ y a_1, a_2, \dots, a_p son los valores y vectores propios de Σ , respectivamente.

Ahora, consideremos las siguientes combinaciones lineales:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= a_1^T X = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p \\
 Y_2 &= a_2^T X = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2p}X_p \\
 &\vdots \\
 Y_p &= a_p^T X = a_{p1}X_1 + a_{p2}X_2 + \dots + a_{pp}X_p
 \end{aligned}$$

Entonces las variables Y_1, Y_2, \dots, Y_p son las componentes principales, las mismas que no están correlacionadas entre sí, son ortonormales entre ellas y además se cumple que:

$$\text{Var}(Y_i) = a_i^T \sum a_i = \lambda_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Cov}(Y_i, Y_j) = a_i^T \sum a_j = 0 \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2, \dots, p$$

Donde se cumple que:

$$\|a_i\| = 1 \text{ para } i=1, 2, \dots, p \text{ y } \langle a_i, a_j \rangle = 0 \text{ para } i \neq j.$$

$\|a_i\|$ es la norma del vector a_i y $\langle a_i, a_j \rangle$ es el producto interno entre los vectores a_i y a_j .

La primera componente principal es la combinación lineal de $Y_1 = a_1^T X$ que maximiza la varianza de Y_1 , donde $\|a_1\| = 1$.

La segunda componente principal es la combinación lineal $Y_2 = a_2^T X$ que maximiza la varianza de Y_2 , donde $\|a_2\| = 1$ y la $\text{Cov}(Y_1, Y_2) = 0$.

En general, la i -ésima componente principal es la combinación lineal que maximiza la varianza de $Y_i = a_i^T X_i$, sujeta a que la norma del vector a_i sea unitaria y que la $\text{Cov}(Y_i, Y_k) = 0$ para $k < i$.

Resumiendo tenemos que Σ es la matriz de varianzas y covarianzas asociada con el vector aleatorio, $X^T = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_p] \in R^p$, y que Σ tiene los pares de valores y vectores propios $(\lambda_1, a_1), (\lambda_2, a_2), \dots, (\lambda_p, a_p)$ donde $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$.

El porcentaje total de la varianza contenida por la i -ésima componente principal o su explicación está dado por:

$$\frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i}$$

y el porcentaje total de la varianza contenida por las q primeras componentes principales se define así:

$$\frac{\sum_{i=1}^q \lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i}$$

Existen algunos criterios para determinar el número de componentes principales a retener, los cuales son:

- **En general**, el criterio más sencillo para obtener el número m de componentes principales a retener debe ser tal que $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ en conjunto expliquen más del 75% de la información total de la muestra.

- **Gráfico de sedimentación.** En este gráfico en el eje Y se representan los valores propios o raíces características y en el eje X el número de componentes principales correspondientes a cada valor propio en orden decreciente, de acuerdo a este gráfico se retienen aquellas componentes que se encuentran antes de que el gráfico presente un "quiebre" o "codo".

- **Media aritmética.** según este criterio se retienen aquellas componentes tales que :

$$\lambda_q > \bar{\lambda} = \frac{\sum_{q=1}^p \lambda_q}{p}$$

y se seleccionan aquellas componentes cuya raíz característica excede de la media de las raíces características.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHAMPION, J. (1963). Le Bananier. Maisonneuve et Larose eds, París, Francia, 263 p. 1963.
2. CHAMPION, J. (1967). Les bananiers et leur culture; tome I: botanique et génétique. SETCO eds, París, Francia, 214 p. 1967.
3. CROSSA, J. AND P.L. CORNELIUS. (1997). Sites regression and shifted multiplicative model clustering of cultivar trial sites under heterogeneity of error variances. *Crop Sci.* 37:405-415.
4. CROSSA, J., CORNELIUS, P.L. and Yan, W. (2001). Biplots of linear-bilinear models for studying crossover genotype \times environment interaction. *Crop Science* (submitted).
5. DE LANGHE, E. (1961). La taxonomie du bananier plantain en Afrique Equatoriale. *J. d'Agric. Tropicale et de Botanique Appliquée*, VIII, 10-11:417-449,1961.
6. EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*,v.6, n.1, p.36-40, 1966.

7. GABRIEL, K. R. (1971). The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*, v.58, n.3, p.453-467, 1971.
8. GONZÁLEZ, M. (2001). Interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L.), Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid, Palencia, España, 2001.
9. JOHNSON, R., y WICHERN, W. (1998), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Editorial Prentice Hall, Cuarta Edición, New Jersey, Estados Unidos.
10. LAVORIANI, O.J. (2003). Estabilidade e Adaptabilidade Fenotípica através da reamostragem "bootstrap" no modelo AMMI. Tesis Doctoral, Universidad de Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil, 2003.
11. MENDENHALL W. (1994), *Estadística Matemática con Aplicaciones*, Grupo Editorial Iberoamericana, Segunda Edición, México D.F, México.

12. PEREZ C. (2004), Técnicas de Análisis Multivariante de Datos. Aplicaciones con SPSS, Editorial Prentice Hall, Primera Edición, Madrid, España.

13. SOTO, M. (1992). Bananos Cultivo y Comercialización. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Segunda Edición. San José, Costa Rica, 1992.

14. www.fao.org