



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Instituto de Ciencias Matemáticas

“Determinación y uso de métodos estadísticos en la obtención de un modelo bioclimático para el manejo de la Sigatoka negra presente en haciendas bananeras de la provincia del Guayas”.

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

Presentada por:

Manuel Geovanny Choez Salazar

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2006

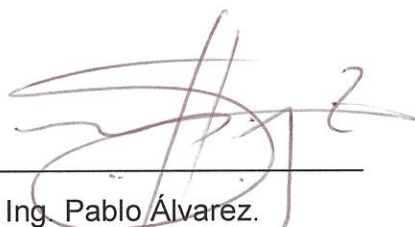
AGRADECIMIENTO

A DIOS pues sin Él no hubiese podido afrontar este reto, a todos los obstáculos que se me presentaron en el transcurso de la elaboración de este trabajo, pues estos me permitieron crecer.

DEDICATORIA

A DIOS,
A MIS PADRES,
A MIS HERMANOS.

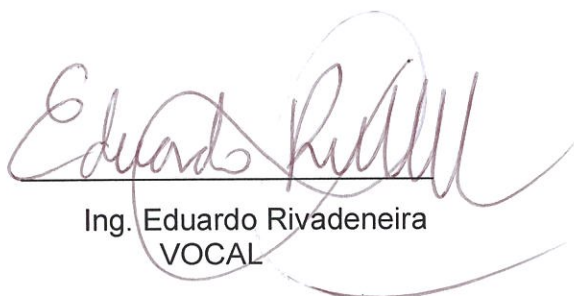
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



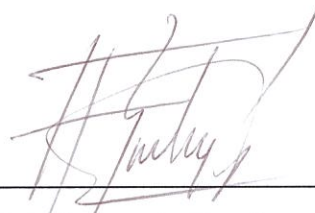
Ing. Pablo Álvarez.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Omar Ruiz.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Eduardo Rivadeneira
VOCAL

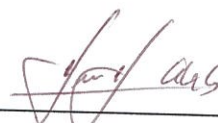


Mat. Fernando Sandoya
VOCAL

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”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Manuel Choez Salazar

RESUMEN

Se realizó el presente estudio para medir la incidencia de las variables climáticas sobre el desarrollo de la Sigatoka negra, a través del uso de técnicas estadísticas como el análisis de regresión múltiple.

Los datos utilizados en este estudio corresponden a evaluaciones semanales de preaviso biológico del desarrollo de la Sigatoka negra tales como estado evolutivo de la enfermedad (EE), suma bruta de los síntomas de la planta de banano (SB) entre otros. Además se utilizó los registros horarios de algunas variables climáticas tales como Temperatura máxima (HI TEMP), humedad interna en la bananera (IN HUM), velocidad del viento (WIND SPEED) entre otras.

El primer capítulo presenta generalidades acerca del banano tales como sus orígenes, requerimientos y finalmente una clasificación de las enfermedades del banano.

El segundo capítulo contiene la información relacionada directamente o indirectamente al tema de investigación, esta información esta dividida en dos partes Sigatoka negra y análisis estadístico. La primera parte incluye una breve reseña histórica de la Sigatoka negra, descripción del hongo *Mycosphaerella Fijiensis* causante de la enfermedad y formas de evaluar la enfermedad. La segunda parte presenta teoría relacionada al análisis

univariado, análisis de regresión, pruebas de hipótesis y algo sobre el software estadístico.

El capítulo 3 contiene el desarrollo del análisis estadístico, el cual se divide en análisis univariado y multivariado, en este último se construyen modelo utilizando regresión múltiple. Finalmente en el capítulo 4 se estableció las conclusiones y recomendaciones.

El uso y aplicación de regresión múltiple logró la obtención de 6 modelos, todos estos congruentes con lo que se observa en el campo de estudio, en este caso la bananera Agrícola Carmita ubicada en el Cantón Balao provincia del Guayas.

Los resultados confirmaron la influencia que tienen las variables climáticas sobre el hongo *Mycosphaerella Fijiensis* agente causal de la Sigatoka negra.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1. ACERCA DEL BANANO.....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Generalidades del banano.....	2
1.2.1. Historia.....	2
1.2.2. Botánica.....	3
1.2.3. Requerimientos para el cultivo.....	4
1.3. Banano en el Ecuador.....	7
1.3.1. Área sembrada en el país.....	7
1.3.2. Producción y productividad Nacional.....	8
1.3.3. Exportaciones.....	9
1.4. Enfermedades del banano.....	11
1.4.1. Clasificación de las enfermedades.....	11

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Introducción.....	14
2.2. Sigatoka negra.....	14
2.2.1. Reseña histórica.....	14
2.2.2. Nombres comunes de la enfermedad.....	15
2.2.3. <i>Mycosphaerella Fijiensis</i>	15
2.2.4. Formas de evaluar la enfermedad.....	20
2.2.4.1. Preaviso biológico.....	20
2.2.4.2. Severidad.....	23
2.3. Análisis Estadístico.....	24
2.3.1. Análisis Univariado.....	24
2.3.2. Análisis de Regresión.....	25
2.3.2.1. Reseña histórica.....	25
2.3.2.2. Regresión.....	25
2.3.2.3. Regresión lineal simple.....	27
2.3.2.4. Regresión Múltiple.....	31
2.3.3. Supuestos de mínimos cuadrados.....	33
2.3.4. Pruebas de hipótesis.....	35
2.3.4.1. Anova.....	35
2.3.4.1.1. Anova (comparación de medias).....	35
2.3.4.1.2. Anova (regresión).....	36
2.3.4.2. Prueba de Kolmogorov Smirnov.....	37

2.3.4.3.	Prueba t.....	38
2.3.4.4.	Prueba de Durbin Watson.....	38
2.3.5.	Software utilizado.....	39
2.3.5.1.	SPSS breve descripción.....	40
2.3.5.2.	Vistas en SPSS.....	40

CAPÍTULO III

3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	42
3.1.	Análisis Univariado.....	43
3.1.1.	Variables relacionadas al desarrollo de la enfermedad.....	43
3.1.2.	Variables climáticas.....	73
3.2.	Análisis de regresión.....	123
3.2.1.	Propósito del modelo de regresión	123
3.2.2.	Determinación del tipo de regresión.....	123
3.2.3.	Selección de variables dependientes.....	123
3.2.4.	Selección de variables independientes.....	129
3.2.5.	Obtención de los modelos.....	135
3.2.6.	Selección de modelos.....	153
3.2.7.	Predicciones.....	154

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	161
4.1. Conclusiones.....	161
4.2. Recomendaciones.....	165

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

cajas/has	Cajas por hectáreas
cm	Centímetros
D-W	Durbin Watson
EE	Estado evolutivo de la Sigatoka negra medido en toda la planta
EF	Emisión foliar
Est.	Estadístico de la prueba
Gl.	Grados de libertad
has	Hectáreas
HII	Hoja 2 de planta de banano
HIII	Hoja 3 de planta de banano
HIV	Hoja 4 de planta de banano
IC	Intervalo de confianza
km	Kilómetros
km/h	Kilómetros por hora
K-S	Kolmogorov Smirnov
MC	Medias cuadráticas
MCE	Media cuadráticas del error
MCR	Media cuadráticas de la regresión
mlbs	Milibars
mm	Milímetros
mts	Metros
PH	Nivel de hidrogeno
Q1	Cuartil 1
Q2	Cuartil 2
Q3	Cuartil 3
SB	Suma bruta de síntomas de la Sigatoka negra sobre las hojas 3y 4
SC	Sumas cuadráticas
SCE	Sumas cuadráticas de los errores
SCR	Sumas cuadráticas de la regresión
SCT	Sumas cuadráticas totales
SEV	Severidad de la Sigatoka negra en el preaviso biológico
SH3	Suma de los síntomas de la Sigatoka negra sobre la hoja 3
SH4	Suma de los síntomas de la Sigatoka negra sobre la hoja 4
UE	Unión Europea
w/m2	Watios por metros cuadrados

SIMBOLOGÍA

$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados
%	Porcentaje
X	Variable independiente
Y	Variable dependiente
n	Número de observaciones
Y_i	Observación dependiente i-ésima
X_i	Observación independiente i-ésima
β_0	Coefficiente constante en regresión lineal simple
β_1	Coefficiente de la variable independiente en regresión lineal simple
ε_i	Error en la i-ésima observación
β_i	Coefficiente de la variable i-ésima en regresión múltiple
$\hat{\beta}_i$	Estimador del coeficiente de la variable i-ésima en regresión
ρ	Coefficiente de correlación
X^T	Transpuesta de una matriz X
H_0	Hipótesis nula
H_1	Hipótesis Alternativa
$\hat{\sigma}_{\beta}$	Estimador de la desviación Est. del parámetro β

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2. 1 Hojas enumeradas en la planta de banano	20
Figura 2. 2 Estado evolutivo de la hoja candela	21
Figura 2. 3 Hoja de cálculo para tabular datos preaviso	22
Figura 2. 4 Porcentajes para calificar la severidad	23

ÍNDICE DE GRÁFICOS

			Pag.
Gráfico	3. 1	Diagrama de barra de SH3A	44
Gráfico	3. 2	Histograma de SH3A	44
Gráfico	3. 3	Diagrama de barra de SH4A	46
Gráfico	3. 4	Histograma de SH4A	46
Gráfico	3. 5	Diagrama de barra de SBA	48
Gráfico	3. 6	Histograma de SBA	48
Gráfico	3. 7	Diagrama de barra de EEA	50
Gráfico	3. 8	Histograma de EEA	50
Gráfico	3. 9	Diagrama de barra de SEVA	52
Gráfico	3. 10	Histograma de SEVA	52
Gráfico	3. 11	Diagrama de barra de SH3B	54
Gráfico	3. 12	Histograma de SH3B	54
Gráfico	3. 13	Diagrama de barra de SH4B	56
Gráfico	3. 14	Histograma de SH4B	56
Gráfico	3. 15	Diagrama de barra de SBB	58
Gráfico	3. 16	Histograma de SBB	58
Gráfico	3. 17	Diagrama de barra de EEB	60
Gráfico	3. 18	Histograma de EEB	60
Gráfico	3. 19	Diagrama de barra de SEVB	62
Gráfico	3. 20	Histograma de SEVB	62
Gráfico	3. 21	Diagrama de barra de SH3C	64
Gráfico	3. 22	Histograma de SH3C	64
Gráfico	3. 23	Diagrama de barra de SH4C	66
Gráfico	3. 24	Histograma de SH4C	66
Gráfico	3. 25	Diagrama de barra de SBC	68
Gráfico	3. 26	Histograma de SBC	68
Gráfico	3. 27	Diagrama de barra de EEC	70
Gráfico	3. 28	Histograma de EEC	70
Gráfico	3. 29	Diagrama de barra de SEVC	72
Gráfico	3. 30	Histograma de SEVC	72
Gráfico	3. 31	Diagrama de barra de TEMP OUT	74
Gráfico	3. 32	Histograma de TEMP OUT	74

Gráfico	3. 33	Diagrama de barra de	HI TEMP	76
Gráfico	3. 34	Histograma de	HI TEMP	76
Gráfico	3. 35	Diagrama de barra de	LOW TEMP	78
Gráfico	3. 36	Histograma de	LOW TEMP	78
Gráfico	3. 37	Diagrama de barra de	OUT HUM	80
Gráfico	3. 38	Histograma de	OUT HUM	80
Gráfico	3. 39	Diagrama de barra de	DEW	82
Gráfico	3. 40	Histograma de	DEW	82
Gráfico	3. 41	Diagrama de barra de	WIND SPEED	84
Gráfico	3. 42	Histograma de	WIND SPEED	84
Gráfico	3. 43	Diagrama de barra de	WIN RUN	86
Gráfico	3. 44	Histograma de	WIN RUN	86
Gráfico	3. 45	Diagrama de barra de	HI SPEED	88
Gráfico	3. 46	Histograma de	HI SPEED	88
Gráfico	3. 47	Diagrama de barra de	WIND CHILL	90
Gráfico	3. 48	Histograma de	WIND CHILL	90
Gráfico	3. 49	Diagrama de barra de	HEAT INDEX	92
Gráfico	3. 50	Histograma de	HEAT INDEX	92
Gráfico	3. 51	Diagrama de barra de	THW INDEX	94
Gráfico	3. 52	Histograma de	THW INDEX	94
Gráfico	3. 53	Diagrama de barra de	THSW INDEX	96
Gráfico	3. 54	Histograma de	THSW INDEX	96
Gráfico	3. 55	Diagrama de barra de	BAR	98
Gráfico	3. 56	Histograma de	BAR	98
Gráfico	3. 57	Diagrama de barra de	RAIN	100
Gráfico	3. 58	Histograma de	RAIN	100
Gráfico	3. 59	Diagrama de barra de	RAIN RATE	102
Gráfico	3. 60	Histograma de	RAIN RATE	102
Gráfico	3. 61	Diagrama de barra de	SOLAR RAD	104
Gráfico	3. 62	Histograma de	SOLAR RAD	104
Gráfico	3. 63	Diagrama de barra de	SOLAR ENERGY	106
Gráfico	3. 64	Histograma de	SOLAR ENERGY	106
Gráfico	3. 65	Diagrama de barra de	HI SOLAR RAD	108
Gráfico	3. 66	Histograma de	HI SOLAR RAD	108
Gráfico	3. 67	Diagrama de barra de	UV INDEX	110
Gráfico	3. 68	Histograma de	UV INDEX	110
Gráfico	3. 69	Diagrama de barra de	UV DOSE	112
Gráfico	3. 70	Histograma de	UV DOSE	112
Gráfico	3. 71	Diagrama de barra de	HI UV	114
Gráfico	3. 72	Histograma de	HI UV	114
Gráfico	3. 73	Diagrama de barra de	COOL D-D	116

Gráfico	3. 74	Histograma de	COOL D-D	116
Gráfico	3. 75	Diagrama de barra de	IN TEMP	118
Gráfico	3. 76	Histograma de	IN TEMP	118
Gráfico	3. 77	Diagrama de barra de	IN HUM	120
Gráfico	3. 78	Histograma de	IN HUM	120
Gráfico	3. 79	Diagrama de barra de	ET	122
Gráfico	3. 80	Histograma de	ET	122
Gráfico	3. 81	Correlación por lotes		130
Gráfico	3. 82	Componentes principales		132
Gráfico	3. 83	Matriz de dispersión de	M1	136
Gráfico	3. 84	Matriz de dispersión de	M2	139
Gráfico	3. 85	Matriz de dispersión de	M3	142
Gráfico	3. 86	Matriz de dispersión de	M4	145
Gráfico	3. 87	Matriz de dispersión de	M5	148
Gráfico	3. 88	Matriz de dispersión de	M6	152
Gráfico	3. 89	Estimaciones de	SB	155
Gráfico	3. 90	Residuos		156
Gráfico	3. 91	Estimaciones de	EE	157
Gráfico	3. 92	Residuos		158

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. 1 Hectáreas sembradas en el Ecuador	7
TABLA 2. 1 Tabla Anova	35
TABLA 2. 2 Tabla Anova de regresión	36
TABLA 3. 1 Medidas descriptivas de SH3A	43
TABLA 3. 2 Medidas descriptivas de SH4A	45
TABLA 3. 3 Medidas descriptivas de SBA	47
TABLA 3. 4 Medidas descriptivas de EEA	49
TABLA 3. 5 Medidas descriptivas de SEVA	51
TABLA 3. 6 Medidas descriptivas de SH3B	53
TABLA 3. 7 Medidas descriptivas de SH4B	55
TABLA 3. 8 Medidas descriptivas de SBB	57
TABLA 3. 9 Medidas descriptivas de EEB	59
TABLA 3. 10 Medidas descriptivas de SEVB	61
TABLA 3. 11 Medidas descriptivas de SH3C	63
TABLA 3. 12 Medidas descriptivas de SH4C	65
TABLA 3. 13 Medidas descriptivas de SBC	67
TABLA 3. 14 Medidas descriptivas de EEC	69
TABLA 3. 15 Medidas descriptivas de SEVC	71
TABLA 3. 16 Medidas descriptivas de TEMP OUT	73
TABLA 3. 17 Medidas descriptivas de HI TEMP	75
TABLA 3. 18 Medidas descriptivas de LOW TEMP	77
TABLA 3. 19 Medidas descriptivas de OUT HUM	79
TABLA 3. 20 Medidas descriptivas de DEW	81
TABLA 3. 21 Medidas descriptivas de WIND SPEED	83
TABLA 3. 22 Medidas descriptivas de WIN RUN	85
TABLA 3. 23 Medidas descriptivas de HI SPEED	87
TABLA 3. 24 Medidas descriptivas de WIND CHILL	89
TABLA 3. 25 Medidas descriptivas de HEAT INDEX	91
TABLA 3. 26 Medidas descriptivas de THW INDEX	93
TABLA 3. 27 Medidas descriptivas de THSW INDEX	95

TABLA 3. 28	Medidas descriptivas de BAR	97
TABLA 3. 29	Medidas descriptivas de RAIN	99
TABLA 3. 30	Medidas descriptivas de RAIN RATE	101
TABLA 3. 31	Medidas descriptivas de SOLAR RAD	103
TABLA 3. 32	Medidas descriptivas de SOLAR ENERGY	105
TABLA 3. 33	Medidas descriptivas de HI SOLAR RAD	107
TABLA 3. 34	Medidas descriptivas de UV INDEX	109
TABLA 3. 35	Medidas descriptivas de UV DOSE	111
TABLA 3. 36	Medidas descriptivas de HI UV	113
TABLA 3. 37	Medidas descriptivas de COOL D-D	115
TABLA 3. 38	Medidas descriptivas de IN TEMP	117
TABLA 3. 39	Medidas descriptivas de IN HUM	119
TABLA 3. 40	Medidas descriptivas de ET	121
TABLA 3. 41	Homogeneidad de varianzas entre lotes	125
TABLA 3. 42	Prueba de normalidad	126
TABLA 3. 43	Anova entre lotes	127
TABLA 3. 44	Comparación de distribuciones entre lotes	127
TABLA 3. 45	Correlaciones entre variables dependientes	128
TABLA 3. 46	Puntaje de correlación entre variables	129
TABLA 3. 47	Porcentaje de explicación de las componentes	131
TABLA 3. 48	Correlación entre variables X e Y	133
TABLA 3. 49	Modelo 1	135
TABLA 3. 50	Correlaciones entre las variables del modelo	136
TABLA 3. 51	Anova regresión	137
TABLA 3. 52	Estimadores del modelo	137
TABLA 3. 53	Modelo 2	138
TABLA 3. 54	Correlaciones entre las variables del modelo	139
TABLA 3. 55	Anova regresión	140
TABLA 3. 56	Estimadores del modelo	140
TABLA 3. 57	Modelo 3	141
TABLA 3. 58	Correlaciones entre las variables del modelo	142
TABLA 3. 59	Anova regresión	143
TABLA 3. 60	Estimadores del modelo	143
TABLA 3. 61	Modelo 4	144
TABLA 3. 62	Correlaciones entre las variables del modelo	145
TABLA 3. 63	Anova regresión	146
TABLA 3. 64	Estimadores del modelo	146
TABLA 3. 65	Modelo 5	147

TABLA 3. 66	Correlaciones entre las variables del modelo	148
TABLA 3. 67	Anova regresión	149
TABLA 3. 68	Estimadores del modelo	149
TABLA 3. 69	Modelo 6	150
TABLA 3. 70	Correlaciones entre las variables del modelo	151
TABLA 3. 71	Anova regresión	153
TABLA 3. 72	Estimadores del modelo	153
TABLA 3. 73	Modelo para explicar SB	154
TABLA 3. 74	Modelo para explicar EE	154
TABLA 3. 75	Predicciones de SB	155
TABLA 3. 76	Prueba de Normalidad para los residuos	156
TABLA 3. 77	Predicciones de EE	157
TABLA 3. 78	Prueba de Normalidad para los residuos	158

INTRODUCCIÓN

El Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) realiza estudios principalmente relacionados al control de la Sigatoka negra, enfermedad que afecta contundentemente a los cultivos de banano en todo el mundo.

Los altos costos en los que se incurren al controlar la Sigatoka negra han dado inicio a la incesante búsqueda de nuevas alternativas que permitan vigilar la evolución del hongo causante de la misma. Por esto se decidió utilizar la estadística como una muy potente herramienta para analizar los datos disponibles en el CIBE relacionados a la Sigatoka negra.

El objetivo del estudio es determinar y usar métodos estadísticos en la obtención de un modelo bioclimático para el manejo de la Sigatoka negra presente en haciendas bananeras de la provincia del Guayas.

La primera etapa del estudio fue recolectar los datos, estos fueron recogidos por personal profesional que labora en el CIBE; la segunda etapa fue digitalizar aquellos datos y consecuentemente organizarlos.

Finalmente se procedió a realizar el análisis estadístico el cual incluye análisis univariado, pruebas de hipótesis y análisis de regresión.

Este estudio podría ser utilizado en las bananeras de la provincia del Guayas, para identificar cuales variables climáticas inciden en el desarrollo de la Sigatoka negra.

BIBLIOGRAFÍA

Daniells, Jeff, 2001; Diversity in genus Musa; Internacional Plant Genetic Resources Institute; Francia.

Freud, John; 2000; "Estadística Matemática"; Con aplicaciones; Pearson Educación; Mexico.

Martínez, Ciro; 2002; "Estadística y Muestreo"; Ecoe Ediciones; Colombia.

Mendicoa, Gloria; 2003; "Sobre Tesis y Tesistas"; Lecciones de enseñanza y aprendizaje; Espacio Editorial; Ecuador.

Ojeda G; 2000; Evaluating bananas: A global partnership, Internacional Plant Genetic Resources Institute; México.

Páginas Web:

Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador;
<http://www.cibe.espol.edu.ec> , Julio 2006 (última visita)

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador;
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/banano.pdf#search=%22areas%20bananeras%22 ; Agosto 2006 (última visita).

Sitio Web Universidad del Zulia, "Estudio preliminar de vigilancia y pronóstico para la Sigatoka negra en el cultivo de plátano en Macagua-Jurimiquire, estado Yaracuy";

http://www2.bvs.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000400002&lng=pt&nrm=iso , Mayo 2006(última visita)

CAPITULO I

1. ACERCA DEL BANANO

1.1. Introducción

En este capítulo se presentan generalidades acerca del banano tales como breve reseña de los orígenes del banano, una clasificación de *musáceas* familia de plantas del género *Musa* que incluye la del banano y también se listan los requerimientos para el cultivo de banano como son clima y suelo. Además se trata temas del banano en el Ecuador entre los cuales están superficie sembrada, producción y productividad, y exportaciones. Finalmente se tiene la clasificación de las enfermedades del banano.

1.2. Generalidades del banano

1.2.1. Historia

Para hablar de los orígenes del banano nos remontaremos varios años atrás y encontramos que hallazgos arqueológicos de algunos fósiles revelan la existencia del banano muchos años antes de Cristo.

El banano pertenece al género *Musa* (palabra árabe: mouz o maouz) extensa familia de plantas, pocas de ellas comestibles, originaria de Asia de los Valles del Himalaya que por medios aun no perfectamente esclarecidos, se implanta en tierras americanas.

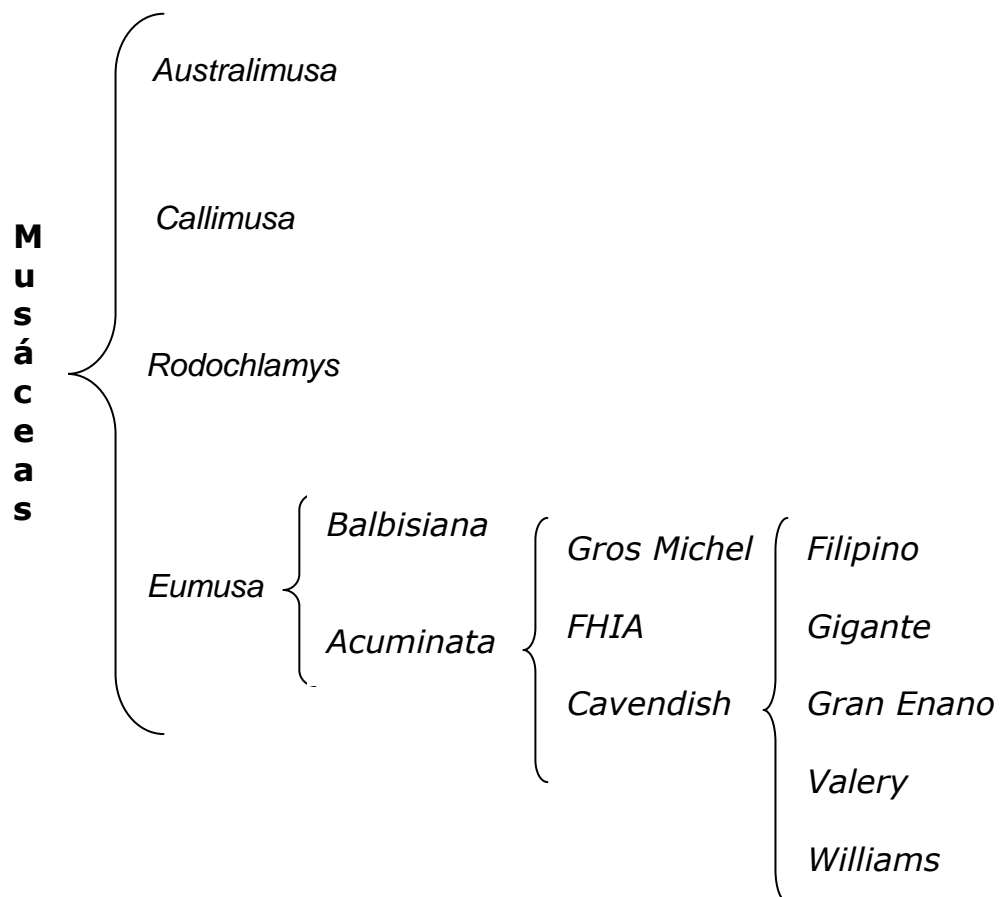
Se presume que su trayectoria inicia en el Eúfrates luego es transportada hasta las Canarias antes de ser introducida en las

Antillas a principios del siglo XV, para ser adquiridas por mercaderes que se dirigían a lo que hoy se conoce como Portugal; se supone que igual ruta siguió para alcanzar nuestras costas.

1.2.2. Botánica

La planta de banano es una “hierba” de gran tamaño, esta planta herbácea es género *Musa* familia de las *Musáceas* que se clasifican de la siguiente forma ⁽¹⁾:

Clasificación:



⁽¹⁾ Diversity in the genus *Musa*

1.2.3. Requerimientos para el cultivo⁽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 mientras que con temperaturas de 40°C se presentan efectos negativos siempre y cuando la provisión de agua no sea normal.

La pluviosidad que es la cantidad de lluvia necesaria en la zona varía de 120mm a 150 mm de lluvia mensual o precipitaciones de 44mm 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 debido a su altura y débil constitución del pseudo-tallo.

⁽²⁾ Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador

Suelo

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo de banano son aquellos que presentan las siguientes características:

- Textura:
 - Franco arenosa
 - Franco arcillosa
 - Franco arcillo limoso
 - Franco limoso
- Drenaje interno
- Alta fertilidad
- Profundidad
 - Mínimo 1.2 mts
 - Máximo 1.5 mts
- PH
 - Mínimo 5.5
 - Máximo 7.5

Los estados según el nivel de PH son:

- ◇ Menor 6.5 ligeramente ácidos
- ◇ Igual a 7 neutro
- ◇ Mayor 7 alcalino o básico

- Selección del Terreno

En un terreno para cultivo de banano debe tomarse en cuenta el clima, el suelo, las vías de comunicación que posee, las condiciones de las vías, la facilidad de obtener y transportar agua de riego, qué cultivos se sembraron anteriormente, qué pesticidas se utilizaron, la topografía y otros factores que podrían desfavorecer la producción de fruta.

- Levantamiento Topográfico

Es de vital importancia tener un levantamiento topográfico del terreno para realizar el cultivo de banano, para la ubicación de canales de drenaje, canales de riego o tendido de tuberías, los sitios donde se construirán las empacadoras, el diseño de ubicación de funiculares y cables vías, ubicación de guardarrayas u otro trabajo que requiere el cultivo.

1.3. Banano en el Ecuador

1.3.1. Área sembrada en el país

Actualmente en el Ecuador existen aproximadamente 180,331 has cultivadas (registradas) según informe del Ministerio de Agricultura y Ganadería del mes de Septiembre de 2001 sin embargo se estima que existen de 35,000 has sin inscribir.

A continuación se presenta las áreas sembradas en el Ecuador según las provincias:

Provincia	Has sembradas (%)
EL ORO	30,63
LOS RIOS	31,25
GUAYAS	29,69
CAÑAR	3,46
ESMERALDAS	2,47
COTOPAXI	2,17
PICHINCHA	0,19
MANABI	0,09
AZUAY	0,03
BOLIVAR	0,02

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador

1.3.2. Producción y productividad Nacional

De la superficie total de banano en el Ecuador, 138.417 has corresponden a las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos que representan el 77% de toda la superficie de banano a nivel nacional. Las principales provincias productoras de banano a nivel de superficie se distribuyen unas 50,419 has en Los Ríos, 44,646 has en el Guayas y 43,353 has en El Oro.

Esta estructura marca una diferencia a nivel de productividad en estas tres provincias, así tenemos que la productividad promedio de las provincias más importantes es de:

- Los Ríos 2,070 cajas/has
- El Guayas 1,600 cajas/has
- El Oro 1,500 cajas/has

La productividad a nivel nacional incorporando el resto de provincias es de 1.400 cajas por has.

Los bajos niveles de productividad a nivel nacional y el crecimiento en el hectareaje refleja que la actividad bananera en el Ecuador en los últimos años se ha mantenido sobre la base de un crecimiento de la superficie más que a un crecimiento de los niveles de productividad o rendimiento.

En cuanto al número de productores por provincia se tiene:

- El Oro registra 3.800 productores
- El Guayas registra 2.100 productores
- Los Ríos registra 1.100. productores

Esta situación contrasta con el tema de la productividad en donde la provincia de Los Ríos resulta ser la más productiva en la actividad bananera, con un menor número de productores.

1.3.3. Exportaciones

Las exportaciones del Ecuador durante el 2003 volvieron a experimentar un incremento al alcanzar las 4'473.631 toneladas, superior en un 11% a las registradas en el año 2002 que fue de 4'047.615 toneladas.

El 91% de las ventas se dirigen a mercados como:

- Estados Unidos
- Unión Europea
- Rusia
- China
- Argentina
- Chile
- Otros mercados (9% restante)

Sin embargo los Estados Unidos, La Unión Europea y los países de Europa de Este (principalmente Rusia) compran el 83% de las ventas de banano ecuatoriano. Cabe aclarar que los reportes de ventas hacia la Unión Europea registran las declaraciones de envío a puertos y no necesariamente todo ese volumen declarado ingresan al mercado de la Unión y un volumen importante se reexporta hacia los mercados de Europa del Este, así un 50% aproximadamente de la fruta destinada a la UE ingresa .

La estructura de las exportaciones ecuatorianas es un aspecto muy importante a tomar en cuenta ya que esa situación marca una diferencia frente a otros países como Costa Rica y Colombia, cuyos destinos se concentran en más del 80% hacia los mercados Estados Unidos y la Unión Europea y por ende a la situación interna de precios, dado que Europa del Este, Estados Unidos ha experimentado bajas de precios durante el año 2003.

1.4. Enfermedades del banano⁽³⁾

1.4.1. Clasificación de las enfermedades

La clasificación de las enfermedades, de acuerdo a la naturaleza de los organismos patógenos es:

- Virales
- Bacterianas
- Fúngicas
- Producidas por algas
- Daños por nematodos o picudos
- Daños por exceso de sales en el suelo

Virales

- *Clorosis infecciosa-cucumovirus*
- *Rayado necrótico-badnavirus*

Bacterianas

- Hereque o moko (*Ralstonia solanacearum*)
- Pudrición acuosa del pseudotallo (*Erwinia carotovora* y *E.Chrysanthemii*)
- Pudrición del cormo y cogollo (*Pseudomonas sp.* y *Erwinia sp.*)

⁽³⁾ Evaluating bananas

Las fúngicas

- Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*)
- Sigatoka negra o raya negra (*Mycosphaerella fijiensis*)
- Manchas del follaje (*Cordana musae*)
- Mancha o rayado del envés (*Veronaea musae*)
- Mancha irregular oscura de la hoja (*Deightoniella torulosa*)
- Salpicado de la hoja (*Periconiella musae*)
- Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum fr. cubense*)
- Pudrición seca del tallo (*Marasmiellus troyanus*)
- Enfermedades del fruto (*Verticillium theobromae*)

Colletotrichum musae

Pyricularia grisea

Deightoniella torulosa

Botryodiplodia theobromae

Fusarium roseum

Producidas por algas

- *Cephaleuros virescens*

Daños por nematodos picudos

- *Radopholus similis*
- *Helicotylenchus multicinctus*
- *Meloidogyne spp*
- *Pratylenchus spp*
- *Rotylenchus sp*

Daños por exceso de sales en el suelo

- Carbonatos de calcio
- Cloruro
- Sulfato de sodio

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

En este capítulo se presenta una recopilación de toda la información relacionada directamente o indirectamente al tema de investigación.

Esta información se la ha dividido en dos partes, estas son:

Sigatoka negra: Esta primera parte incluye una breve reseña histórica de la Sigatoka negra, una descripción detallada del hongo *Mycosphaerella Fijiensis* causante de esta enfermedad además formas de evaluar la enfermedad.

Análisis estadístico: En esta parte se presenta la teoría relacionada al análisis univariado y de regresión además se define la estructura de las pruebas de hipótesis involucradas en el análisis y se menciona algo sobre el software estadístico utilizado en el estudio.

2.2. Sigatoka negra

2.2.1. Reseña histórica⁽⁴⁾

La Sigatoka negra se detectó por primera vez en el continente americano en el valle de Ulúa-Honduras en el año de 1972, en bananos y plátanos, actualmente se encuentra difundida en las principales áreas productoras de *musáceas* en todo el mundo.

En Cuba se detectó por primera vez en el año 1990.

⁽⁴⁾ Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador

En América Central se detectó en Belice en el año 1976, en Guatemala en el año 1977, en Costa Rica en el año 1979, en El Salvador y Nicaragua en el año 1979, en Panamá y México en el año 1980 y en Sur América en Colombia en el año 1981, en Venezuela en el año 1991, en Perú en el año 1994 y en Brasil en el año 1998.

En el Ecuador se detectó por primera vez en año 1987 en las haciendas Timbre, Flamingo y Victoria, localizadas en la provincia de Esmeraldas y en la actualidad se ha extendido a todas las áreas bananeras del Ecuador y ya se ha reportado su presencia en pequeñas áreas cultivadas en la provincia insular de Galápagos.

2.2.2. Nombres comunes de la enfermedad

Algunos de los nombres comunes con los que se conoce a la enfermedad son Sigatoka negra del plátano, Raya negra de la hoja, Black Sigatoka, Black leaf streak.

2.2.3. *Mycosphaerella Fijiensis*⁽⁵⁾

Organismo causal:

Existen algunas especies del hongo *Mycosphaerella*, todas estas atacan al género musa. El agente causal de la Sigatoka negra es el hongo *Mycosphaerella Fijiensis*, fue en América Latina donde se le dio el nombre de Sigatoka negra.

⁽⁵⁾ Evaluating bananas

Sintomatología:

El único órgano afectado por el hongo *Mycosphaerella Fijiensis* es la hoja, el cual destruye el follaje rápidamente si no se aplican medidas de control.

Asimismo, como resultado del ataque de este patógeno se observan síntomas característicos en los frutos.

Aunque la Sigatoka negra fue descrita por primera vez el año 1964, los síntomas en hojas fueron detallados recién el año 1969 por Meredith y Lawrence.

En 1982, Fouré redefinió los síntomas mostrados durante el desarrollo de la enfermedad en seis estadíos, que son descritos a continuación.

- **Estadio 1.** Es el primer síntoma externo de la enfermedad, las plantas afectadas por Sigatoka negra presentan puntos oscuros, café rojizo menor de 0,25 mm de longitud, visible a simple vista en el envés de las hojas, generalmente más abundante cerca del margen derecho de la hoja (vista de frente) y hacia el ápice. Esto se asemeja a la primera etapa de la Sigatoka amarilla.

- **Estadio 2.** En este síntoma las estrías aparecen entre 10 a 14 días después de la infección.

Dicha infección aparece como una raya, generalmente de color café y visible en el envés de la hoja; más adelante, este síntoma también aparece como una raya en la parte de arriba del limbo, su color amarillo se asemeja al estadio 1 de la Sigatoka amarilla.

Este color cambiará progresivamente a café y más adelante a negro en la parte de arriba de la hoja; sin embargo mantendrá el color café en el envés de la hoja.

- **Estadio 3.** Se diferencia del anterior en sus dimensiones, la raya se hace más grande y bajo ciertas condiciones (poco inóculo y condiciones climáticas desfavorables), puede alcanzar una longitud de 2 cm. a 3 cm de longitud.
- **Estadio 4.** Aparece en el envés de la hoja como una mancha café y en la parte de arriba como una mancha negra.
- **Estadio 5.** Ocurre cuando la mancha elíptica se vuelve totalmente negra y se ha extendido al envés de la hoja. Esta mancha tiene un halo amarillo que la rodea y su centro se empieza a aplanar.
- **Estadio 6.** Ocurre cuando el centro de la mancha se seca, adquiere un color gris claro y lo rodea un anillo bien definido de

color negro, rodeado a su vez por un halo de color amarillo brillante. Estas manchas se podrán observar aún después de que la hoja se ha secado ya que el anillo persiste.

Como resultado se tiene la destrucción del follaje, además destruye su capacidad de respiración y fotosíntesis, la producción de fruta es reducida drásticamente, sin embargo, también ocasiona un llenado deficiente y la maduración prematura de los dedos en campo, durante el transporte o almacenaje, daño que es considerado como el más importante.

Este daño, estaría determinado por la acción de toxinas del patógeno, más que debido a la defoliación.

Si el ataque se produce sobre todo en las hojas jóvenes de la planta, la pérdida de la producción es total.

Condiciones ambientales

La Sigatoka negra es favorecida por humedad y temperatura altas.

Debido a que *Mycosphaerella Fijiensis* es un hongo de reproducción sexual (ascoporas) y asexual (conidias), la infección se produce más rápidamente por medio de las ascoporas debido a propagación a través del viento. Sin embargo, las conidias también juegan un rol muy importante durante periodos secos.

Las conidias se forman bajo condiciones de alta humedad, especialmente si hay una película de agua sobre la superficie de la

hoja. Se forman durante los primeros estadios de desarrollo de la enfermedad, especialmente 2, 3 y 4.

Las ascosporas son producidas en los pseudotecios formados en las lesiones maduras (estadios 5 y 6), que son comunes en las hojas más viejas de las plantas o en hojas que se están secando sobre la superficie del suelo.

La infección exitosa es promovida por periodos extendidos de alta humedad y agua libre sobre las hojas. La máxima germinación ocurre cuando hay agua libre. Las conidias germinan a través de un rango de humedad relativa más amplio que va desde 92 a 100%, que las ascosporas (98-100%). La temperatura óptima para la germinación de las esporas es de alrededor 27 °C.

Dentro de una plantación de plátano, las condiciones culturales que determinen la ocurrencia de ambientes húmedos, entre ellas drenajes deficientes y acumulación de agua en el suelo, densidades de plantas muy altas, presencia de malezas, falta de deshierpes, favorecerán significativamente el desarrollo de la enfermedad al permitir los procesos de germinación y penetración de las esporas.

2.2.4. Formas de evaluar la enfermedad

Es necesario tener un control del estado sanitario de la finca para prevenir daños severos en el cultivo y su producción. Además deben hacerse evaluaciones periódicas (semanales o quincenales) sobre la evolución y severidad de la Sigatoka negra, a continuación se presentan 2 formas que son los más utilizados para este control:

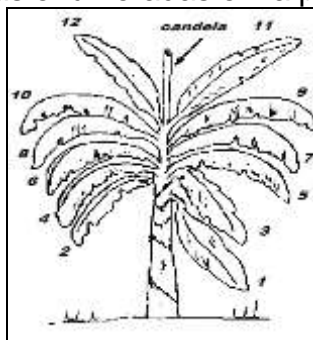
- Preaviso biológico.
- Evaluación de severidad (Stover).

2.2.4.1. Preaviso Biológico

Esta forma de evaluar consiste en la detección temprana de los síntomas de las hojas más jóvenes de la planta, debido a que las manchas de la Sigatoka negra aparecen más temprano atacando las hojas número 2, 3 y 4.

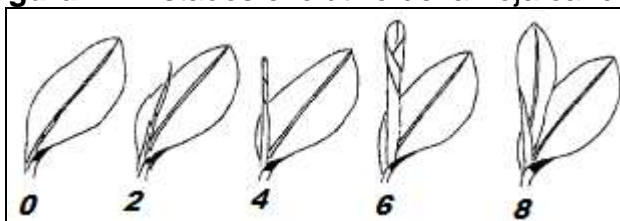
La primera variable que se mide para obtener las variables que evalúan el desarrollo y severidad es la emisión foliar, para ello se marcan de abajo hacia arriba el número de hojas emitidas y se identifica la hoja candela tal como se muestra en la figura 2.1.

Figura 2.1 Hojas enumeradas en la planta de banano



El valor que toma variable emisión foliar está compuesta 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, para esta observación se consideran los estados de desarrollo descritos por Brun (1963) que se presentan en la figura 2.2.

Figura 2.2 Estados evolutivo de la hoja candela



Las variables restantes que permiten evaluar el desarrollo y severidad son las que cualitativamente miden el estado de las tres primeras hojas (HII, HIII, HIV) contadas a partir de la hoja candela, para esto se toman en cuenta el número de pizcas o estrías presentes en las respectivas hojas y se las califica tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- +1 si existen más de 50 pizcas que indican la presencia de SN
- 1 si existen menos de 50 pizcas que indican la presencia de SN
- +2 si existen más de 50 estrías que indican la presencia de SN
- 2 si existen menos de 50 estrías que indican la presencia de SN

La hoja de cálculo que se utiliza para registrar estas variables tiene el formato mostrado en la Figura 2.3

Al introducir las variables antes mencionadas en la tabla mostrada en la figura siguiente se obtienen las variables que permiten evaluar la evolución y severidad de la Sigatoka negra las cuales serán analizadas en el estudio estas son: SH2, SH3, SH4, EE y SEV.

Figura 2.3 Hoja de cálculos relacionados a la Sigatoka negra

TABULACION DE DATOS DE PREAVISO DE SIGATOKA NEGRA																				
	HDA.:	Carmita					LOTE:	sector C			Semana:	50								
	Prov.	Balao					Fecha:	16-dic-05			Evaluador:									
	10/01/2004						ESTADO DE ENFERMEDAD				HOJAS DAÑADAS			POR CUMPLENTE						
	Lote 12																			
Planta	EF P	EF A	CAN	HE F	CC	HJE	HJN	HII	HIII	HIV	CHE	Grados sistemas			II	III	IV	II	III	IV
1	17,2	17,8	8	0,6	16	5	8		-2	2	2	-1	0	4	0	0	0	160	0	
2	17,2	18,0	0	0,8	0	6	10		-2	2	2	1	0	5	2	0	300	80		
3	17,0	17,6	6	0,6	12	5	10		-2	2	2	-2	0	5	4	0	400	240		
4	16,8	17,2	2	0,4	4	6	8		-2	2	2	2	0	1	9	0	100	720		
5	15,4	16,2	2	0,8	4	6	9		-1	1	2	-3	0	0	0	0	0	0	0	
6	16,8	17,2	2	0,4	4	6	8		1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	
7	17,2	17,6	6	0,4	12	5	9		1	-2	2	-4	0	0	0	0	0	0	0	
8	17,8	18,6	6	0,8	12	6	11		1	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	
9	18,8	19,2	2	0,4	4	5	10		-1	2	2						SUMA	0	960	1040
10	17,8	18,4	4	0,6	8	5	9		-1	-2	2						SB		2000	
11	15,8	16,2	2	0,4	4	6	8		1	-2	2						SEV		1792	
12	17,2	18,0	0	0,8	0	6	9		-1	-2	2						EE		2427	
13	15,2	15,8	8	0,6	16	5	8		1	2	2									
14	15,8	16,2	2	0,4	4	5	8		2	2	2									
15	17,6	18,2	2	0,6	4	5	8		-2	2	2									
			8,6	104																
REFa=	1,23																			
N=	7																			
REFp=	1,48						REFx	1,354285714												
CE	208																			

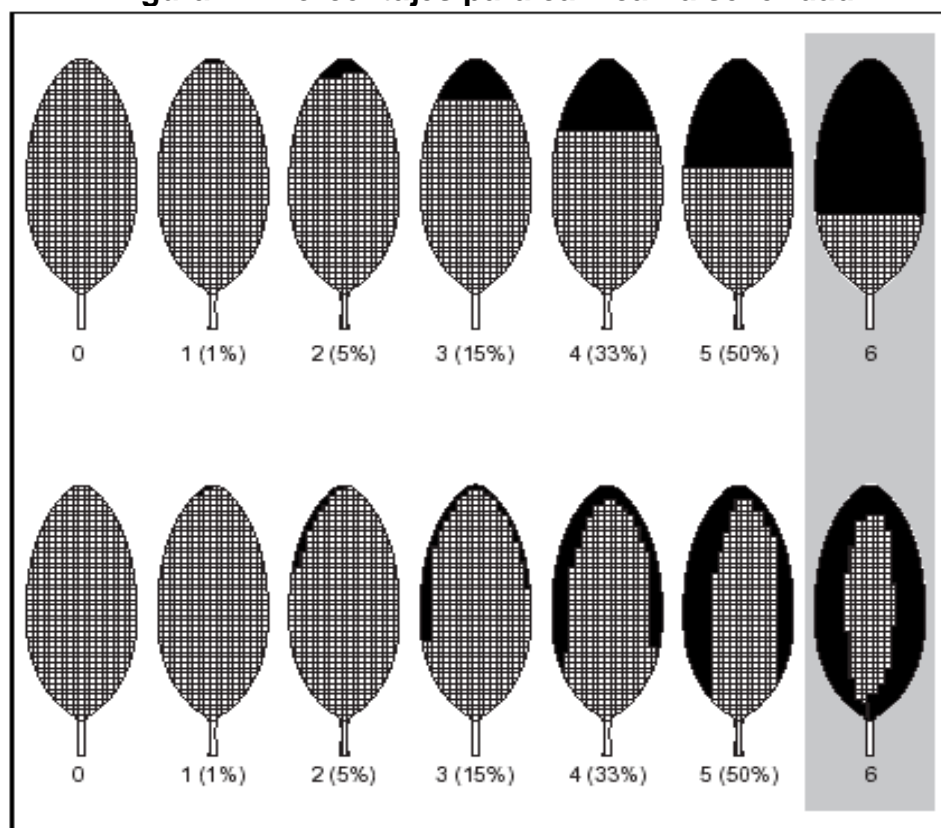
Fuente: CIBE

2.2.4.2. Severidad

Esta forma de evaluar consiste en examinar todas y cada una de las hojas de la planta de banano considerando el porcentaje del área afectada sobre la cada hoja el cual se estima visualmente.

La calificación según los porcentajes toma valores entre 1-6 como se presenta en la Figura 2.4 mostrada a continuación:

Figura 2.4 Porcentajes para calificar la severidad



2.3. Análisis Estadístico

2.3.1. Análisis Univariado⁽⁶⁾

El análisis univariado en un sentido amplio, se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan la distribución de una sola variable.

Para el análisis en este estudio se consideraran las siguientes medidas descriptivas:

De posición

- Cuartiles
- Mínimo
- Máximo

Centralización o tendencia central

- Media
- Mediana

Dispersión

- Varianza y desviación estándar

Forma

- Sesgo o asimetría
- Curtosis o puntiagudez

Referente a los gráficos que se consideraran en el estudio se tiene:

- Diagrama de caja
- Histograma

⁽⁶⁾ Sitio Web Docente

2.3.2. Análisis de Regresión

2.3.2.1. Reseña histórica⁽⁷⁾

El término regresión fue introducido por Sir Francis Galton (1822-1911) cuando estudiaba la eugénica, término también introducido por él para definir la mejora de la raza humana en base a los caracteres hereditarios.

Esto consistía en estudiar la altura de los hijos en relación a la altura de los padres, y probó que la altura de los hijos altos “regresaba” hacia la altura media de la población a lo largo de sucesivas generaciones, es decir, hijos de padres extraordinariamente altos tendían a ser en promedios más bajos que sus padres y viceversa.

Actualmente el término regresión se utiliza siempre que se busca predecir una variable en función de otra.

2.3.2.2. Regresión⁽⁸⁾

Si, basados en una relación teórica, se tiene observaciones relacionadas (X e Y), para suponer que las variaciones de Y son causadas por las variaciones X, podemos utilizar el análisis de regresión para probar la relación matemática que existe entre estas variables.

⁽⁷⁾ Sitio Web IES

⁽⁸⁾ Estadística Matemática con Aplicaciones

Al conjunto de observaciones Y se los denotará como variable endógena, explicada, **dependiente** o respuesta.

Al conjunto de observaciones X se los denotará como variable exógena, explicativa, **independiente**, predictora, o regresora.

Teniendo en cuenta que un modelo es un conjunto de restricciones sobre la distribución conjunta de las variables dependientes e independientes, entonces los objetivos de un modelo de regresión puede ser dos:

Predictivo, en el que el interés del investigador es predecir lo mejor posible la variable dependiente, usando un conjunto de variables independientes, es decir, obtener una ecuación que nos permita predecir la variable dependiente.

Estimativo, en el que el interés se centra en estimar la relación de una o más variables independientes con la variable dependiente, es decir cuantificar la relación entre las variables X y la variable Y .

2.3.2.3. Regresión lineal simple

La técnica de regresión lineal simple es utilizada cuando se pretende explicar una variable respuesta cuantitativa en función de una variable explicativa también cuantitativa. Consideremos esta variable aleatoria dependiente Y , que supondremos relacionada con la otra variable (no necesariamente aleatoria) que llamaremos independiente denotada por X .

A partir de una muestra de n observaciones para los que se dispone de los valores de ambas variables, $\{X_i, Y_i ; i = 1, 2, \dots, n\}$ el problema que subyace a la técnica de la regresión lineal simple es el de encontrar una recta que se ajuste a la nube de los n puntos $\{X_i, Y_i\}$ una vez dispuestos en un plano x e y , la misma que pueda ser utilizada para predecir los valores de Y a partir de los de X .

El modelo intenta aproximar la variable respuesta mediante una función lineal de la variable explicativa de la siguiente forma:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Donde el término Y_i es el escalar que se corresponde a la observación i -ésima de la variable dependiente del modelo.

Por su parte, X_i es la observación i -ésima de la variable independiente del modelo.

Los coeficientes β_0 y β_1 son desconocidos y deberán ser estimados.

Siendo β_0 el término independiente (constante o “intercept”) y β_1 el coeficiente de regresión de la variable explicativa (pendiente o “slope”) 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.

Nótese que, en definitiva, el término de perturbación ε_i indica en que medida las variables X e Y se apartan de la relación lineal.

Donde se supondrá:

$$\varepsilon \rightarrow N(0, \sigma^2)$$

La regresión consiste en estimar los coeficientes (parámetros) de la ecuación tal que la sumatoria de los errores al cuadrado sea mínima.

$$\text{Mín} \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2$$

Resolviendo este problema mediante cálculo diferencial, se obtienen los estimadores de mínimos cuadrados de los coeficientes de la recta de regresión:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} ; \quad \hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}$$

Al igual 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, contruidos bajo la hipótesis de normalidad de los residuos, mediante las expresiones:

$$IC(1-\alpha)\% (\beta_0) = \left(\hat{\beta}_0 \pm t_{\alpha/2}^{n-2} S \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{S_{XX}}} \right)$$

$$IC(1-\alpha)\% (\beta_1) = \left(\hat{\beta}_1 \pm t_{\alpha/2}^{n-2} \frac{S}{\sqrt{S_{XX}}} \right)$$

Donde:

$$S_{XX} = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n} \quad \text{y} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2}{n-2}}$$

Las desviaciones de los estimadores de los coeficientes del modelo están dados por:

$$\sigma_{\hat{\beta}_0} = S \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{S_{XX}}} \quad \sigma_{\hat{\beta}_1} = \frac{S}{\sqrt{S_{XX}}}$$

Coefficiente de determinación:

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

Coefficiente de determinación ajustado:

$$R_a^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p} * \frac{SCE}{SCT} \right), \quad 0 \leq R^2 \leq 1$$

Donde:

$$SCR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

$$SCE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$SCT = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2$$

2.3.2.4. Regresión Múltiple

Generalizando la notación usada para el modelo de regresión lineal simple, a partir de una muestra de n observaciones de la cual se dispone los valores de una variable respuesta Y además de los valores de k variables explicativas X_1, X_2, \dots, X_k .

El modelo de regresión lineal múltiple con k variables intenta aproximar la variable respuesta mediante una función lineal de las variables explicativas de la siguiente forma:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

De modo que los coeficientes (parámetros) de la ecuación se estiman siguiendo el criterio de mínimos cuadrados:

$$\text{Mín} \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2} - \dots - \beta_k X_{ik})^2$$

La obtención aquí de las expresiones de los estimadores mínimo cuadráticos de dichos coeficientes exigen reescribir la expresión (1) utilizando notación matricial. Así, (1) quedaría:

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Donde:

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nk} \end{pmatrix} \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} \quad \varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

Resolviendo este problema mediante el cálculo diferencial, se obtienen los estimadores de mínimos cuadrados a través de la siguiente expresión matricial:

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

Y mantienen una interpretación análoga al caso de la regresión lineal simple (representa el incremento por término medio en la variable respuesta por cada unidad adicional en la variable).

Estimación de sigma:

$$s^2 = \frac{SCE}{n - p}$$

Donde:

n es el número de observaciones

p el número de parámetros (k+1)

SCE igual a la siguiente expresión:

$$SCE = (Y - X\hat{\beta})^T (Y - X\hat{\beta})$$

Matriz de covarianza:

$$\Sigma = s^2 (X^T X)^{-1}$$

Coefficiente de determinación:

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

Coeficiente de determinación ajustado:

$$R_a^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p} * \frac{SCE}{SCT} \right), \quad 0 \leq R^2 \leq 1$$

Donde:

$$SCR = \beta^T X^T Y - n\bar{Y}^2$$

$$SCE = Y^T Y - \beta^T X^T Y$$

$$SCT = Y^T Y - n\bar{Y}^2$$

2.3.3. Supuestos de mínimos cuadrados

Normalidad en los residuos

La distribución ε debe ser normal de media cero y varianza constante, es decir: $\varepsilon \rightarrow N(0, \sigma^2)$

El modo más sencillo de comprobar esto es obteniendo una impresión visual a partir de un gráfico de los residuos frente a la variable dependiente Y Q-Q plot, además haciendo pruebas de normalidad para los residuos, como el de Kolmogorov-Smirnov o se puede complementar este análisis mediante gráficos de probabilidad normal.

No autocorrelación en los residuos

Los residuos no se correlacionan entre si, es decir:

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad \text{para } i \neq j$$

Este supuesto se puede verificar mediante gráficos de autocorrelación y contrastes de independencia como el de Durbin-Watson.

También se puede identificar cuando los signos y valores de los parámetros estimados cambian mucho al añadir o eliminar variables al modelo.

Esto se puede verificar mediante gráficos de autocorrelación y contrastes de independencia como el de Durbin-Watson.

No multicolinealidad

El rango de la matriz $n \times K$ (matriz X), es K con probabilidad 1.

Para entender este supuesto recuerde que el rango de una matriz es el número de columnas linealmente independientes.

El supuesto dice que ninguna de las K columnas de X puede ser expresada como una combinación lineal de otras columnas de X , esto quiere decir que el supuesto asegura que $n > K$.

Se puede identificar cuando los signos y valores de los parámetros estimados cambian mucho al añadir o eliminar variables al modelo.

Además se puede eliminar este problema al excluir variables que estén correlacionadas.

2.3.4. Pruebas de hipótesis

2.3.4.1. Anova

2.3.4.1.1. Anova (comparación de medias)

El análisis de varianza (Anova) es utilizado para comparar más de dos medias de muestras diferentes que se presumen provienen de una misma población.

Supuestos

Observaciones independientes

Homogeneidad de varianzas

Normalidad.

Contraste de Hipótesis

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \dots \mu_k = 0$$

$$H_1 : \text{Al menos un } \mu_i \neq 0 \quad ; \quad i = 0, 1, 2, \dots, k$$

$$EP : F^* = \frac{MCR}{MCE}$$

$$RR : F \geq F_{(p-1), (n-p)}^{1-\alpha}$$

Tabla anova

TABLA 2.1 Tabla Anova				
Fuente	Grados de libertad	Sumas cuadráticas	Medias cuadráticas	F
Tratamiento	p-1	SCR	MCR =SCR/(p-1)	F=MCR/MCE
Error	n-p	SCE	MCE =SCE/(n-p)	
Total	n-1	SCT		

Donde:

$$SCR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

$$SCE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$SCT = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

2.3.4.1.2. Anova (regresión)

El análisis de varianza en regresión (múltiple) es utilizado para verificar si todos los coeficientes en el modelo son ceros, es decir, confirmar si alguna de las variables independientes aporta explicación de la variable dependiente.

Contraste de hipótesis

$$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \dots \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{Al menos un } \beta_i \neq 0 \quad ; \quad i = 0, 1, 2, \dots, k$$

$$EP : F^* = \frac{MCR}{MCE}$$

$$RR : F \geq F_{(p-1), (n-p)}^{1-\alpha}$$

Tabla anova

TABLA 2.2 Tabla Anova de regresión				
Fuente	Grados de libertad	Sumas cuadráticas	Medias cuadráticas	F
Regresión	p-1	SCR	MCR=SCR/(p-1)	F=MCR/MCE
Error	n-p	SCE	MCE=SCE/(n-p)	
Total	n-1	SCT		

Donde:

$$SCR = \beta^T X^T Y - n\bar{Y}^2$$

$$SCE = Y^T Y - \beta^T X^T Y$$

$$SCT = Y^T Y - n\bar{Y}^2$$

2.3.4.2. Prueba de Kolmogorov Smirnov

En esta prueba se está interesado en conocer el grado de concordancia entre la distribución de frecuencia muestral ($f_0(x, \theta)$) y la distribución de frecuencia teórica ($f(x, \theta)$), esta prueba trabaja con distribución de frecuencia acumulada y pertenece al campo de la estadística no paramétrica.

Contraste de hipótesis

$$H_0 : f(x, \theta) = f_0(x, \theta)$$

$$H_1 : f(x, \theta) \neq f_0(x, \theta)$$

$$EP : D_{MAX}(x) = \text{Max}|F_X(x) - S_n(x)|$$

$$RR : D_{MAX}(x) \leq D_{MAX}(\alpha, n)$$

Donde:

$F_X(x)$ *distribución de frecuencia acumulada teórica*

$S_n(x)$ *distribución de frecuencia acumulada muestral*

α *nivel de significancia*

n *número de observaciones*

2.3.4.3. Prueba t

En esta prueba se está interesado en conocer la significancia estadística de cada variable dentro del modelo, para esto se establece el siguiente contraste de hipótesis:

$$H_0 : \beta_i = 0 ; \text{ para } i = 1, 2, 3, \dots, p$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

$$EP : t^* = \frac{\hat{\beta}_i}{\hat{\sigma}_\beta}$$

$$RR : t \geq \frac{1-\alpha}{n-2}$$

2.3.4.4. Prueba de Durbin Watson

En esta prueba se está interesado en conocer si existe autocorrelación positiva o negativa entre las observaciones para esto se plantea el siguiente contraste de hipótesis:

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

$$EP : D^* = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}$$

$$RR : D \leq D_L^{2\alpha} \vee D \geq D_U^{2\alpha}$$

Donde D_U, D_L son leídos de la tabla Durbin Watson

2.3.5. Software utilizado

SPSS 11.0 for Windows es un conjunto de programas orientados a la realización de análisis estadísticos aplicados a las ciencias sociales. Nos permite realizar análisis y gráficos estadísticos sin tener que conocer la mecánica de los cálculos ni la sintaxis de los comandos del sistema. Comparado con otros programas, es más intuitivo y fácil de aprender. Su desventaja es que es menos flexible y con menos procedimientos avanzados que otros programas comerciales.

SPSS es bueno a la hora de organizar y analizar datos. Se puede ordenar datos, calcular nuevos datos y realizar una gran variedad de análisis estadísticos. En teoría el tamaño de los ficheros de datos que SPSS puede manejar no está limitado por lo que puede trabajar con ficheros grandes. Esta versión también permite el manejo cómodo de ficheros, la personalización de los informes, y el cortar y pegar en otros programas.

Para ejecutarlo, se busca el programa en Inicio. pulsa dos veces sobre el icono del programa, en el escritorio de Windows.

Hay dos tipos de archivos asociados a SPSS:

- Archivos de datos: tienen extensión .sav y están en formato SPSS.
- Archivos de texto: tienen extensión .sps (archivos de sintaxis) o .spo (archivos de resultados).

2.3.5.1. SPSS breve descripción

Los pasos básicos en el análisis de datos consisten en:

- Introducir los datos, manualmente o recurriendo a un archivo ya existente.
- Seleccionar un procedimiento estadístico.
- Seleccionar las variables para el análisis, las variables que podemos usar en cada procedimiento se muestran en un cuadro de diálogo del que se seleccionan.
- Ejecutar el procedimiento y ver los resultados, los resultados aparecen en una ventana de resultados y se pueden guardar como archivos con extensión .spo. Los gráficos se pueden modificar en la ventana del editor de gráficos que se presenta cuando se da doble clic sobre dicho gráfico.

2.3.5.2. Vistas en SPSS

La primera presentación es de una tabla de datos, donde se deberán introducir los datos de cada problema o leerlos de un fichero. Corresponde al Editor de datos.

Con el editor de datos podemos crear nuevos archivos o modificar los existentes. No se puede tener más de un archivo de datos abierto al mismo tiempo en la misma sesión de SPSS. Dentro del editor de datos, dos vistas son posibles:

- **Vista de datos**, muestra los valores de datos reales o las etiquetas de valor definidas:

Las filas son casos. Cada fila representa un caso u observación.

Las columnas son variables. Cada columna representa una variable o característica que se mide.

Las casillas contienen valores numéricos o de cadena, siendo éste un valor único de una variable para cada caso.

A diferencia de una hoja de cálculo, las casillas del editor de datos no pueden contener fórmulas.

- **Vista de variables**, contiene descripciones de los atributos de cada variable del archivo de datos. Aquí:

Las filas son variables.

Las columnas son atributos o características de las variables.

Cambiamos de una vista a otra a través de las pestañas en la parte inferior de la ventana.

Otras ventanas irán apareciendo a medida que vayamos realizando nuestro análisis, podrán contener gráficos (Editor de gráficos), informes con los resultados, etc.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar el estudio, se dispone de dos tipos de variables, las relacionadas a la Sigatoka negra y las climáticas.

Para obtener las variables relacionadas al desarrollo de la Sigatoka negra, en primer lugar se evalúan EF, HII, HIII y HIV a 10 plantas de banano, luego se las introduce en la hoja de cálculo mostrada en el Figura 2.3 y como resultado se tienen las siguientes variables: SH3, SH4, SB, EE y SEV.

Las variables introducidas en la hoja de cálculo se las registra semanalmente en la bananera, estos registros se realizaron entre el período que corresponde al 22 de Marzo de 2005 hasta 23 de Diciembre de 2005.

Las variables relacionadas al clima son registradas por una consola ubicada en la zona de estudio que captura cada media hora durante todo el día el valor de algunas medidas climáticas, de estas variables se dispone aquellas que corresponden al período que inicia a las 10:00 am del 27 de Abril de 2005 hasta las 23:30pm de 12 de Diciembre de 2006.

3.1. Análisis Univariado

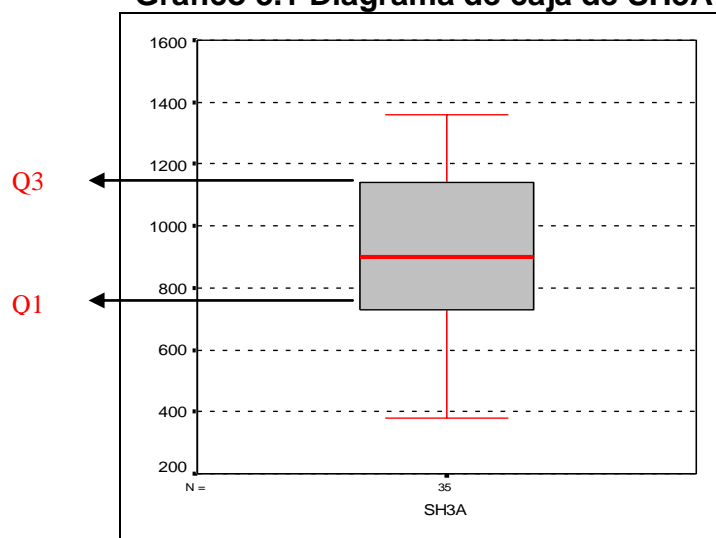
3.1.1. Variables relacionadas al desarrollo de la enfermedad SH3A

Es el valor que se obtiene al evaluar la hoja número 3 de las plantas de banano, calificando el síntoma y el estado de desarrollo del *Mycosphaerella Fijiensis* en el lote A, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media del desarrollo de la enfermedad sobre la hoja 3 de 921.71, mínimo de 380, máximo de 1360 y mediana de 900.

TABLA 3.1 DESCRIPTIVAS DE SH3A	
N	35,00
Media	921,71
Mediana	900,00
Desviación Est.	268,04
Varianza	71844,03
Sesgo	-0,03
Curtosis	-1,04
Mínimo	380,00
Máximo	1360,00
Q1	720,00
Q2	900,00
Q3	1140,00

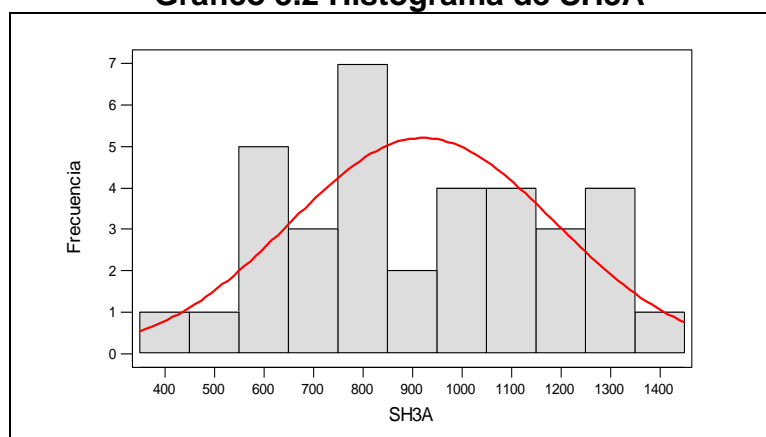
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.1 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 720 (Q1) que corresponden al primer cuartil.

Gráfico 3.1 Diagrama de caja de SH3A

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -1.04 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.03, es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.2 Histograma de SH3A

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

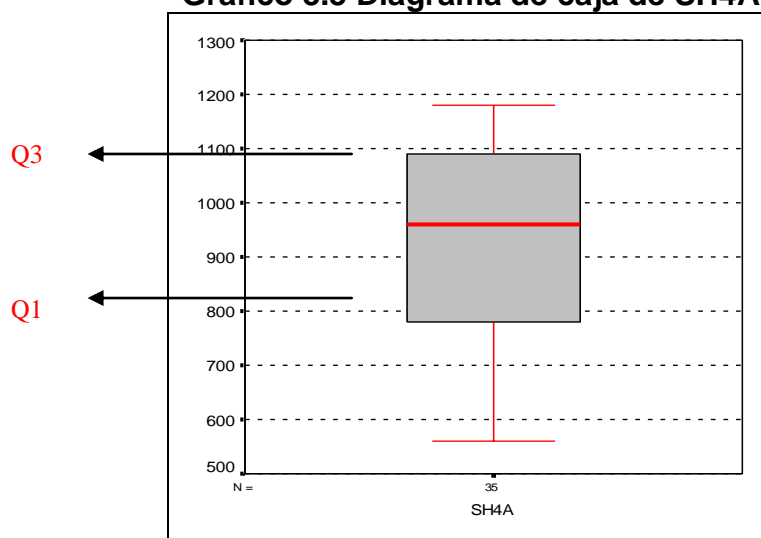
SH4A

Es el valor que se obtiene al evaluar la hoja número 4 de las plantas de banano, calificando el síntoma y el estado de desarrollo de *Mycosphaerella Fijjensis* en el lote A, entre la medidas descriptivas se obtuvo una media del desarrollo de la enfermedad sobre la hoja 4 de 927.43, mínimo de 560, máximo de 1180 y mediana de 960 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	35,00
Media	927,43
Mediana	960,00
Desviación Est.	188,37
Varianza	35484,37
Sesgo	-0,57
Curtosis	-0,87
Mínimo	560,00
Máximo	1180,00
Q1	760,00
Q2	960,00
Q3	1100,00

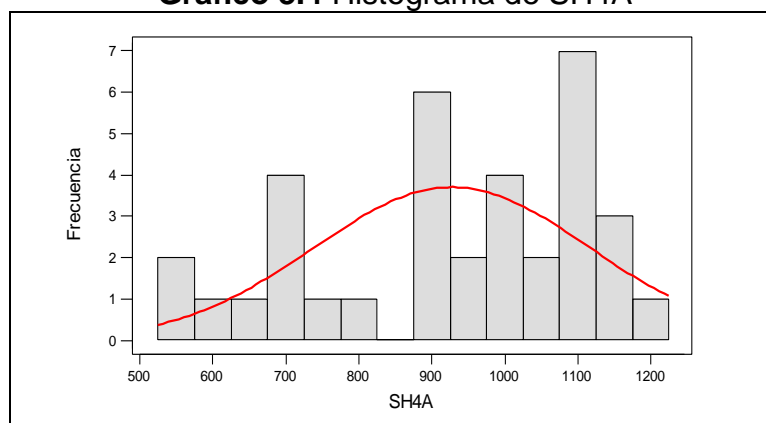
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.3 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 760 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1100).

Gráfico 3.3 Diagrama de caja de SH4A

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.87 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.57 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.4 Histograma de SH4A

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

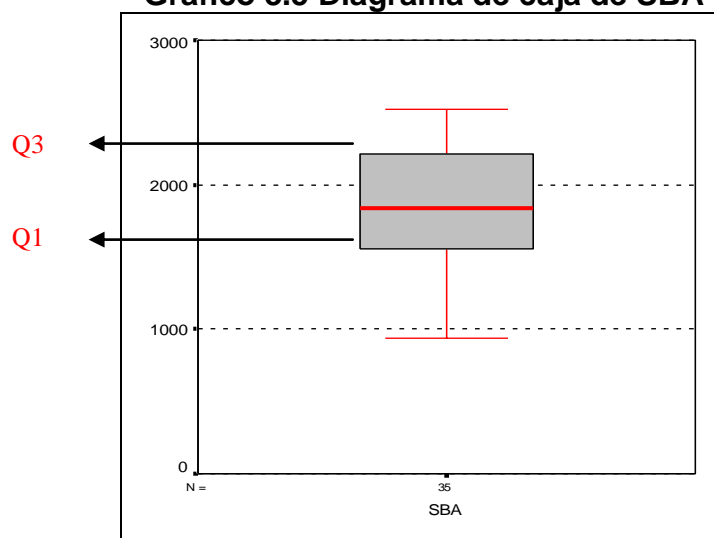
SBA

Es el resultado de la suma de los valores obtenidos al evaluar las hojas 3 y 4 en las plantas de banano en el lote A, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media de la suma bruta de los síntomas de la enfermedad sobre la planta de 1849.14, mínimo de 940, máximo de 2520 y mediana de 1840 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.3 DESCRIPTIVAS DE SBA	
N	35,00
Media	1849,14
Mediana	1840,00
Desviación Est.	437,38
Varianza	191302,19
Sesgo	-0,27
Curtosis	-0,99
Mínimo	940,00
Máximo	2520,00
Q1	1520,00
Q2	1840,00
Q3	2220,00

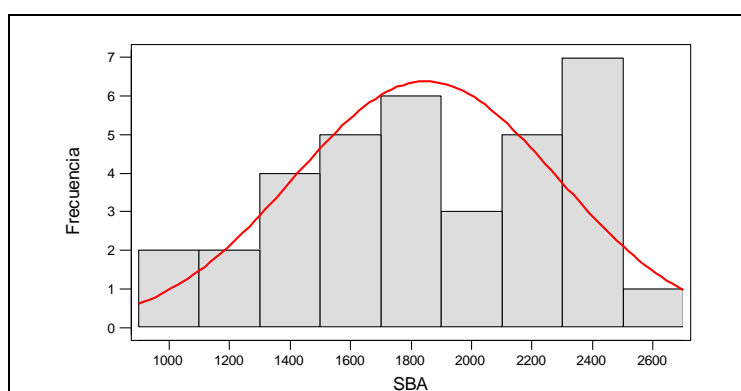
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.5 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1520 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=2220).

Gráfico 3.5 Diagrama de caja de SBA

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.99 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.27 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.6 Histograma de SBA

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

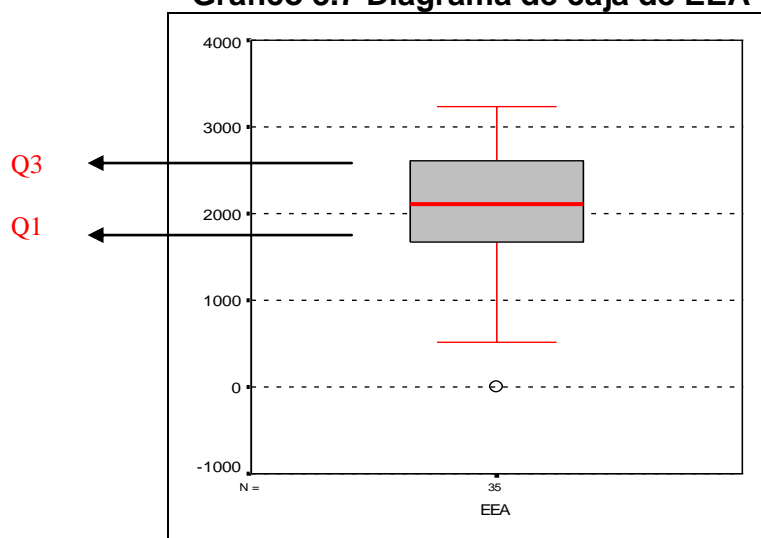
EEA

Es un valor que permite cuantificar el estado evolutivo del *Mycosphaerella Fijiensis* en las plantas de banano en el lote A, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media del estado evolutivo de la enfermedad de 2014.51, mínimo de 0, máximo de 3242 y mediana de 2113 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.4 DESCRIPTIVAS DE EEA	
N	35,00
Media	2014,51
Mediana	2113,00
Desviación Est.	728,22
Varianza	530305,26
Sesgo	-0,94
Curtosis	0,71
Mínimo	0,00
Máximo	3242,00
Q1	1656,00
Q2	2113,00
Q3	2640,00

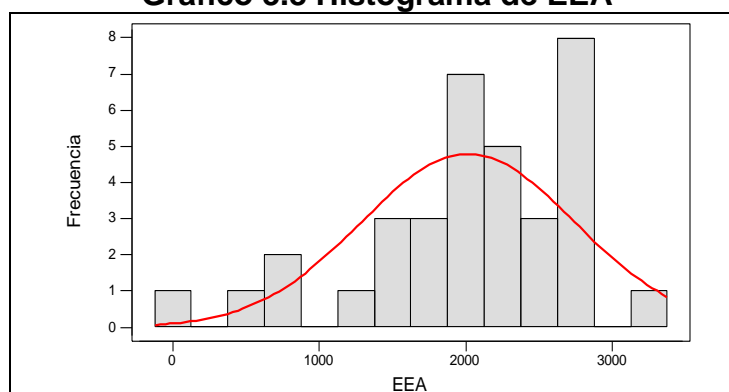
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.7 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1656 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=2640).

Gráfico 3.7 Diagrama de caja de EEA

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como leptocúrtica pues el coeficiente de curtosis es 0.71 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.94, es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.8 Histograma de EEA

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

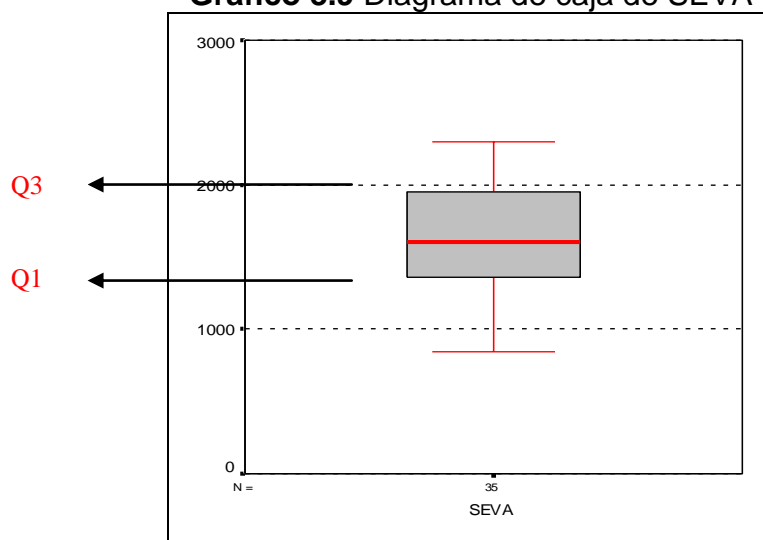
SEVA

Es un valor que permite medir la incidencia de la enfermedad o severidad de *Mycosphaerella Fijiensis* en la planta de banano en el lote A, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media de la incidencia de enfermedad de 1604, mínimo de 840, máximo de 2296 y mediana de 1604.00 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.5 DESCRIPTIVAS DE SEVA	
N	35,00
Media	1654,06
Mediana	1604,00
Desviación Est.	412,75
Varianza	170365,53
Sesgo	-0,22
Curtosis	-1,13
Mínimo	840,00
Máximo	2296,00
Q1	1300,00
Q2	1604,00
Q3	1952,00

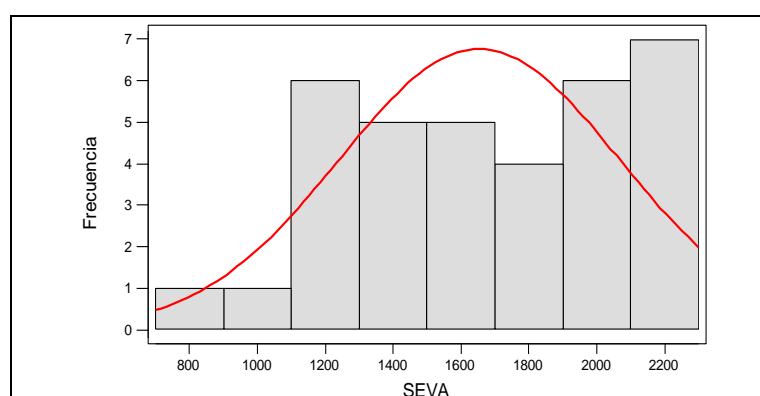
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.9 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1300 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1952).

Gráfico 3.9 Diagrama de caja de SEVA

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -1.13 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.22 es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.10 Histograma de SEVA

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

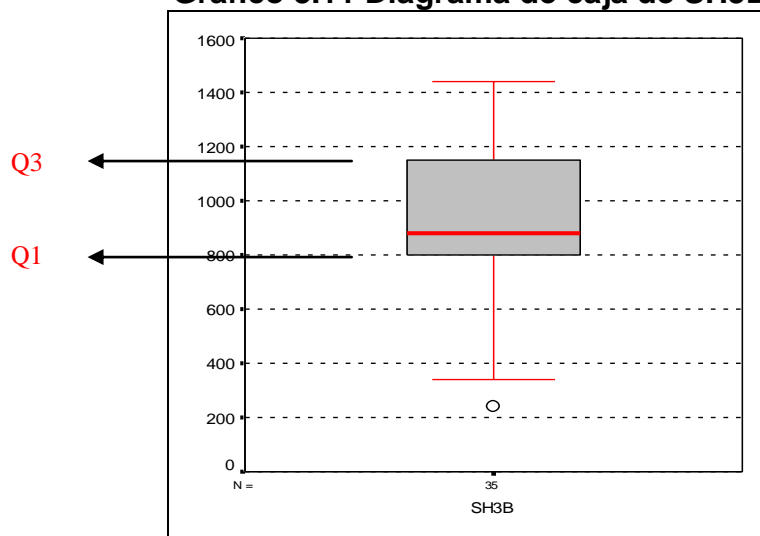
SH3B

Es el valor que se obtiene al evaluar la hoja número 3 de la planta de banano, calificando el síntoma y el estado de desarrollo del *Mycosphaerella Fijjensis* en el lote B, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media del desarrollo de la enfermedad sobre la hoja 3 de 927.43, mínimo de 240, máximo de 1440 y mediana de 880 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.6 DESCRIPTIVAS DE SH3B	
N	35,00
Media	927,43
Mediana	880,00
Desviación Est.	270,04
Varianza	72919,66
Sesgo	-0,34
Curtosis	0,29
Mínimo	240,00
Máximo	1440,00
Q1	800,00
Q2	880,00
Q3	1180,00

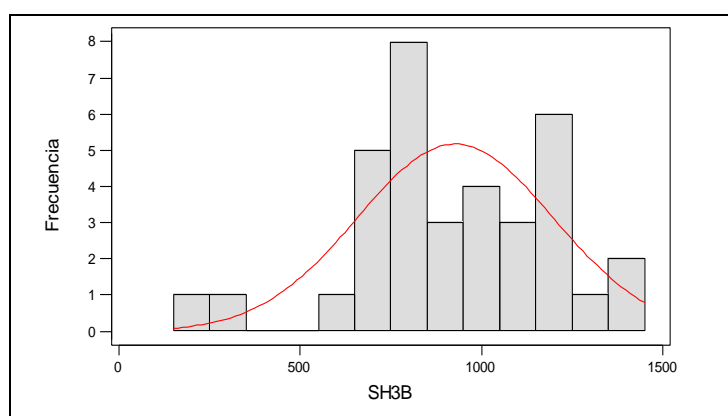
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.11 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 800 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1180).

Gráfico 3.11 Diagrama de caja de SH3B

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define leptocúrtica como pues el coeficiente de curtosis es 0.29 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.34, es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.12 Histograma de SH3B

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

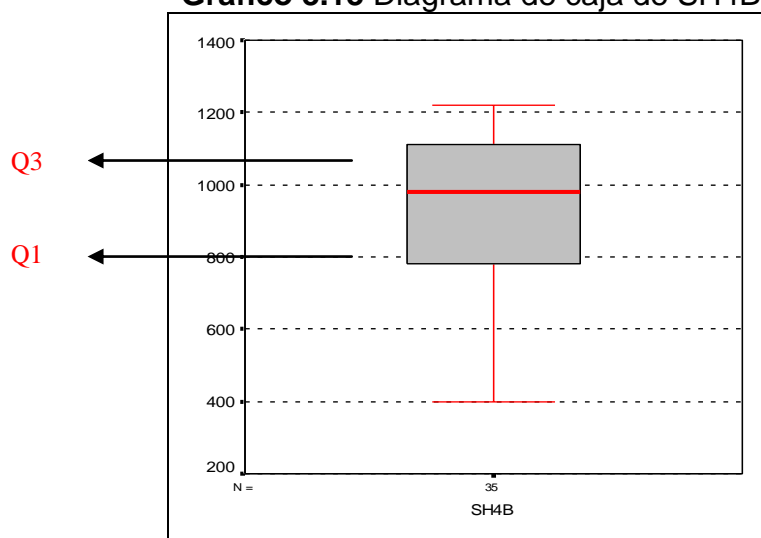
SH4B

Es el valor que se obtiene al evaluar la hoja número 4 de las plantas de banano, calificando el síntoma y el estado de desarrollo de *Mycosphaerella Fijiensis* en el lote B, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media del desarrollo de la enfermedad sobre la hoja 4 de 914.86, mínimo de 400, máximo de 1220 y mediana de 980 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.7 DESCRIPTIVAS DE SH4B	
N	35,00
Media	914,86
Mediana	980,00
Desviación Est.	211,74
Varianza	44831,60
Sesgo	-0,58
Curtosis	-0,57
Mínimo	400,00
Máximo	1220,00
Q1	760,00
Q2	980,00
Q3	1120,00

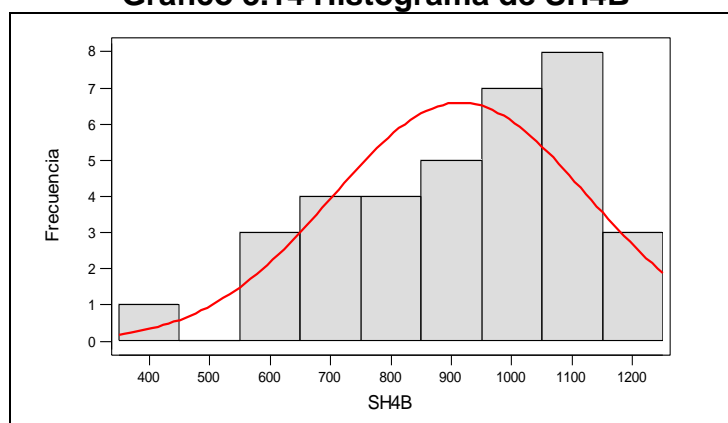
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.13 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 760 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1120).

Gráfico 3.13 Diagrama de caja de SH4B

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.57 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.58, es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.14 Histograma de SH4B

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

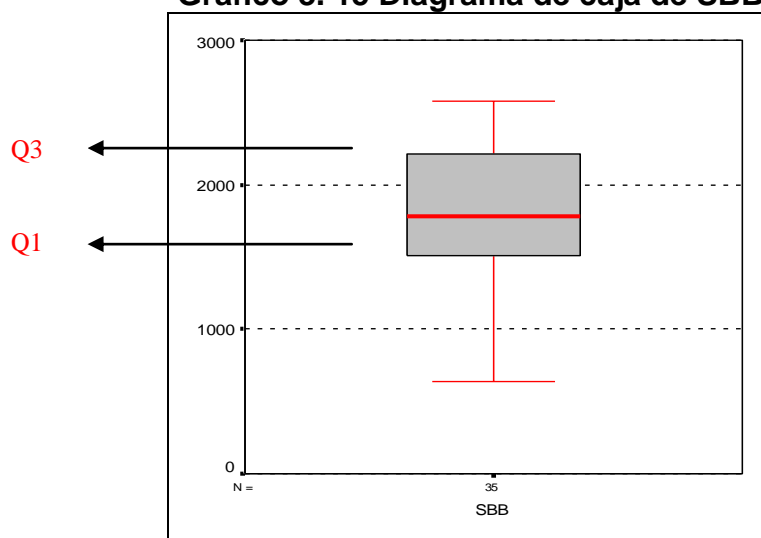
SBB

Es el resultado de la suma de los valores obtenidos al evaluar las hojas 3 y 4 de las plantas de banano en el lote B, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media de la suma bruta de los síntomas de la enfermedad sobre la planta de 1842.29, mínimo de 640, máximo de 2580 y mediana de 1780 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.8 DESCRIPTIVAS DE SBB	
N	35,00
Media	1842,29
Mediana	1780,00
Desviación Est.	459,07
Varianza	210747,56
Sesgo	-0,47
Curtosis	0,04
Mínimo	640,00
Máximo	2580,00
Q1	1500,00
Q2	1780,00
Q3	2220,00

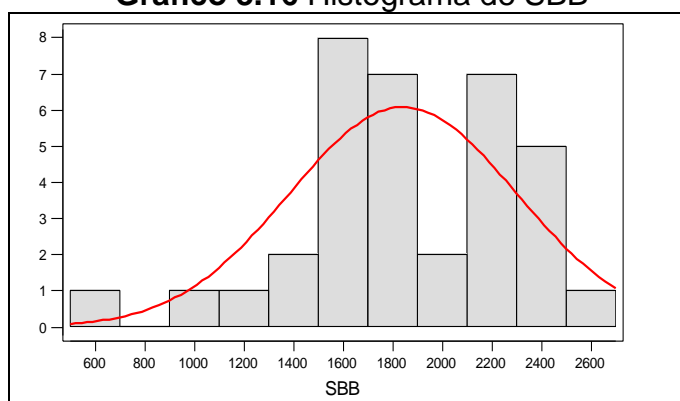
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.15 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1500 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=2220).

Gráfico 3. 15 Diagrama de caja de SBB

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como leptocúrtica pues el coeficiente de curtosis es 0.04 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.47, es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.16 Histograma de SBB

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

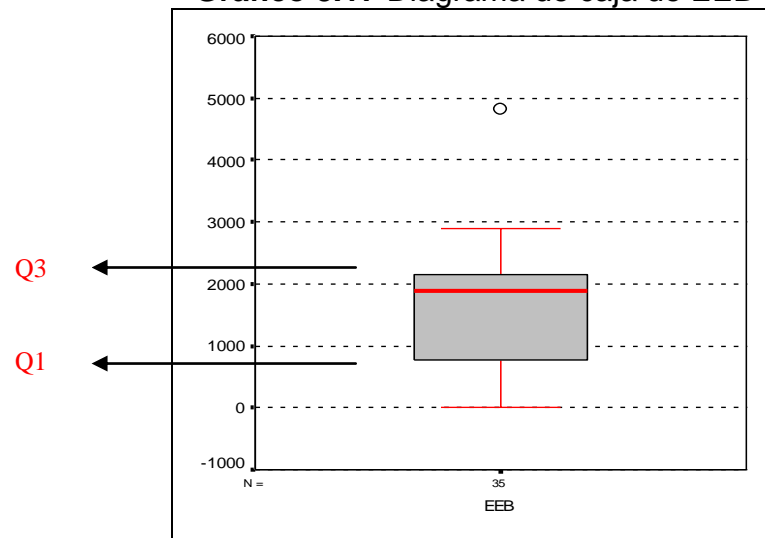
EEB

Es un valor que permite cuantificar el estado evolutivo de *Mycosphaerella Fijiensis* en la planta de banano en el lote B, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media del estado evolutivo de la enfermedad de 1655.06, mínimo de 0, máximo de 4825 y mediana de 1880 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.9 DESCRIPTIVAS DE EEB	
N	35,00
Media	1655,06
Mediana	1880,00
Desviación Est.	1033,68
Varianza	1068494,06
Sesgo	0,37
Curtosis	1,21
Mínimo	0,00
Máximo	4825,00
Q1	723,00
Q2	1880,00
Q3	2191,00

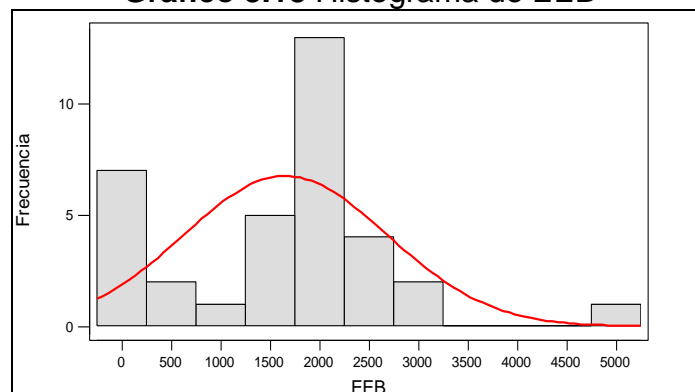
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.17 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 723 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=2191).

Gráfico 3.17 Diagrama de caja de EEB

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como leptocúrtica pues el coeficiente de curtosis es 1.21 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.37, es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.18 Histograma de EEB

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

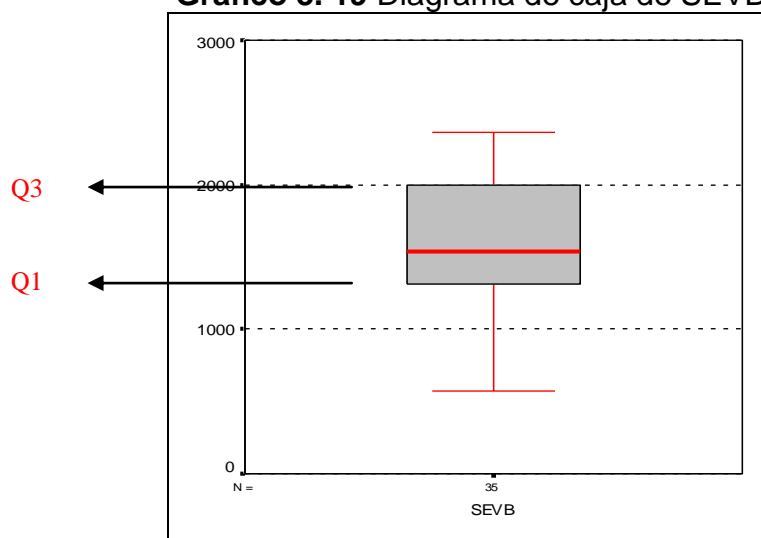
SEVB

Es un valor que permite medir la incidencia de la enfermedad o severidad de *Mycosphaerella Fijiensis* en la planta de banano en el lote B, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media de la incidencia de enfermedad de 1628.57, mínimo de 568, máximo de 2364 y mediana de 1540 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	35,00
Media	1628,57
Mediana	1540,00
Desviación Est.	435,55
Varianza	189699,90
Sesgo	-0,28
Curtosis	-0,39
Mínimo	568,00
Máximo	2364,00
Q1	1300,00
Q2	1540,00
Q3	1996,00

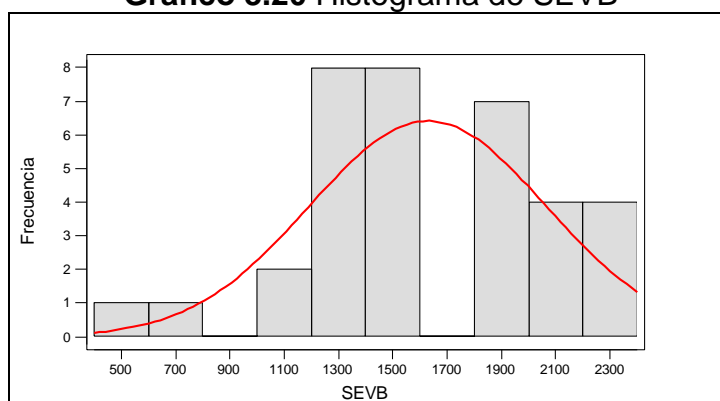
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.19 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1300 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1996).

Gráfico 3. 19 Diagrama de caja de SEVB

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.39 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.28, es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.20 Histograma de SEVB

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

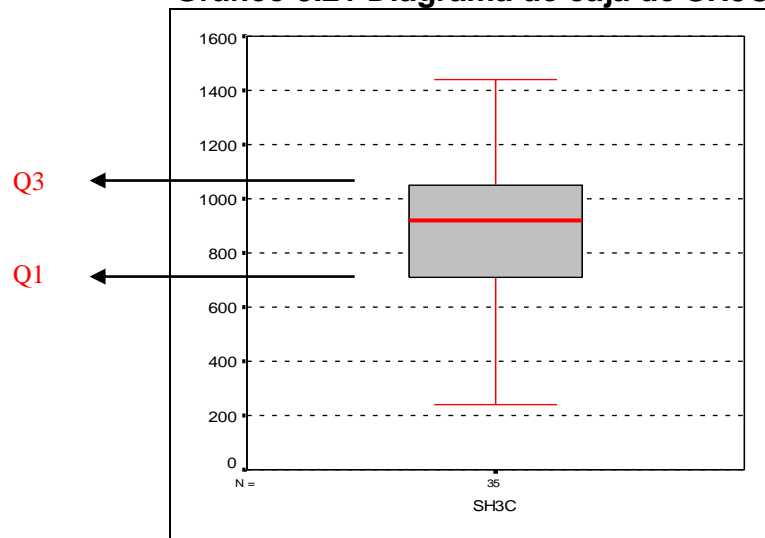
SH3C

Es el valor que se obtiene al evaluar la hoja número 3 de las plantas de banano, calificando el síntoma y el estado de desarrollo del *Mycosphaerella Fijiensis* en el lote C, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media del desarrollo de la enfermedad sobre la hoja 3 de 898.29, mínimo de 240, máximo de 1440 y mediana de 920 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.11 DESCRIPTIVAS DE SH3C	
N	35,00
Media	898,29
Mediana	920,00
Desviación Est.	280,98
Varianza	78949,92
Sesgo	-0,18
Curtosis	-0,03
Mínimo	240,00
Máximo	1440,00
Q1	700,00
Q2	920,00
Q3	1060,00

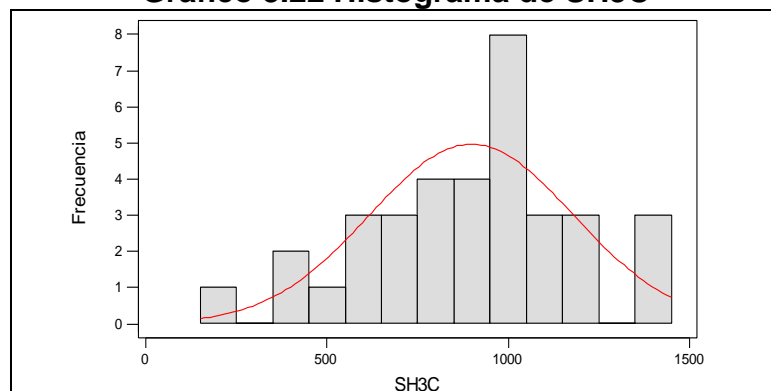
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.21 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 700 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1060).

Gráfico 3.21 Diagrama de caja de SH3C

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.03 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.18 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.22 Histograma de SH3C

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

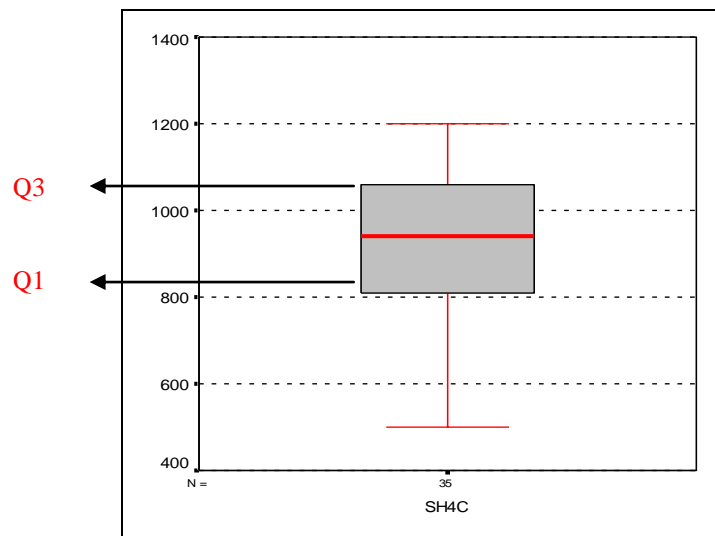
SH4C

Es el valor que se obtiene al evaluar la hoja número 4 de las plantas de banano, calificando el síntoma y el estado de desarrollo de *Mycosphaerella Fijiensis* en el lote C, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media del desarrollo de la enfermedad sobre la hoja 4 de 909.14, mínimo de 500, máximo de 1200 y mediana de 940 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	35,00
Media	909,14
Mediana	940,00
Desviación Est.	199,90
Varianza	39961,01
Sesgo	-0,49
Curtosis	-0,69
Mínimo	500,00
Máximo	1200,00
Q1	800,00
Q2	940,00
Q3	1080,00

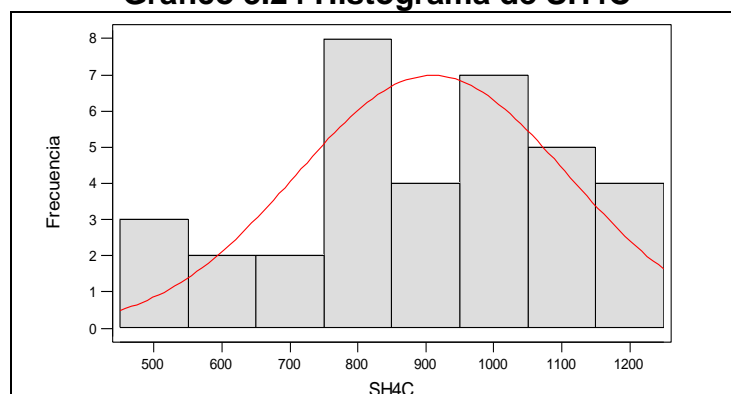
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.23 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 800 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1080).

Gráfico 3.23 Diagrama de caja de SH4C

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.69 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.49 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.24 Histograma de SH4C

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

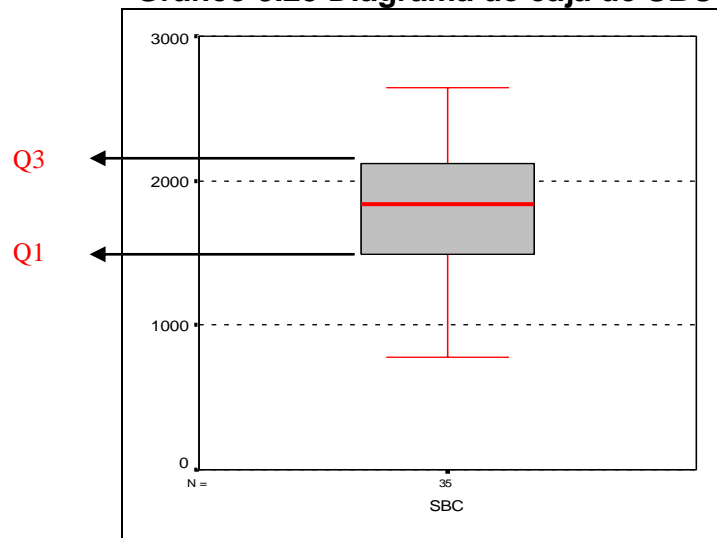
SBC

Es el resultado de la suma de los valores obtenidos al evaluar las hojas 3 y 4 de las plantas de banano en el lote C, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media de la suma bruta de los síntomas de la enfermedad sobre la planta de 1807.43, mínimo de 780, máximo de 2640 y mediana de 1840 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.13 DESCRIPTIVAS DE SBC	
N	35,00
Media	1807,43
Mediana	1840,00
Desviación Est.	460,87
Varianza	212402,02
Sesgo	-0,25
Curtosis	-0,34
Mínimo	780,00
Máximo	2640,00
Q1	1440,00
Q2	1840,00
Q3	2160,00

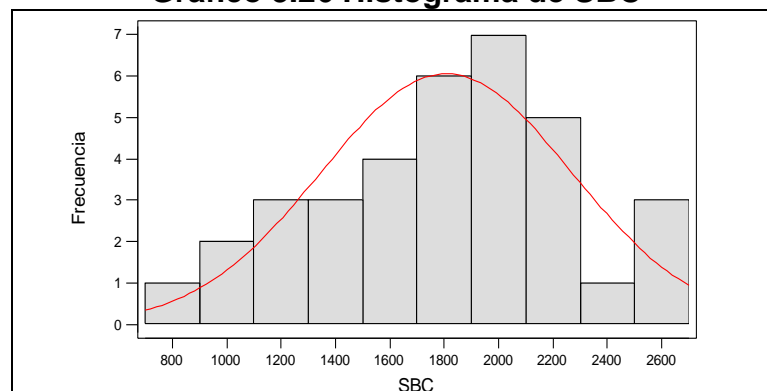
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.25 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1440 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=2160).

Gráfico 3.25 Diagrama de caja de SBC

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.34 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.25 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.26 Histograma de SBC

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

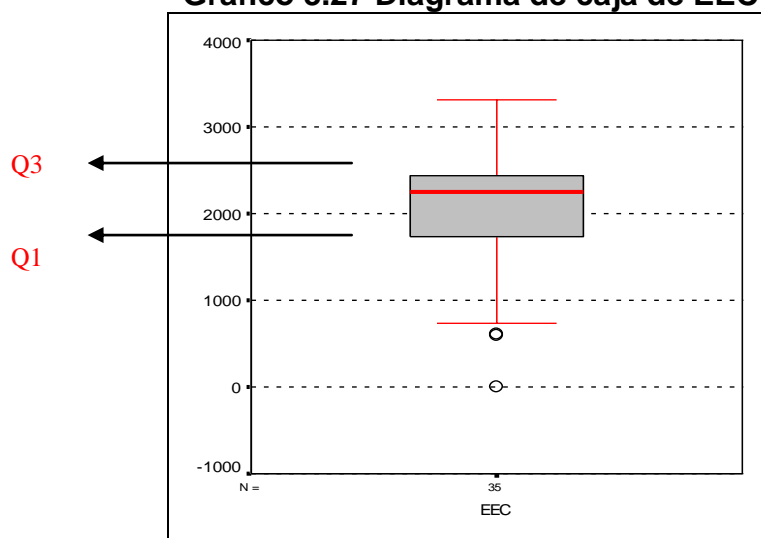
EEC

Es un valor que permite cuantificar el estado evolutivo de *Mycosphaerella Fijjensis* en la planta de banano en el lote C, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media del estado evolutivo de la enfermedad de 2010.49, mínimo de 0, máximo de 3307 y mediana de 2247 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	35,00
Media	2010,49
Mediana	2247,00
Desviación Est.	742,60
Varianza	551449,08
Sesgo	-0,97
Curtosis	0,62
Mínimo	0,00
Máximo	3307,00
Q1	1697,00
Q2	2247,00
Q3	2449,00

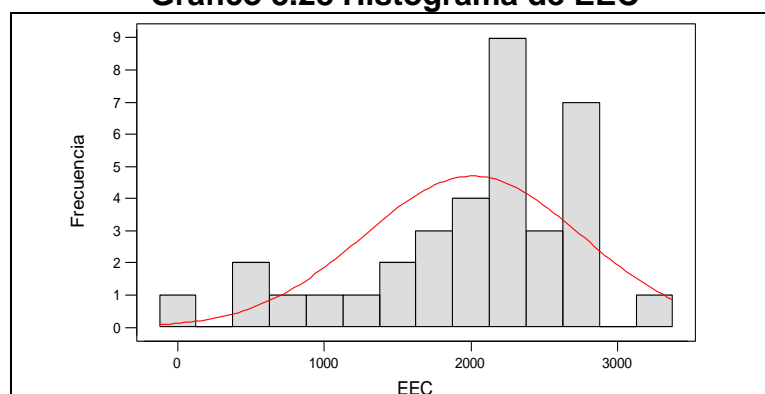
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.27 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1697 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=2449).

Gráfico 3.27 Diagrama de caja de EEC

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como leptocúrtica pues el coeficiente de curtosis es 0.62 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.97, es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.28 Histograma de EEC

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

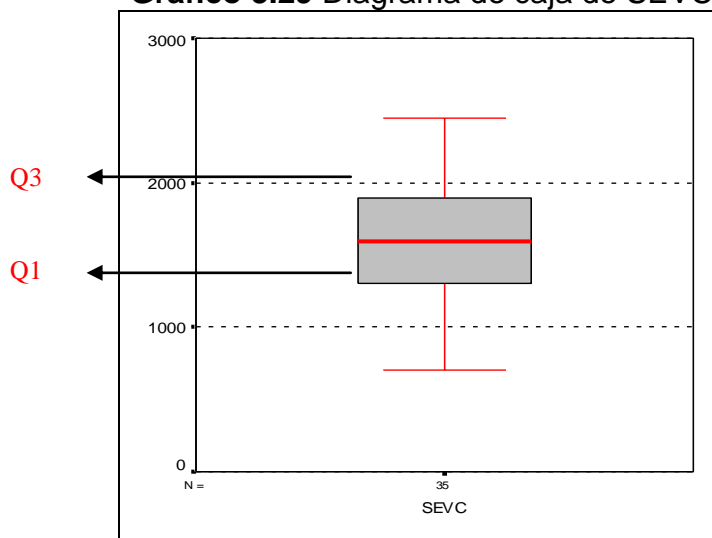
SEVC

Es un valor que permite medir la incidencia de la enfermedad o severidad de *Mycosphaerella Fijiensis* en la planta de banano en el lote C, entre las medidas descriptivas se obtuvo una media de la incidencia de enfermedad de 1594.06, mínimo de 700, máximo de 2448 y mediana de 1596 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.15 DESCRIPTIVAS DE SEVC	
N	35,00
Media	1594,06
Mediana	1596,00
Desviación Est.	443,88
Varianza	197025,29
Sesgo	-0,11
Curtosis	-0,45
Mínimo	700,00
Máximo	2448,00
Q1	1296,00
Q2	1596,00
Q3	1912,00

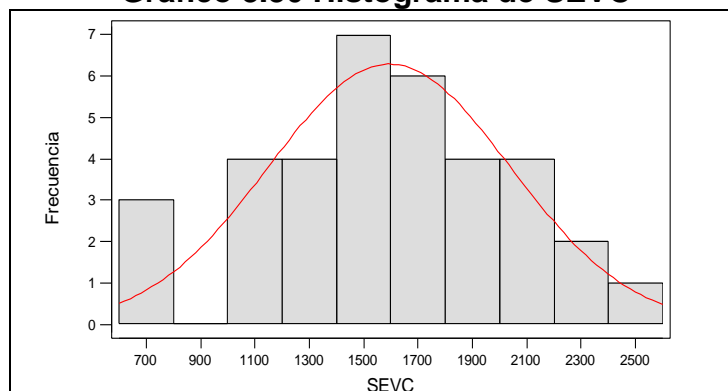
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.29 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1296 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1912).

Gráfico 3.29 Diagrama de caja de SEVC

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.45 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.11 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.30 Histograma de SEVC

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

3.1.2. Variables climáticas

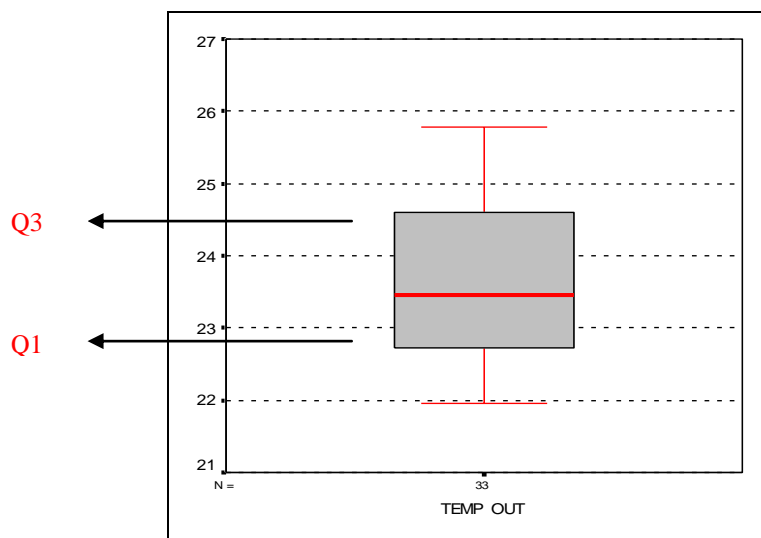
TEMP OUT

Es la temperatura exterior registrada en °C, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 23.64°C, mínimo de 21.96°C, máximo de 25.79°C y mediana de 23.45°C que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.16 DESCRIPTIVAS DE TEMP OUT(°C)	
N	33
Media	23,64
Mediana	23,45
Desviación Est.	1,14
Varianza	1,31
Sesgo	0,40
Curtosis	-0,96
Mínimo	21,96
Máximo	25,79
Q 1	22,65
Q 2	23,45
Q 3	24,65

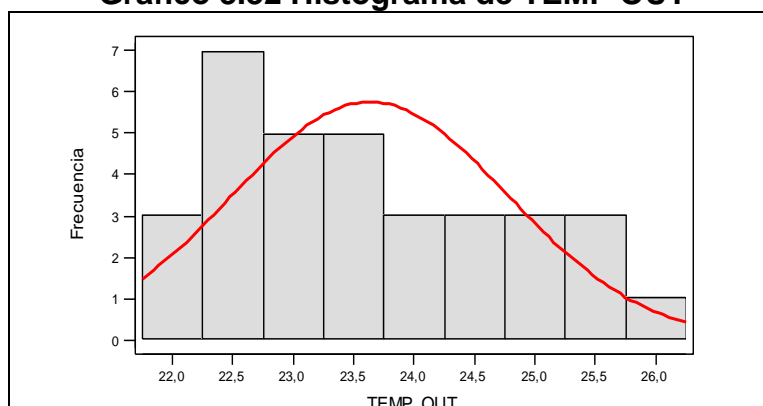
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.31 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 22.65°C (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=24.65°C).

Gráfico 3.31 Diagrama de caja de TEMP OUT

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.96 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.40 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.32 Histograma de TEMP OUT

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

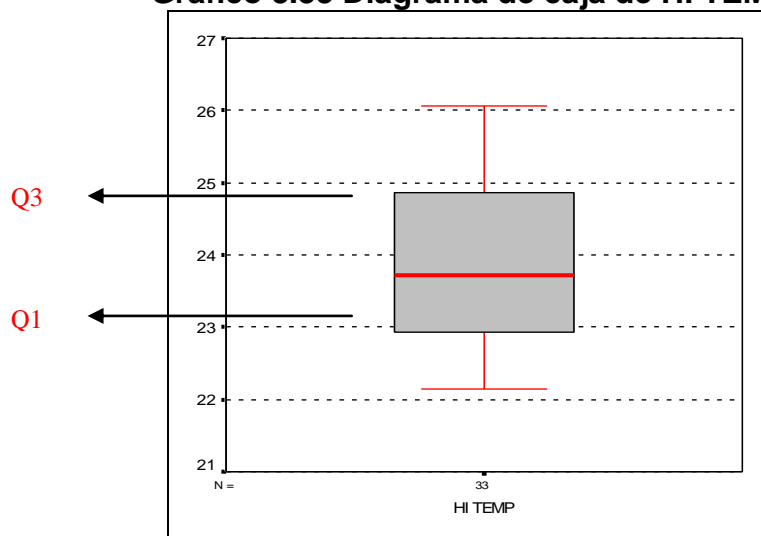
HI TEMP

Es la temperatura máxima exterior registrada en °C, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 23.85°C, mínimo de 22.15°C, máximo de 26.06°C y mediana de 23.71°C que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	23,85
Mediana	23,71
Desviación Est.	1,15
Varianza	1,33
Sesgo	0,41
Curtosis	-0,91
Mínimo	22,15
Máximo	26,06
Q 1	22,88
Q 2	23,71
Q 3	24,88

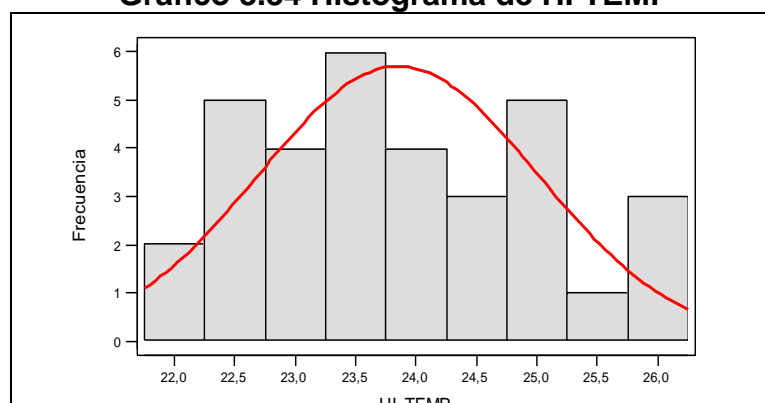
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.33 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 22.88°C (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=24.88°C).

Gráfico 3.33 Diagrama de caja de HI TEMP

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.91 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.41 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.34 Histograma de HI TEMP

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

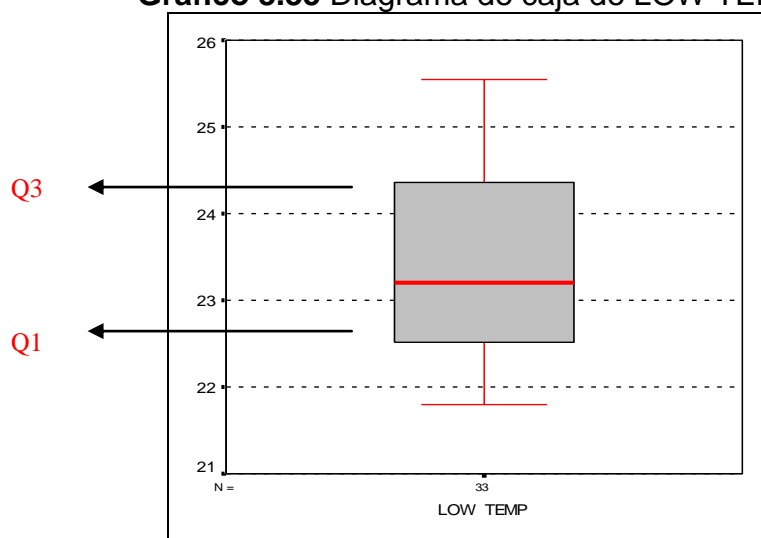
LOW TEMP

Es la temperatura mínima exterior registrada en °C, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 23.43°C, mínimo de 21.79°C, máximo de 25.54°C y mediana de 23.20°C que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.18	
DESCRIPTIVAS DE LOW TEMP(°C)	
N	33
Media	23,43
Mediana	23,20
Desviación Est.	1,13
Varianza	1,28
Sesgo	0,40
Curtosis	-1,00
Mínimo	21,79
Máximo	25,54
Q 1	22,45
Q 2	23,20
Q 3	24,45

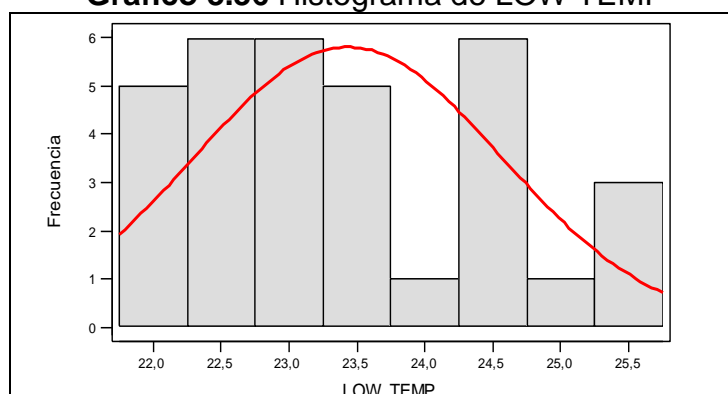
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE –ESPOL

La Gráfico 3.35 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 22.45°C (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=24.45°C).

Gráfico 3.35 Diagrama de caja de LOW TEMP

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntiagudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -1 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.40 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.36 Histograma de LOW TEMP

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

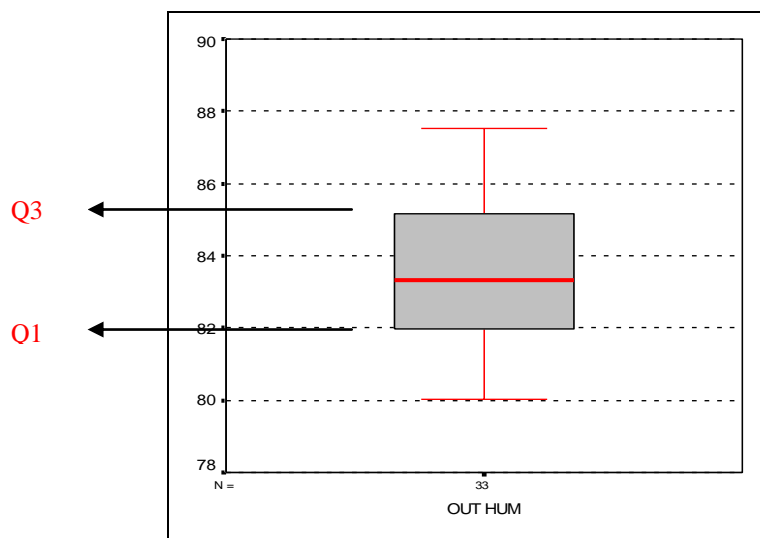
OUT HUM

Es la humedad relativa exterior registrada en porcentaje, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 83.45%, mínimo de 80.02%, máximo de 87.53 % y mediana de 83.34% que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	83,45
Mediana	83,34
Desviación Est.	2,11
Varianza	4,44
Sesgo	-0,02
Curtosis	-0,82
Mínimo	80,02
Máximo	87,53
Q 1	81,93
Q 2	83,34
Q 3	85,24

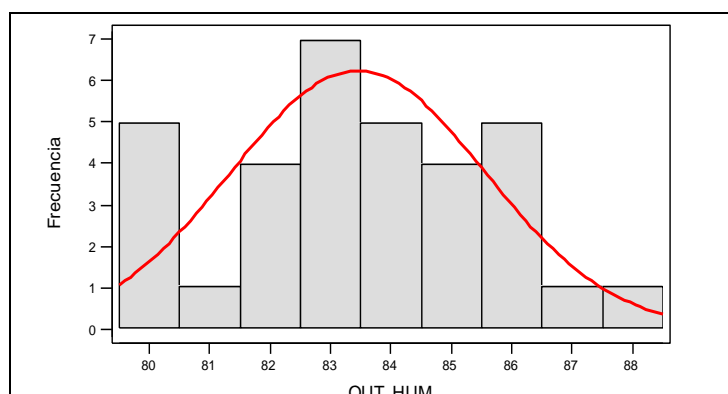
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE –ESPOL

La Gráfico permite 3.37 determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 81.93% (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=85.24%).

Gráfico 3.37 Diagrama de caja de OUT HUM

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.82 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.02 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.38 Histograma de OUT HUM

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

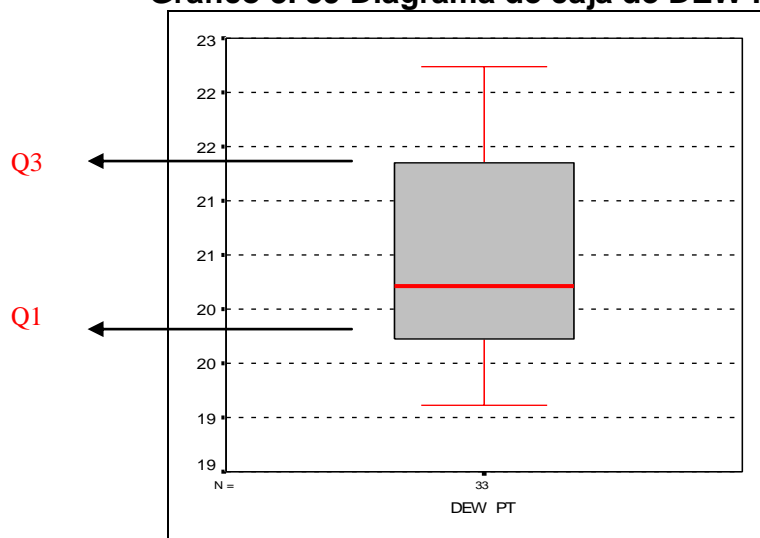
DEW PT

Es el punto de condensación registrado en °C, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 20.53°C, mínimo de 19.12°C, máximo de 22.23°C y mediana de 20.22°C que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.20 DESCRIPTIVAS DE DEW PT(°C)	
N	33
Media	20,53
Mediana	20,22
Desviación Est.	0,98
Varianza	0,97
Sesgo	0,24
Curtosis	-1,26
Mínimo	19,12
Máximo	22,23
Q 1	19,67
Q 2	20,22
Q 3	21,45

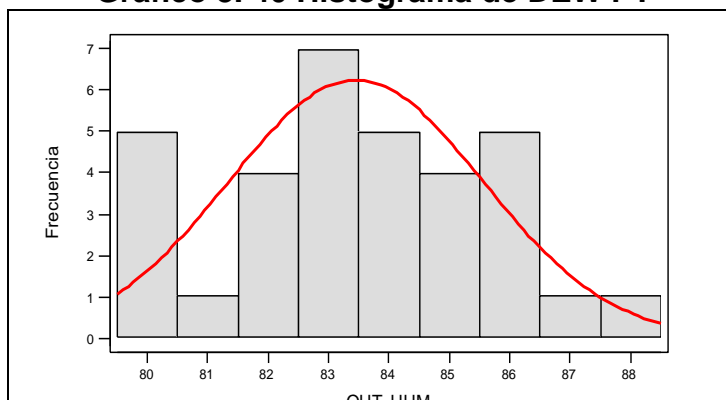
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.39 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 19.67°C (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=21.45°C).

Gráfico 3. 39 Diagrama de caja de DEW PT

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -1.26 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.24 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3. 40 Histograma de DEW PT

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

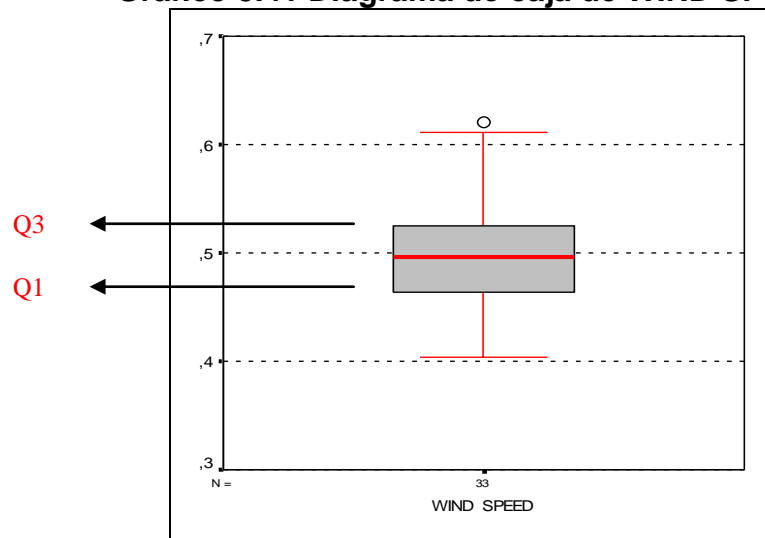
WIND SPEED

Es la velocidad del viento registrada en km/h, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 0.50km/h, mínimo de 0.40km/h, máximo de 0.62km/h y mediana de 0.50 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	0,50
Mediana	0,50
Desviación Est.	0,06
Varianza	0,00
Sesgo	0,52
Curtosis	-0,38
Mínimo	0,40
Máximo	0,62
Q 1	0,46
Q 2	0,50
Q 3	0,54

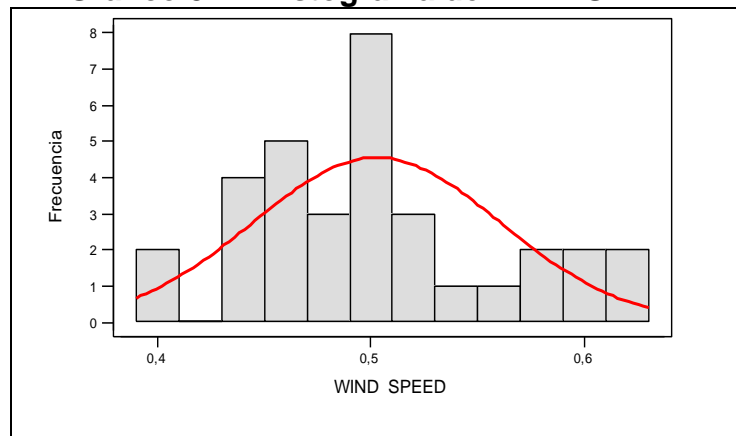
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE –ESPOL

La Gráfico 33.41 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 0.46km/h (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=0.54km/h).

Gráfico 3.41 Diagrama de caja de WIND SPEED

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.38 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.52 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.42 Histograma de WIND SPEED

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

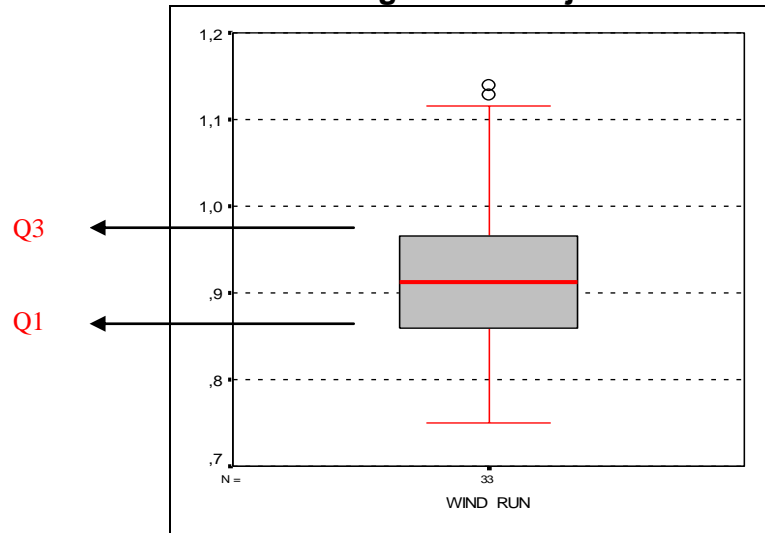
WIND RUN

Es la distancia recorrida por el viento registrada en km, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 0.93km, mínimo de 0.75km, máximo de 1.14km y mediana de 0.91 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	0,93
Mediana	0,91
Desviación Est.	0,10
Varianza	0,01
Sesgo	0,53
Curtosis	-0,37
Mínimo	0,75
Máximo	1,14
Q 1	0,85
Q 2	0,91
Q 3	0,99

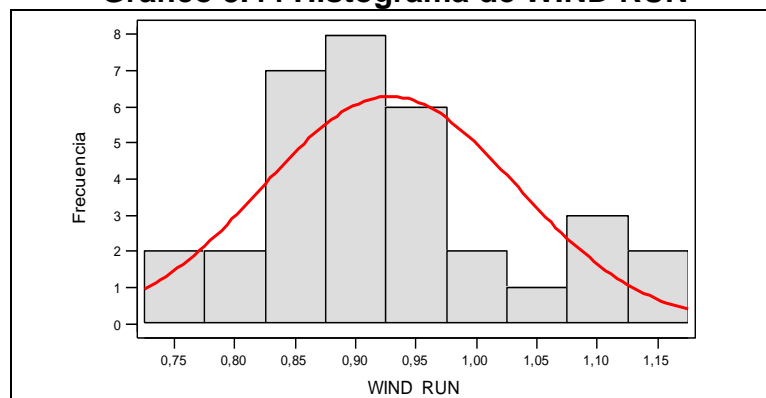
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El gráfico 33.43 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 0.85km (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=0.99km).

Gráfico 3.43 Diagrama de caja de WIND RUN

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.37 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.53 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.44 Histograma de WIND RUN

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

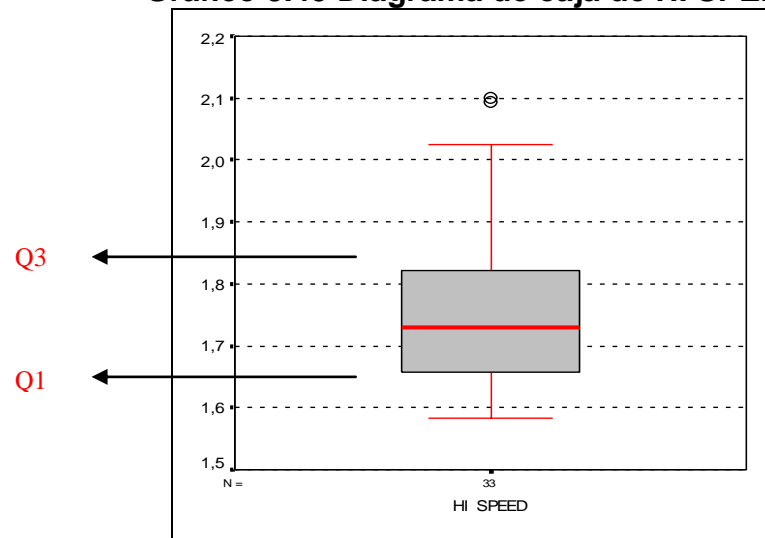
HI SPEED

Es la máxima velocidad del viento registrada en km/h, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 1.77km/h, mínimo de 1.58km/h, máximo de 2.10km/h y mediana de 1.73km/h que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	1,77
Mediana	1,73
Desviación Est.	0,15
Varianza	0,02
Sesgo	0,89
Curtosis	-0,06
Mínimo	1,58
Máximo	2,10
Q 1	1,66
Q 2	1,73
Q 3	1,84

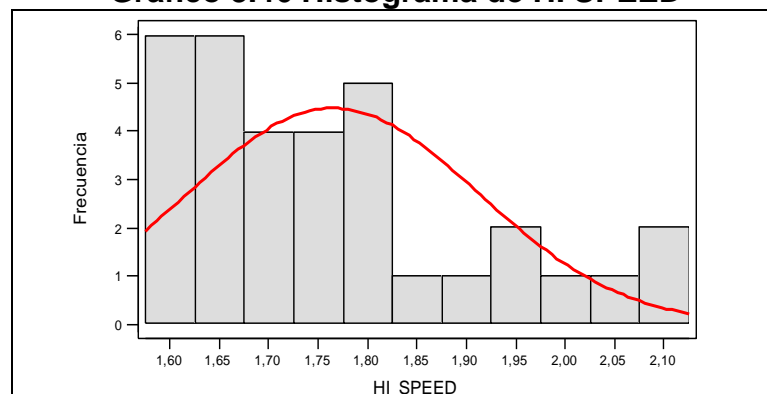
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 33.45 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1.66km/h (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1.84km/h).

Gráfico 3.45 Diagrama de caja de HI SPEED

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntiagudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.06 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.89 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.46 Histograma de HI SPEED

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

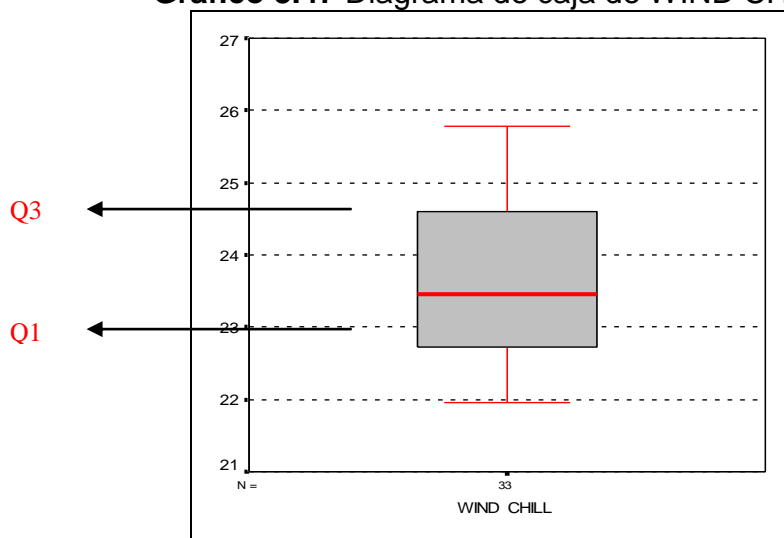
WIND CHILL

Es la temperatura aérea en relación a la temperatura del cuerpo humano registrada en °C, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 23.64°C, mínimo de 21.96°C, máximo de 25.79°C y mediana de 23.45°C que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.24 DESCRIPTIVAS DE WIND CHILL(°C)	
N	33
Media	23,64
Mediana	23,45
Desviación Est.	1,14
Varianza	1,31
Sesgo	0,40
Curtosis	-0,96
Mínimo	21,96
Máximo	25,79
Q 1	22,65
Q 2	23,45
Q 3	24,65

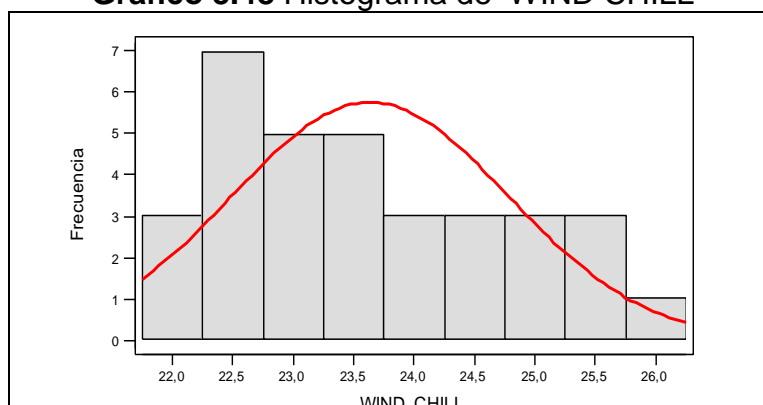
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 33.47 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 22.65°C (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=24.65°C).

Gráfico 3.47 Diagrama de caja de WIND CHILL

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.96 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.40 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.48 Histograma de WIND CHILL

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

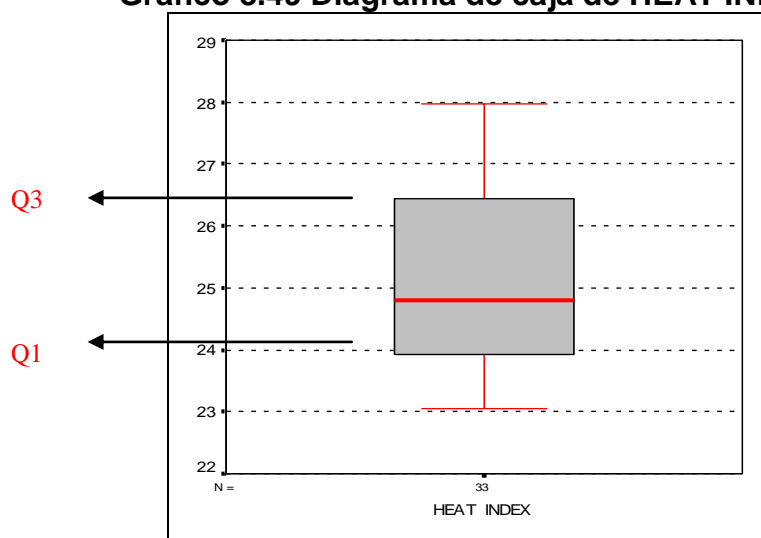
HEAT INDEX

Índice de calor o temperatura relacionada a la humedad registrada en °C, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 25.12°C, mínimo de 23.05°C, máximo de 27.98°C y mediana de 24.79°C que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.25 DESCRIPTIVAS DE HEAT INDEX(°C)	
N	33
Media	25,12
Mediana	24,79
Desviación Est.	1,47
Varianza	2,16
Sesgo	0,46
Curtosis	-0,89
Mínimo	23,05
Máximo	27,98
Q 1	23,88
Q 2	24,79
Q 3	26,48

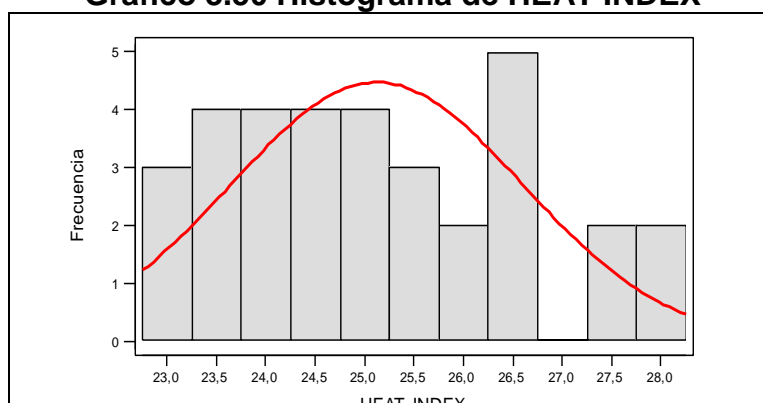
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 33.49 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 23.88°C (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=26.48°C).

Gráfico 3.49 Diagrama de caja de HEAT INDEX

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.89 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.46 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.50 Histograma de HEAT INDEX

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

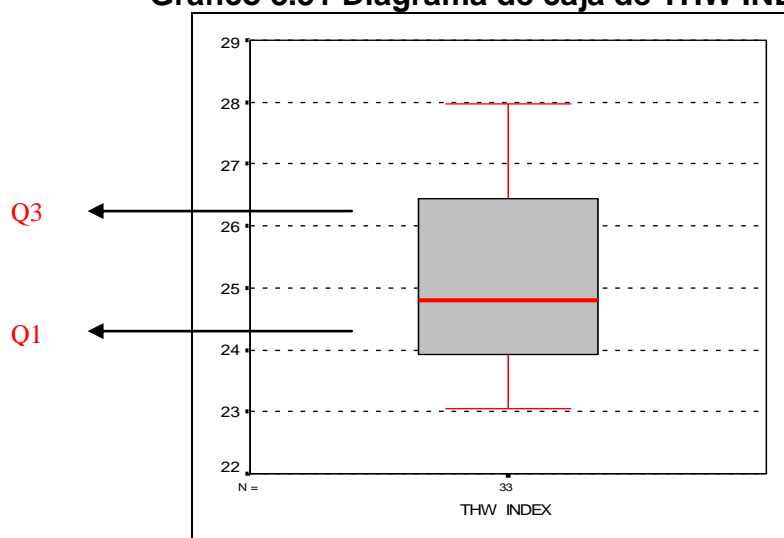
THW INDEX

Índice que relaciona la temperatura, humedad y viento registrada en °C, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 25.12°C, mínimo de 23.05°C, máximo de 27.98°C y mediana de 24.79°C que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.26 DESCRIPTIVAS DE THW INDEX(°C)	
N	33
Media	25,12
Mediana	24,79
Desviación Est.	1,47
Varianza	2,16
Sesgo	0,46
Curtosis	-0,89
Mínimo	23,05
Máximo	27,98
Q 1	23,88
Q 2	24,79
Q 3	26,48

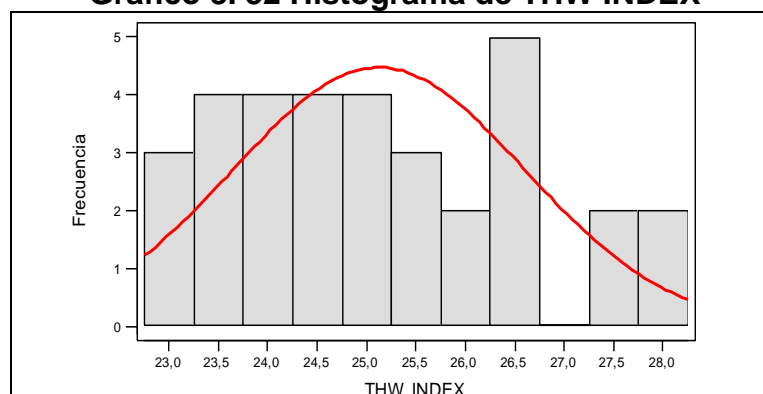
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 33.51 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 23.88°C (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=26.48°C).

Gráfico 3.51 Diagrama de caja de THW INDEX

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.89 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.46 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3. 52 Histograma de THW INDEX

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

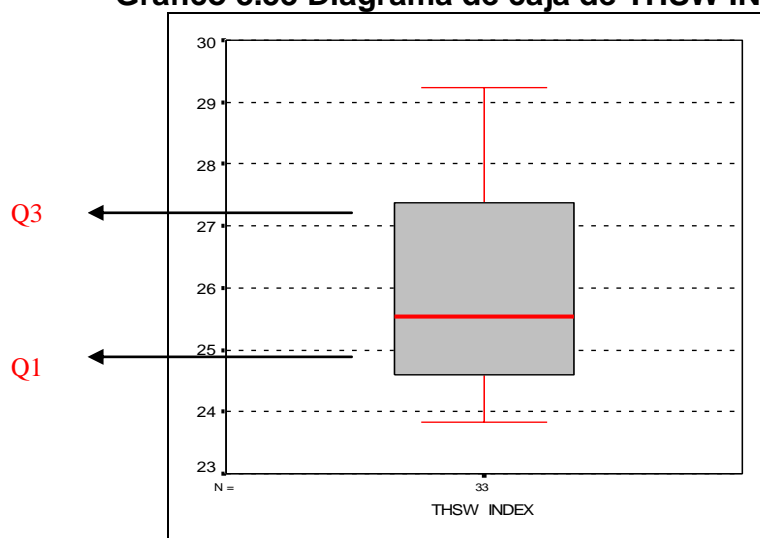
THSW INDEX

Es índice que relaciona temperatura, humedad, radiación solar y viento registrada en °C, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 25.99°C, mínimo de 23.84°C, máximo de 29.22°C y mediana de 25.54°C que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.27	
DESCRIPTIVAS DE THSW INDEX(°C)	
N	33
Media	25,99
Mediana	25,54
Desviación Est.	1,61
Varianza	2,60
Sesgo	0,60
Curtosis	-0,80
Mínimo	23,84
Máximo	29,22
Q 1	24,57
Q 2	25,54
Q 3	27,40

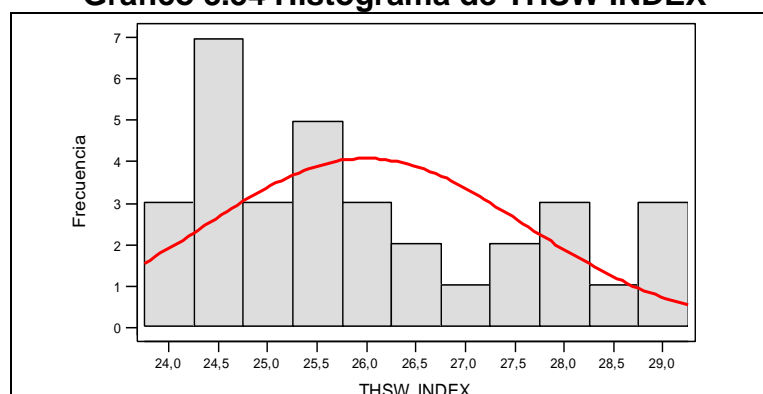
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.53 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 24.57°C (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=27.40°C).

Gráfico 3.53 Diagrama de caja de THSW INDEX

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.80 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.60 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.54 Histograma de THSW INDEX

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

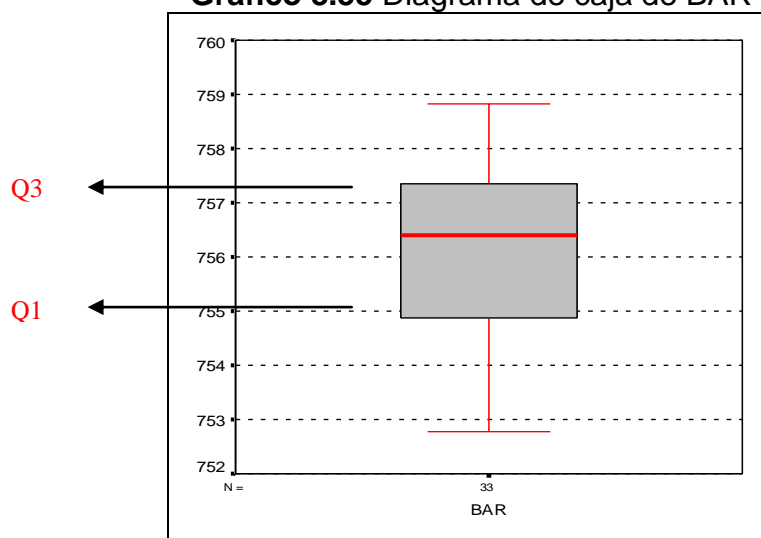
BAR

Es la presión atmosférica registrada en mlbs, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 756.35 mlbs, mínimo de 752.77 mlbs, máximo de 758.82 mlbs y mediana de 756.40mlbs que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	756,35
Mediana	756,40
Desviación Est.	1,77
Varianza	3,13
Sesgo	-0,31
Curtosis	-0,84
Mínimo	752,77
Máximo	758,82
Q 1	754,76
Q 2	756,40
Q 3	757,78

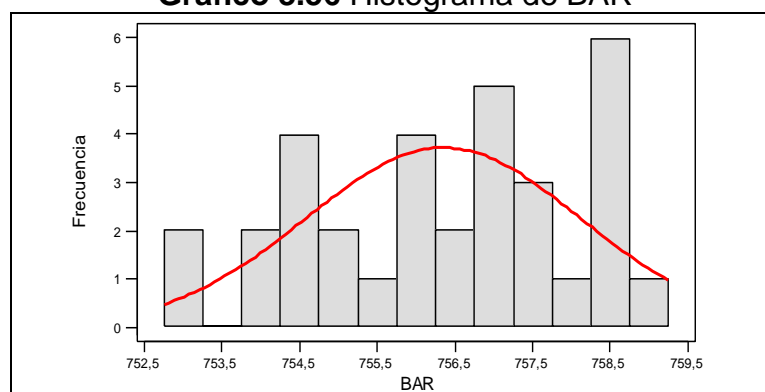
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.55 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 754.76 mlbs (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=757.78 mlbs).

Gráfico 3.55 Diagrama de caja de BAR

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.84 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.31 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.56 Histograma de BAR

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

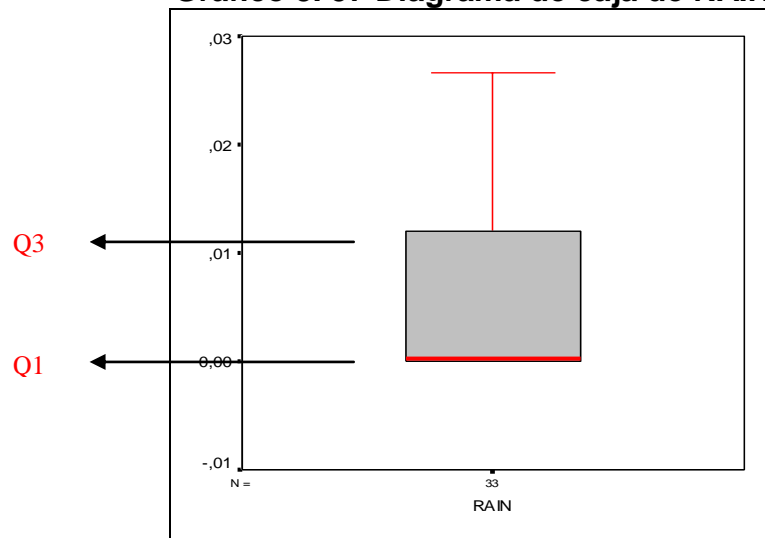
RAIN

Es la cantidad de lluvia caída registrada en mm, el valor que adquiere la variable se obtiene la suma acumulada de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 5.50mm, mínimo de 0mm, máximo de 29.45mm y mediana de 0.25 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	5,50
Mediana	0,25
Desviación Est.	7,95
Varianza	63,18
Sesgo	1,35
Curtosis	1,07
Mínimo	0,00
Máximo	29,45
Q 1	0,00
Q 2	0,25
Q 3	11,32

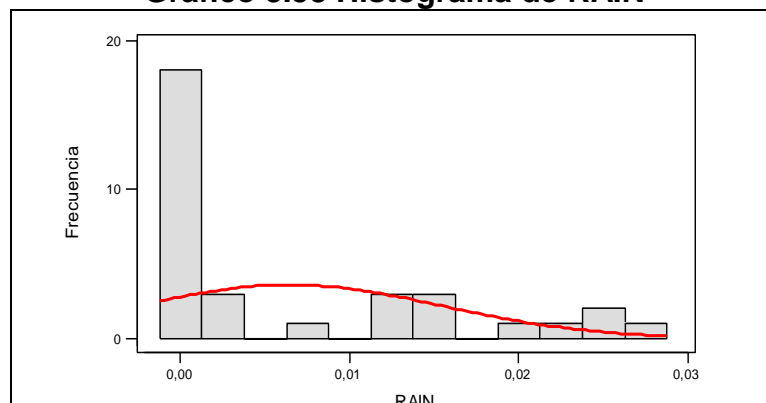
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.57 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 0mm (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=11.32mm).

Gráfico 3. 57 Diagrama de caja de RAIN

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como leptocúrtica pues el coeficiente de curtosis es 1.07 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 1.35, es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.58 Histograma de RAIN

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

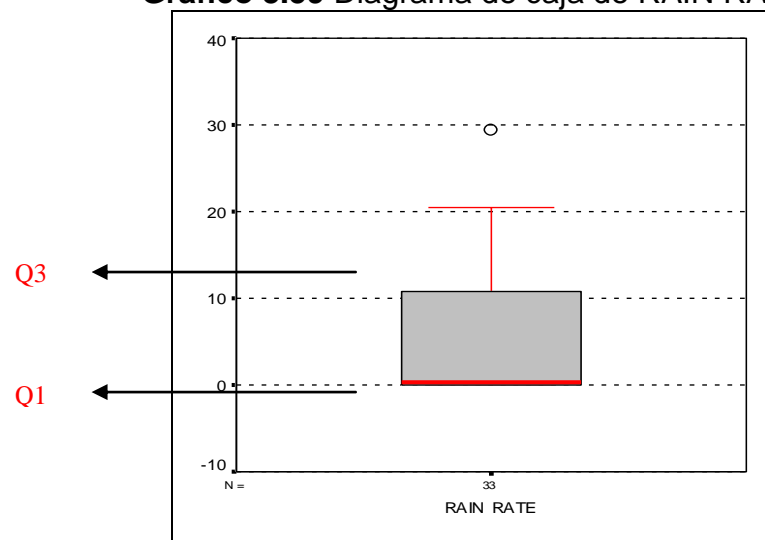
RAIN RATE

Es la intensidad de lluvia por hora registrada en mm/h, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 10.75mm/h, mínimo de 0mm/h, máximo de 39.70 mm/h y mediana de 0mm/h que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.30 DESCRIPTIVAS DE RAIN RATE(mm/h)	
N	33
Media	10,75
Mediana	0,00
Desviación Est.	13,01
Varianza	169,22
Sesgo	0,69
Curtosis	-0,96
Mínimo	0,00
Máximo	39,70
Q 1	0,00
Q 2	0,00
Q 3	22,10

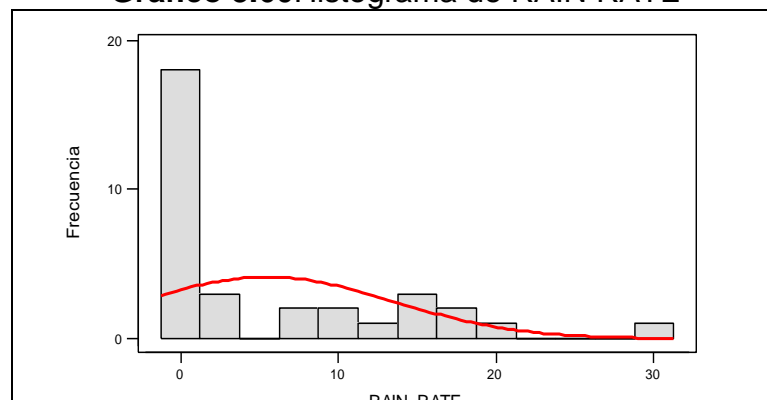
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.59 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 0mm/h (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=22.10mm/h).

Gráfico 3.59 Diagrama de caja de RAIN RATE

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.96 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.69 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.60 Histograma de RAIN RATE

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

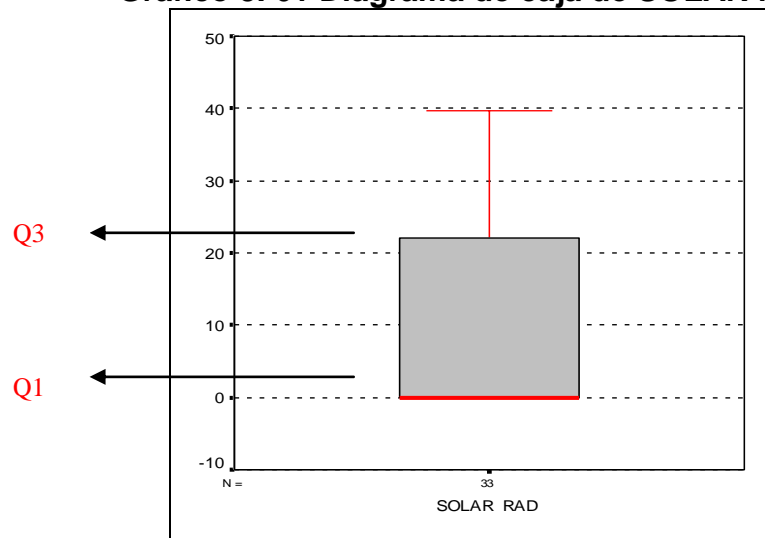
SOLAR RAD

Es la radiación solar registrada w/m², el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 124.19 w/m², mínimo de 80.96 w/m², máximo de 163.43 w/m² y mediana de 118.52 w/m² que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	124.19
Mediana	118.52
Desviación Est.	22.33
Varianza	498.70
Sesgo	0.26
Curtosis	-0.93
Mínimo	80.96
Máximo	163.43
Q 1	108.44
Q 2	118.52
Q 3	147.42

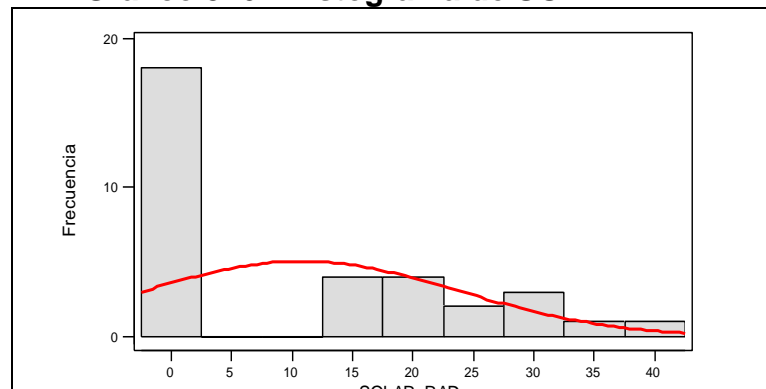
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.61 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 108.44 w/m² (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=147.42 w/m²).

Gráfico 3. 61 Diagrama de caja de SOLAR RAD

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.93 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.26 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3. 62 Histograma de SOLAR RAD

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

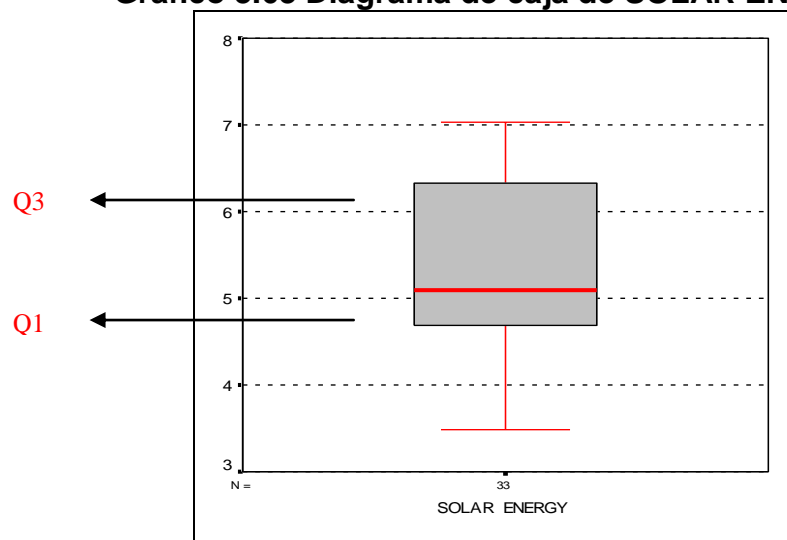
SOLAR ENERGY

Es la energía solar acumulada por metro cuadrado registrada en langley, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 5.34, mínimo de 3.48, máximo de 7.03 y mediana de 5.10 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	5,34
Mediana	5,10
Desviación Est.	0,96
Varianza	0,92
Sesgo	0,26
Curtosis	-0,93
Mínimo	3,48
Máximo	7,03
Q 1	4,66
Q 2	5,10
Q 3	6,34

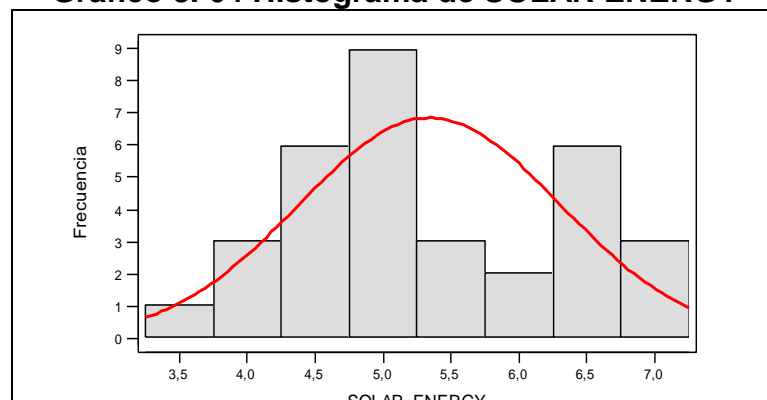
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.63 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 4.66 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=6.34).

Gráfico 3.63 Diagrama de caja de SOLAR ENERGY

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.93 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.26 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3. 64 Histograma de SOLAR ENERGY

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

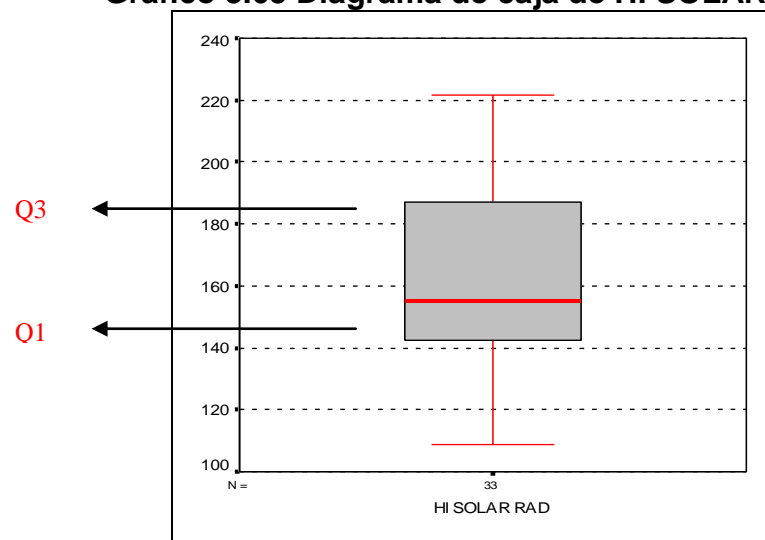
HI SOLAR RAD

Es la radiación solar máxima registrada en en langley, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 163.89, mínimo de 108.92, máximo de 221.52 y mediana de 154.98 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

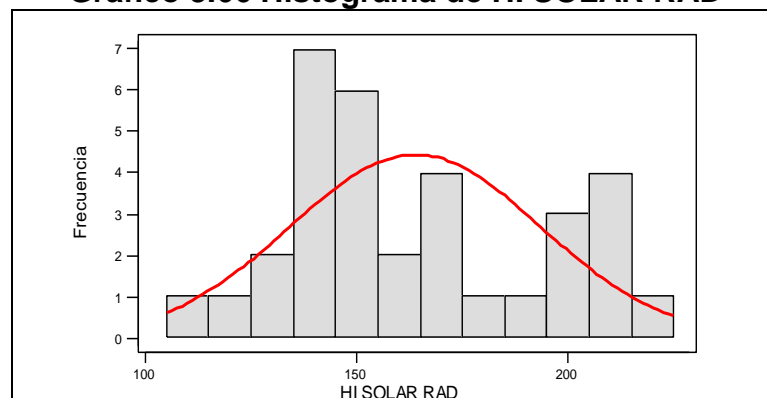
TABLA 3.33 DESCRIPTIVAS DE HI SOLAR RAD	
N	33
Media	163,89
Mediana	154,98
Desviación Est.	29,63
Varianza	877,85
Sesgo	0,37
Curtosis	-0,88
Mínimo	108,92
Máximo	221,52
Q 1	141,18
Q 2	154,98
Q 3	191,14

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.65 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 141.18 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=191.14).

Gráfico 3.65 Diagrama de caja de HI SOLAR RAD**Gráfico 3.65 Diagrama de caja de HI SOLAR RAD**

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntiagudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.88 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.37 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.66 Histograma de HI SOLAR RAD

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

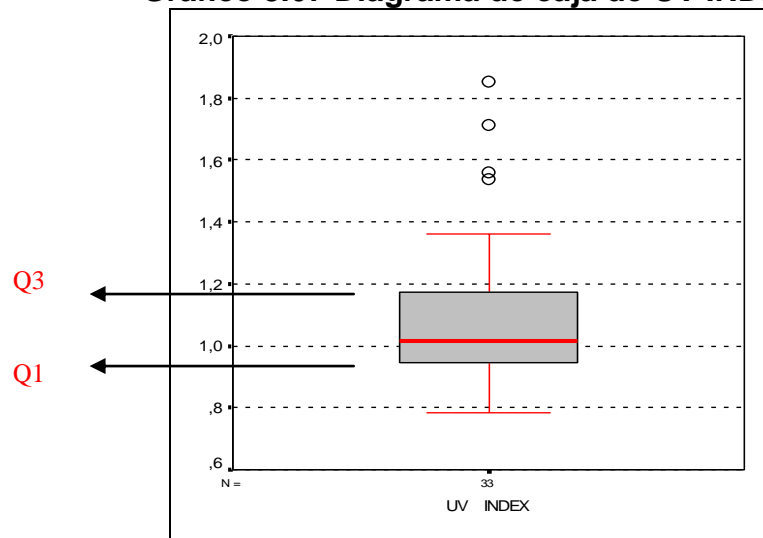
UV INDEX

Es el índice de periodicidad de rayos ultravioleta registrada en una escala entre [1-16], el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 1.10, mínimo de 0.78, máximo de 1.85 y mediana de 1.02 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.34 DESCRIPTIVAS DE UV INDEX	
N	33
Media	1,10
Mediana	1,02
Desviación Est.	0,25
Varianza	0,06
Sesgo	1,54
Curtosis	2,06
Mínimo	0,78
Máximo	1,85
Q 1	0,93
Q 2	1,02
Q 3	1,18

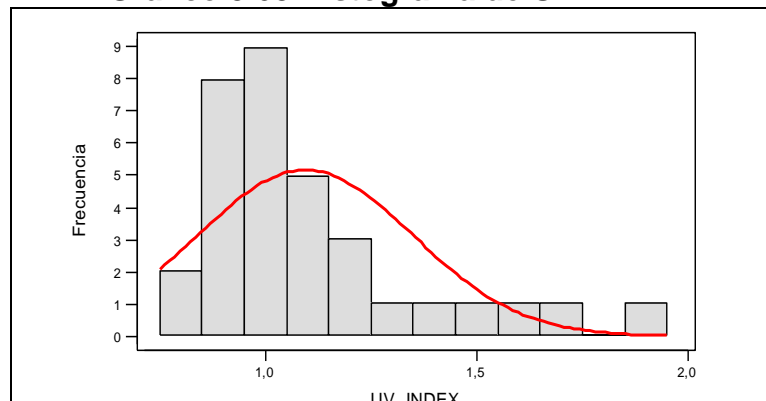
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.67 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 0.93 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1.18).

Gráfico 3.67 Diagrama de caja de UV INDEX

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como leptocúrtica pues el coeficiente de curtosis es 2.06 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 1.54, es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.68 Histograma de UV INDEX

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

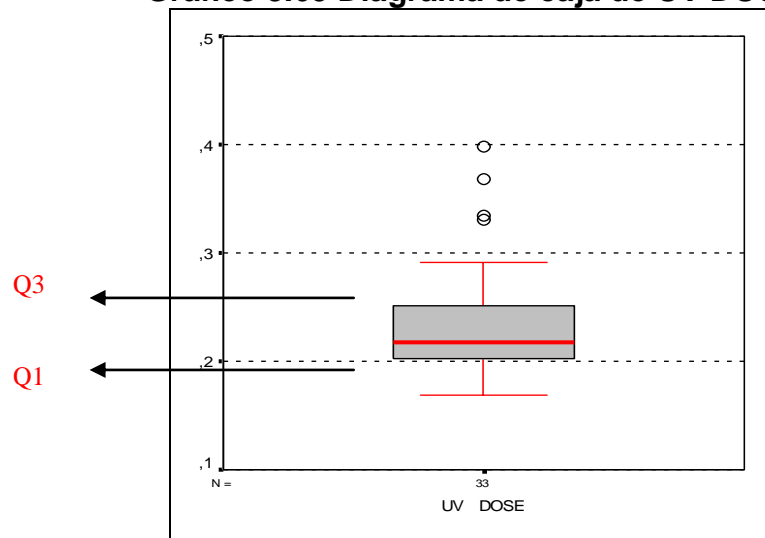
UV DOSE

Es la dosis de radiación ultravioleta, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 0.23, mínimo de 0.17, máximo de 0.40 y mediana de 0.22 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.35 DESCRIPTIVAS DE UV DOSE	
N	33
Media	0,23
Mediana	0,22
Desviación Est.	0,05
Varianza	0,00
Sesgo	1,54
Curtosis	2,06
Mínimo	0,17
Máximo	0,40
Q 1	0,20
Q 2	0,22
Q 3	0,25

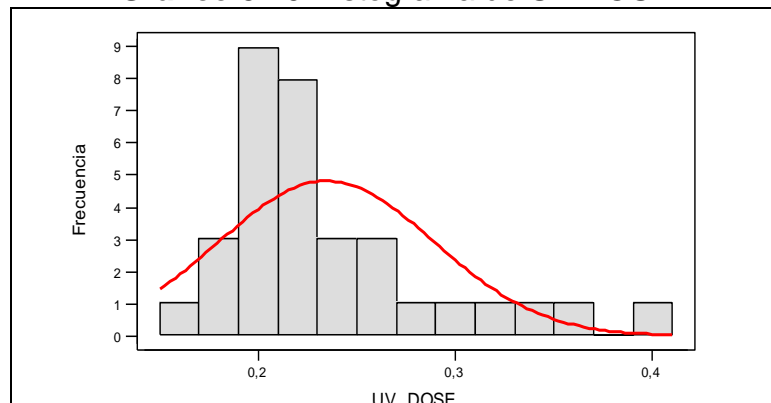
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.69 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 0.20 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=0.25).

Gráfico 3.69 Diagrama de caja de UV DOSE

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntiagudez (respecto a la distribución normal) se define como leptocúrtica pues el coeficiente de curtosis es 2.06 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 1.54, es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.70 Histograma de UV DOSE

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

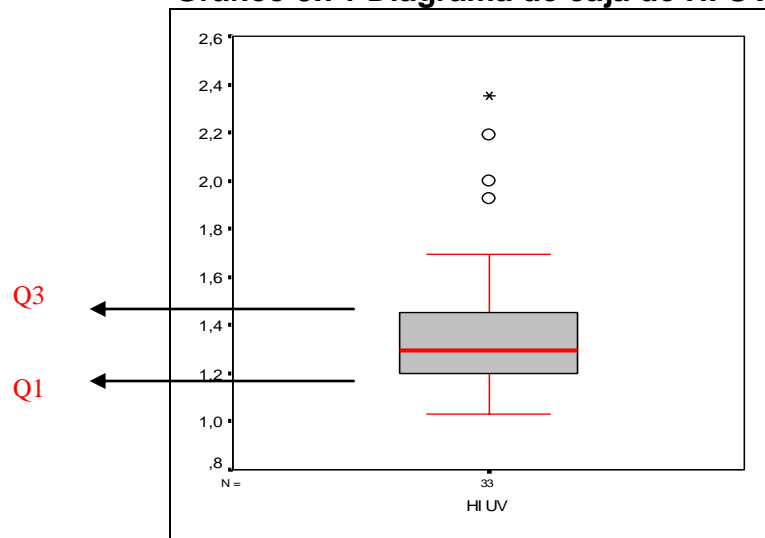
HI UV

Es el índice máximo de rayos ultravioleta registrada en una escala entre [1-16], el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 1.38, mínimo de 1.03, máximo de 2.35 y mediana de 1.29 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	1,38
Mediana	1,29
Desviación Est.	0,32
Varianza	0,10
Sesgo	1,68
Curtosis	2,51
Mínimo	1,03
Máximo	2,35
Q 1	1,19
Q 2	1,29
Q 3	1,46

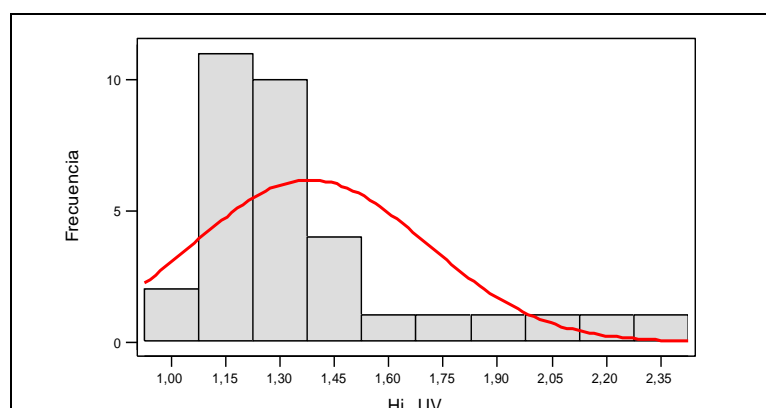
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.71 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 1.19 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=1.46).

Gráfico 3.71 Diagrama de caja de HI UV

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como leptocúrtica pues el coeficiente de curtosis es 2.51 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 1.68, es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3. 72 Histograma de HI UV**Gráfico 3. 72 Histograma de HI UV**

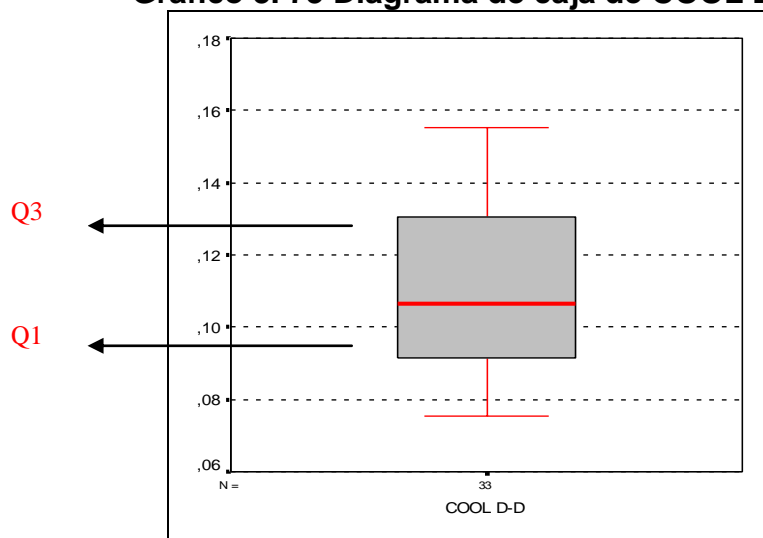
COOL D-D

(Cooling degree days) es un índice, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 0.1105, mínimo de 0.0800, máximo de 0.1600 y mediana de 0.1066 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	0,1105
Mediana	0,1066
Desviación Est.	0,0238
Varianza	0,0006
Sesgo	0,4000
Curtosis	-0,9550
Mínimo	0,0800
Máximo	0,1600
Q 1	0,0899
Q 2	0,1066
Q 3	0,1316

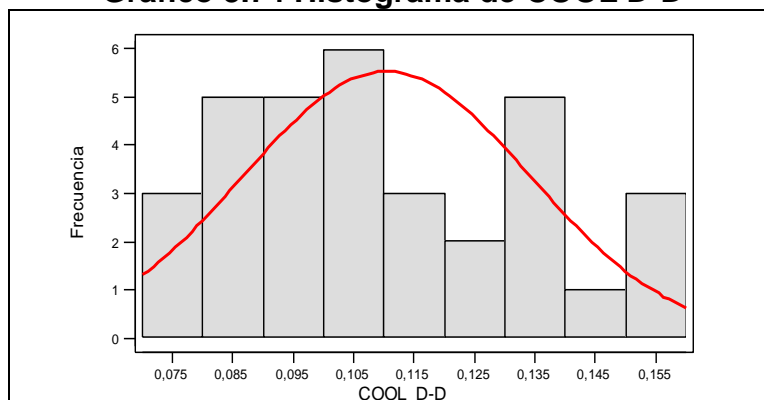
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.73 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 0.0899 (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=0.1316).

Gráfico 3.73 Diagrama de caja de COOL D-D

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.96 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.40 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.74 Histograma de COOL D-D

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

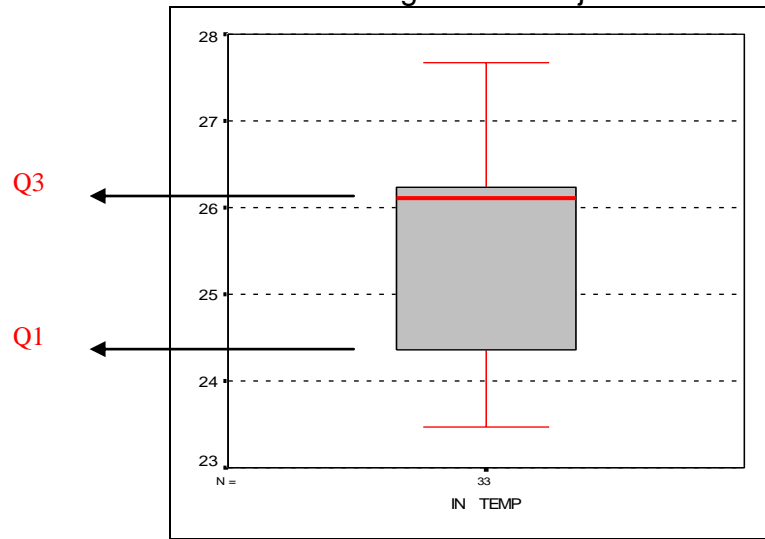
IN TEMP

Es la temperatura interna donde esta ubicada la consola receptora registrada °C, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 25.55°C, mínimo de 23.46°C, máximo de 27.68°C y mediana de 26.10 que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.38 DESCRIPTIVAS DE IN TEMP(°C)	
N	33
Media	25,55
Mediana	26,10
Desviación Est.	1,23
Varianza	1,51
Sesgo	-0,36
Curtosis	-1,06
Mínimo	23,46
Máximo	27,68
Q 1	24,27
Q 2	26,10
Q 3	26,23

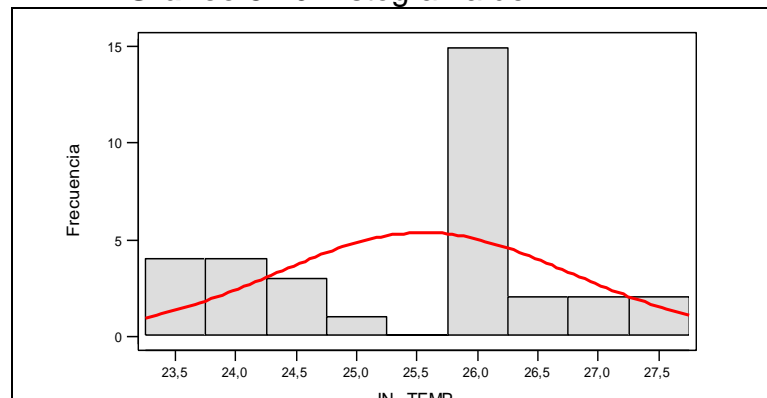
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.75 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 24.27°C (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=26.23°C).

Gráfico 3.75 Diagrama de caja de IN TEMP

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -1.06 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.36 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.76 Histograma de IN TEMP

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

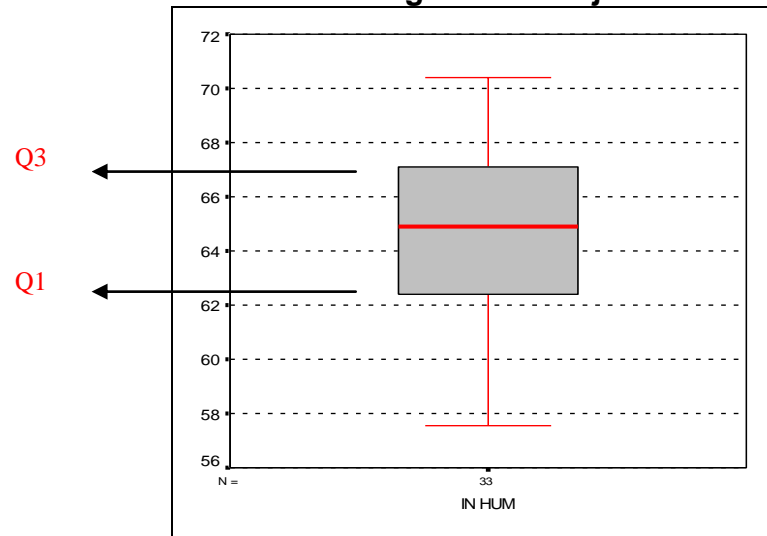
IN HUM

Es la humedad interna donde esta ubicada la consola receptora registrada en porcentaje, el valor que adquiere la variable se obtiene del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 64.71%, mínimo de 57.56%, máximo de 70.39% y mediana 64.88% de que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

N	33
Media	64,71
Mediana	64,88
Desviación Est.	3,74
Varianza	13,98
Sesgo	-0,42
Curtosis	-0,55
Mínimo	57,56
Máximo	70,39
Q 1	62,14
Q 2	64,88
Q 3	67,26

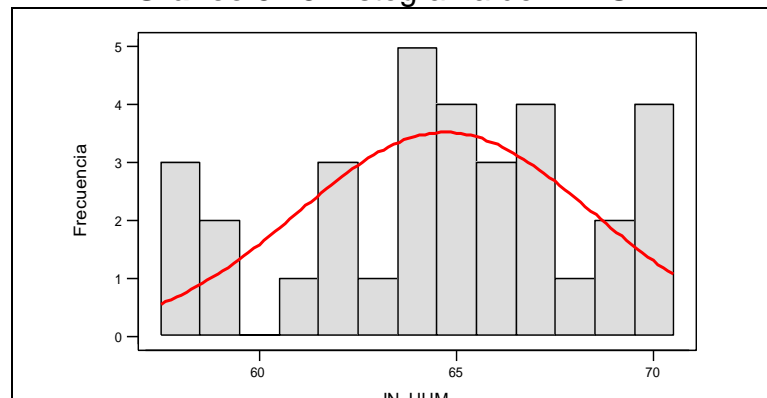
Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.77 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 62.14% (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=67.26%).

Gráfico 3.77 Diagrama de caja de IN HUM

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -0.055 y respecto al sesgo presenta asimetría negativa cuyo coeficiente es -0.42 , es decir los datos se agrupan a la derecha.

Gráfico 3.78 Histograma de IN HUM

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

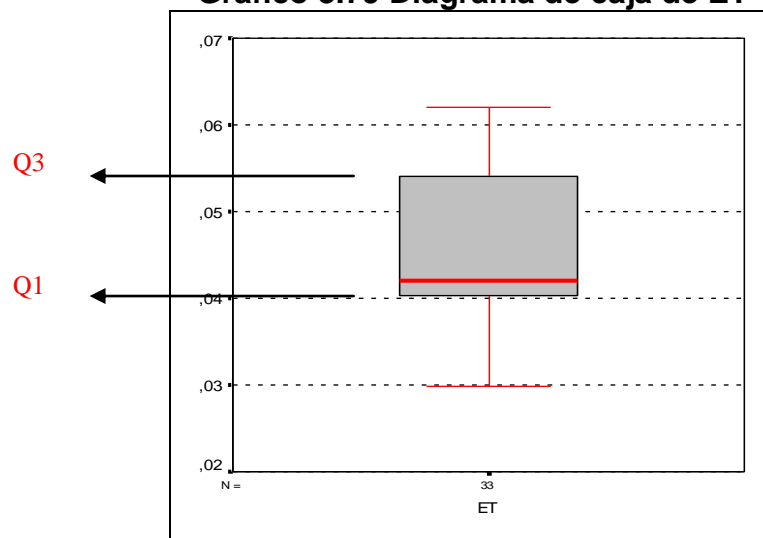
ET

Es la evapotranspiración registrada en mm, el valor que adquiere la variable es obtenido del promedio de los registros climáticos de tres semanas previas a la evaluación de la enfermedad, entre las medidas descriptivas de esta variable se obtuvo una media 0.05mm, mínimo de 0.03mm, máximo de 0.06mm y mediana de 0.04mm que indica que el 50% de los registros de esta variable toman valores menores o iguales al que toma esta.

TABLA 3.40 DESCRIPTIVAS DE ET(mm)	
N	33
Media	0,05
Mediana	0,04
Desviación Est.	0,01
Varianza	0,00
Sesgo	0,39
Curtosis	-1,00
Mínimo	0,03
Máximo	0,06
Q 1	0,04
Q 2	0,04
Q 3	0,05

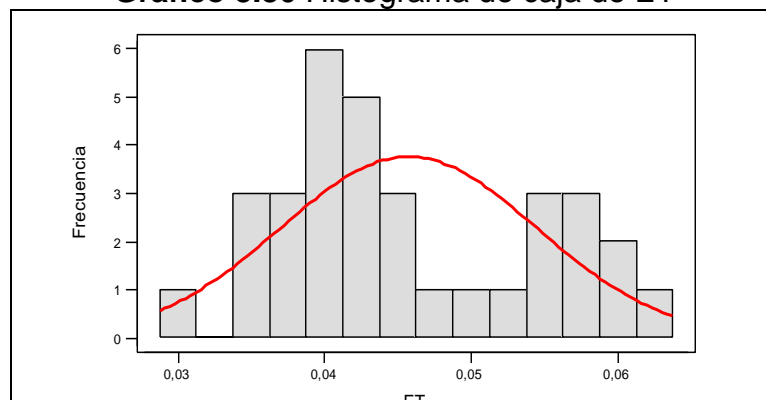
Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

La Gráfico 3.79 permite determinar que el 25% de las observaciones toman valores menores o iguales a 0.04mm (Q1) que corresponden al primer cuartil, que el 50% de los datos se concentran entre el extremo inferior de la caja (Q1) y extremo superior de la misma (Q3=0.05mm).

Gráfico 3.79 Diagrama de caja de ET

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

El siguiente histograma permite visualizar la forma en que se distribuye esta variable, en cuanto a la puntigudez (respecto a la distribución normal) se define como platicúrtica pues el coeficiente de curtosis es -1 y respecto al sesgo presenta asimetría positiva cuyo coeficiente es 0.39 , es decir los datos se agrupan a la izquierda.

Gráfico 3.80 Histograma de caja de ET

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

3.2. Análisis de regresión

3.2.1. Propósito del modelo de regresión

El análisis de regresión tuvo dos finalidades. La primera fue estimativa, es decir, cuantificar la relación entre variables dependientes y variables independientes.

La segunda finalidad del modelo de regresión fue realizar predicciones calculando el valor de la variable dependiente en función de la variables independientes.

3.2.2. Determinación del tipo de regresión

En cumplimiento de uno de los objetivos específicos de la tesis, se determinó que el mejor tipo de regresión, para seleccionar variables climáticas cuantitativas que influyan en las variables cuantitativas relacionadas al desarrollo de la enfermedad, fue la regresión múltiple.

3.2.3. Selección de variables dependientes

Se estableció como variables dependientes las relacionadas al desarrollo de la enfermedad las mismas que son influenciadas por las variables climáticas (independientes) y se clasifican a continuación: SH3, SH4, SB, EE, SEV.

Comparación de medias entre lotes

Análisis ANOVA

Se procedió a verificar mediante ANOVA las diferencias entre las medias de las variables relacionadas al desarrollo de la enfermedad, por lote.

Supuestos

Antes de realizar la prueba ANOVA se verificaron los supuestos intrínsecos, entre los cuales se tiene observaciones independientes, homogeneidad de varianzas y normalidad.

Observaciones independientes

Puesto que las evaluaciones de cada una de las variables relacionadas al desarrollo de la enfermedad se obtuvieron al evaluar 10 plantas de banano en períodos diferentes se asume independencia entre las observaciones.

Homogeneidad de varianzas

Se realizó la respectiva prueba de homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene) entre lotes de cada una de las variables relacionadas al desarrollo de la enfermedad. La TABLA 3.41, presenta los valores del estadístico de la prueba y el valor p. El valor p obtenido, permite aceptar (no rechazar) la hipótesis de homogeneidad de varianzas entre las medias de las variables relacionadas a la enfermedad en los diferentes lotes, a un nivel de significancia del 5%.

TABLA 3.41		
Homogeneidad de varianzas entre lotes		
	Est.Levene	Valor p
SH3	0,11	0,90
SH4	0,40	0,67
SB	0,01	0,99
EE	1,97	0,14
SEV	0,02	0,98

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Normalidad

La TABLA 3.42 presenta los valores de la prueba de normalidad (K-S) de las distribuciones de las variables relacionadas al desarrollo de la enfermedad. Los valores obtenidos nos indican una distribución normal en las variables analizadas, a un nivel de significancia del 5%.

TABLA 3.42				
Prueba de Normalidad				
	Media	Desviación Est.	Est. K-S	Valor p
SH3	915,81	270,74	0,06	0,87
SH4	917,14	198,44	0,12	0,1
SB	1832,95	448,57	0,09	0,35
EE	1893,35	855,36	0,13	0,06
SEV	1625,56	427,48	0,09	0,34

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

ANOVA

Al comparar la medias de las variables relacionadas a la enfermedad entre lotes se obtuvo información que se resume en la TABLA 3.43; en la cual se presenta el respectivo estadístico y su valor p corroborando la aceptación (no rechazo) de la hipótesis a un nivel del 5% de significancia.

TABLA 3.43		
Anova entre lotes		
Variables	Est. F	Valor p
SH3	0,11	0,89
SH4	0,08	0,93
SB	0,09	0,92
EE	2,08	0,13
SEV	0,17	0,84

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Comparación de distribuciones entre lotes

Adicionalmente al análisis ANOVA se verificó si las distribuciones por lote de cada variable relacionada al desarrollo de la enfermedad son similares referente a sus distribuciones, se utilizó la prueba Wilcoxon, esta prueba asume los mismo supuestos de ANOVA por tanto realizó directamente la prueba. Una vez corrida la prueba se obtuvo información resumida en la TABLA 3.44; en la cual se presenta el respectivo estadístico de la prueba y su valor p el cual permite a un nivel de significancia del 5% aceptar(no rechazar) la hipótesis de que las distribuciones de las variables son similares, excepto al comparar la variables EE entre lote B y lote C.

TABLA 3.44						
Comparación de distribuciones entre lote						
	Lotes A y B		Lotes A y C		Lotes B y C	
	Est.Wilcoxon	Valor p	Est.Wilcoxon	Valor p	Est.Wilcoxon	Valor p
SH3	1217	0,76	1220	0,79	1208	0,69
SH4	1234	0,92	1213	0,73	1225	0,84
SB	1242	1.00	1209	0,69	1217	0,76
EE	1074	0,05	1233	0,91	1067	0,04
SEV	1231	0,90	1193	0,56	1213	0,73

Los resultados estadísticos presentados anteriormente, permitieron al momento de construir los modelos bioclimáticos utilizar las variables dependientes de cualquiera de los lotes, debido a su homogeneidad por lote.

Correlación entre variables dependientes

Se procedió a construir la matriz de correlación lineal de Pearson entre estas variables y se obtuvo información presentada en la TABLA 3.45; en la misma se observa correlación significativa positiva, es decir, cuando una de las variables se incrementa la otra también, por tanto se usará únicamente la variable más importante para el fin del estudio que en este caso son SB y EE la cuales serán la variable dependiente en el uso de la técnica de regresión.

	SH3C	SH4C	SB4	EEC	SEVC
SH3C	1	,832(**)	,971(**)	,863(**)	,958(**)
SH4C	,832(**)	1	,941(**)	,852(**)	,940(**)
SB4	,971(**)	,941(**)	1	,896(**)	,992(**)
EEC	,863(**)	,852(**)	,896(**)	1	,888(**)
SEVC	,958(**)	,940(**)	,992(**)	,888(**)	1

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

3.2.4. Selección de variables independientes

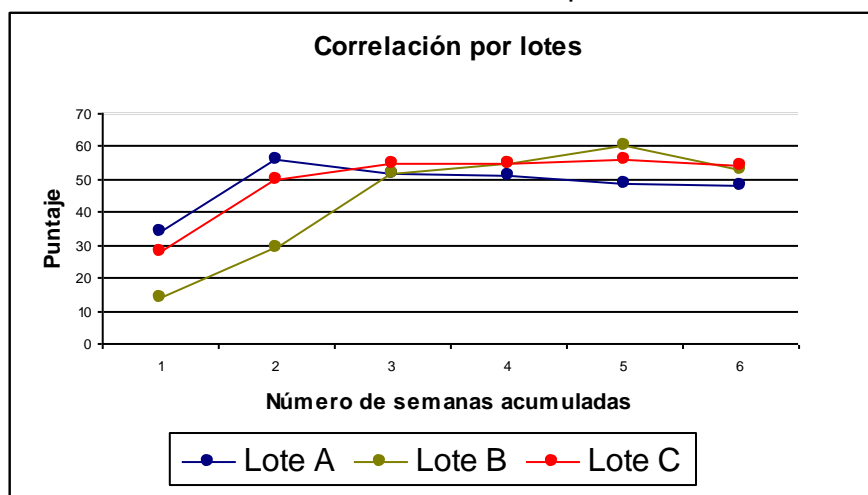
Para evaluar el comportamiento a la Sigatoka negra en función de las variables climáticas se obtuvieron los promedios acumulados excepto en las variables RAIN y RAIN RATE en las cuales se utilizaron la sumas acumuladas en ambos casos de semanas consecutivas de las variables climáticas de una, dos, tres, cuatro, cinco y seis semanas previas a la fecha de evaluación de la severidad de Sigatoka negra en la plantación. Se procedió a obtener los coeficientes de correlación lineal de Pearson entre la variable dependiente versus los datos de una, dos, tres, cuatro, cinco y seis con la finalidad de usar la que mejor correlación presente, a estas correlaciones se les asignó un puntaje para cuantificar la relación existente entre la variable dependiente de cada lote y todas las variables clima obteniendo la TABLA 3.46.

TABLA 3.46						
Puntaje de correlación entre variables						
	Número de Semanas acumuladas					
LOTES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	34	56	52	51	49	48
B	14	29	52	55	60	53
C	28	50	55	55	56	54
TOTAL	77	137	162	165	170	161

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Además se construyó un gráfico que permita visualizar las correlaciones de las variables presentado a continuación:

Gráfico 3.81 Correlación por lotes



Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

En base al análisis anterior e información secundaria acerca de la biología del microorganismo causante de la enfermedad se decidió trabajar con los datos acumulados de tres semanas previas a la fecha de evaluación de a la Sigatoka negra.

Análisis de componentes principales

Con la intención de seleccionar las variables independientes adecuadas se procedió a realizar análisis de componentes principales que permita visualizar la existencia o no de agrupamientos de variables.

En primer lugar se analizará el porcentaje de varianza explicada de las componentes principales, dicha información se presenta en la TABLA 3.47, de la cual se aprecia que las dos primeras

componentes principales explican un 73.65% de varianza en relación al total de varianza de todas las variables, esto hace factible la aplicación de esta técnica y garantiza información confiable en cuanto a la disposición de las variables sobre las dos componentes principales.

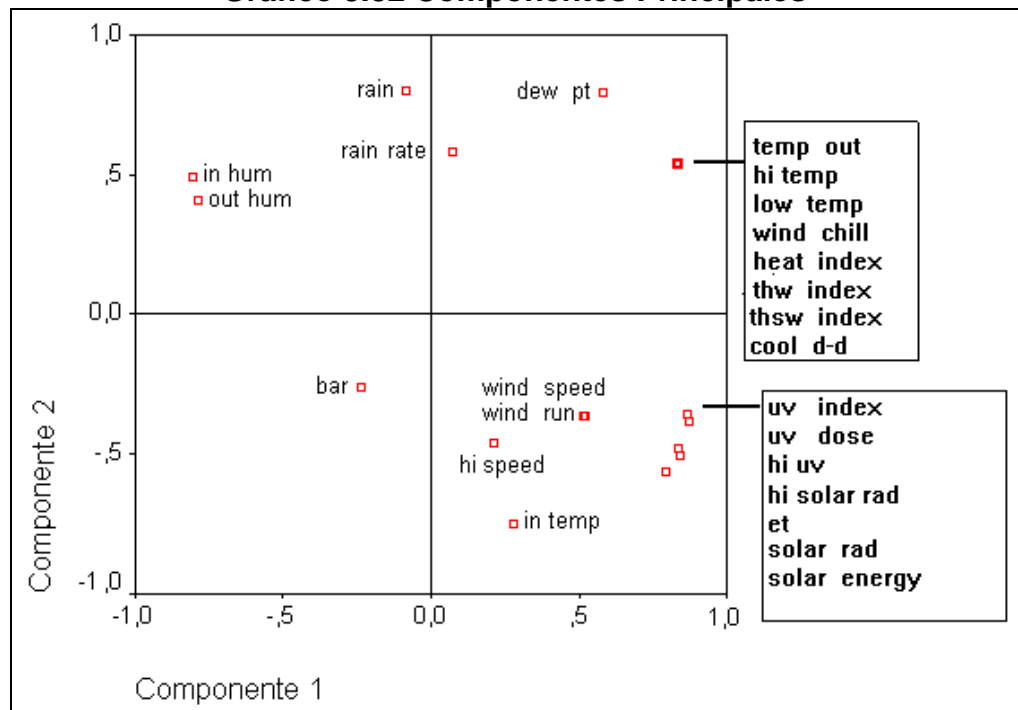
TABLA 3.47			
Porcentaje de explicación de las componentes			
Componentes	Lambda	% varianza explicada	% acumulado
1	12,87	47,67	47,67
2	7,01	25,98	73,65
3	3,30	12,21	85,86
4	2,72	10,08	95,94
5	0,39	1,46	97,40
6	0,29	1,06	98,46
7	0,20	0,74	99,21
8	0,11	0,39	99,60
9	0,04	0,15	99,75
10	0,03	0,12	99,87
11	0,02	0,08	99,95
12	0,01	0,03	99,99

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

A continuación en la Gráfico 3.82 se presenta la orientación de las variables sobre las dos componentes principales; del gráfico se destacan dos grupos bien definidos de variables clima en el primero están TEMP OUT, HI TEMP, LOW TEMP, WIND CHILL, HEAT INDEX, THW INDEX THWS INDEX y COOL D-D, mientras que en el segundo grupo están UV INDEX, UV DOSE, HI UV, HI SOLAR RAD, ET, SOLAR RAD y SOLAR ENERGY, de estos dos grupos se tomó

aquellas variables que más aportan explicación sobre la variable dependiente en la regresión y además presentaron un coeficiente de correlación lineal de Pearson significativo.

Gráfico 3.82 Componentes Principales



Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Correlación entre las variables dependientes y las variables independientes.

TABLA 3.48		
Correlación entre variables dependientes e independientes		
	SB	EE
TEMP OUT	0,194	0,231
HI TEMP	0,169	0,209
LOW TEMP	0,217	0,252
OUT HUM	0,577(**)	0,508(**)
DEW PT	0,480(**)	0,491(**)
WIND SPEED	-0,414(*)	-0,276
WIND RUN	-0,414(*)	-0,275
HI SPEED	-0,390(*)	-0,267
WIND CHILL	0,194	0,231
HEAT INDEX	0,228	0,262
THW INDEX	0,228	0,262
THSW INDEX	0,148	0,194
BAR	-0,014	-0,061
RAIN	0,663(**)	0,644(**)
RAIN RATE	0,602(**)	0,597(**)
SOLAR RAD	0,347(*)	0,381(*)
SOLAR ENERGY	-0,642(**)	-,539(**)
HI SOLAR RAD	-0,607(**)	-0,520(**)
UV INDEX	-0,517(**)	-0,469(**)
UV DOSE	-0,517(**)	-0,469(**)
HI UV	-0,489(**)	-0,451(**)
COOL D-D	0,194	0,231
IN TEMP	-0,673(**)	-0,662(**)
IN HUM	0,623(**)	0,551(**)
ET	-0,593(**)	-0,488(**)

()** La correlación es significativa al 1%

(*) La correlación es significativa al 5%

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

En base al Gráfico 3.82 de componentes principales y a la TABLA 3.48 de correlación lineal de Pearson, las variables que califican como independientes, por cumplir los respectivos supuestos de la regresión múltiple, son las siguientes:

RAIN

DEW PT

RAIN RATE

OUT HUM o IN HUM

WIND SPEED o WIND RUN

HI SPEED

IN TEMP

LAS VARIABLES MÁS IMPORTANTES DEL PRIMER GRUPO

LAS VARIABLES MÁS IMPORTANTES DEL SEGUNDO GRUPO

3.2.5. Obtención de los modelos

Modelo 1

En la TABLA 3.49 se presentan los coeficientes de las variables independientes HI TEMP, OUT HUM y DEW PT, que indican el cambio promedio en la variable dependiente EEA cuando se incrementa una unidad alguna de las variables independientes asumiendo que las otras variables permanecen constantes. Para establecer la significancia estadística de cada coeficiente dentro del modelo se calculó el estadístico (Est. t) y el valor p, se considera coeficientes significativos aquellos cuyo estadístico este fuera del intervalo $[-2,2]$ o también aquellos cuyo valor p sea menor a 0.05.

TABLA 3.49				
Modelo 1				
$Y = \text{EEA}$	Coeficientes	$\sigma_{\hat{\beta}}$	Est. t	Valor p
$\hat{\beta}_0$	290004.81	105893.71	2.74	0.010
HI TEMP	-13966.75	4741.23	-2.95	0.006
OUT HUM	-3069.25	1107.87	-2.77	0.010
DEW PT	14673.92	4855.16	3.02	0.005

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

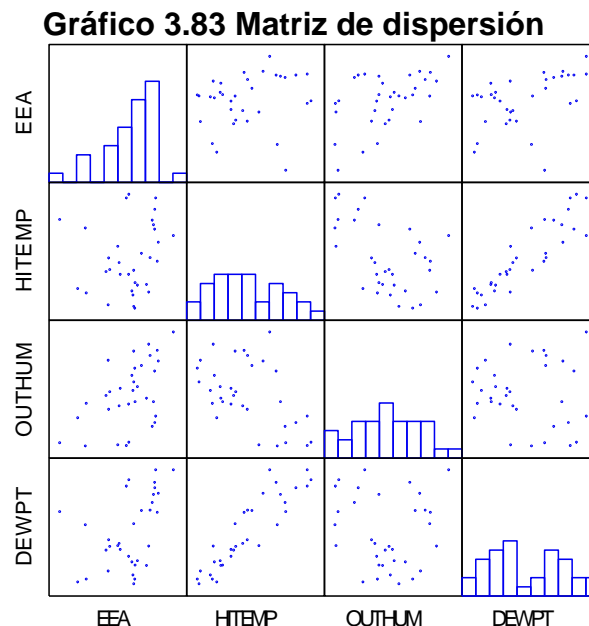
Correlación lineal de Pearson

A continuación en la TABLA 3.50 se presenta el coeficiente lineal de Pearson, el que permite cuantificar la asociación lineal entre la variable dependiente EEA y las variables independientes HI TEMP, OUT HUM y DEW PT,

TABLA 3.50			
Correlaciones entre la variable dependiente e independientes			
	HI TEMP	OUT HUM	DEW PT
EEA	0,18	0,51**	0,46**

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Adicionalmente en el Gráfico 3.83 se presenta visualmente las correlaciones entre todas las variables que intervienen en el modelo.



Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Anova

Para establecer la significancia global del modelo de regresión y verificar la influencia de al menos una de las variables independientes HI TEMP, OUT HUM y DEW PT sobre la variable dependiente EEA se construyó la tabla anova que incluye los grados de libertad (GI), las sumas cuadráticas (SC), medias cuadráticas (MC), estadístico (Est. F) y el valor p presentados a continuación, basados en el valor $p=0.00$ se rechaza la hipótesis nula y se concluye a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para afirmar que al menos una de las variables independientes explican la variable dependiente.

TABLA 3.51					
Anova de regresión					
Fuente	GI.	SC	MC	Est. F	Valor p
Regresión	3	10838349,94	3612783,31	15,73	0,00
Error	29	6661802,79	229717,34		
Total	32	17500152,73			

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Acerca del modelo

Para establecer el ajuste del modelo, se calculó el coeficiente R_a^2 y adicionalmente el coeficiente de Durbin Watson (D-W).

TABLA 3.52	
Estimadores	
R_a^2	0,58
D-W	1.38

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Modelo 2

En la TABLA 3.53 , se presentan los coeficientes de las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT, WIND SPEED, SOLAR ENERGY, UV INDEX que indican el cambio promedio en la variable dependiente SBA, cuando se incrementa una unidad alguna de las variables independientes asumiendo que las otras variables permanecen constantes. Para establecer la significancia estadística de cada coeficiente dentro del modelo se calculó el estadístico (Est. t) y la valor p, se considera coeficientes significativos aquellos cuyo estadístico este fuera del intervalo [-2,2] o también aquellos cuyo valor p sea menor a 0.05.

TABLA 3.53				
Modelo 2				
$Y = \text{SBA}$	Coeficientes	$\sigma_{\hat{\beta}}$	Est. t	Valor p
$\hat{\beta}_0$	248667.55	53780.20	4.62	0.000
HI TEMP	-12017.26	2476.09	-4.85	0.000
OUT HUHM	-2621.22	560.95	-4.67	0.000
DEWPT	12621.95	2536.31	4.98	0.000
WIND SPEED	-4980.59	1999.69	-2.49	0.019
SOLAR ENERGY	609.85	245.51	2.48	0.020
UV INDEX	-1204.88	464.27	-2.60	0.015

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

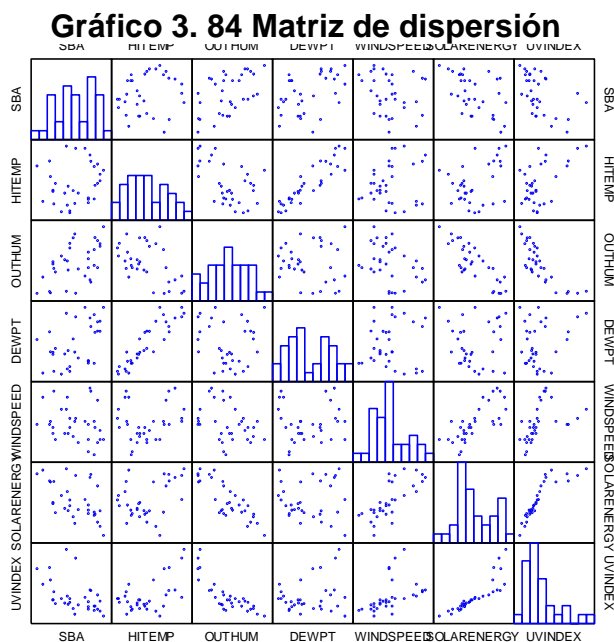
Correlación lineal de Pearson

A continuación en la TABLA 3.54 se presenta el coeficiente lineal de Pearson, el que permite cuantificar la asociación lineal entre la variable dependiente SBA y las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT, WIND SPEED, SOLAR ENERGY y UV INDEX.

TABLA 3.54 Correlaciones entre la variable dependiente e independientes						
	HI TEMP	OUT HUM	DEW PT	WIND SPEED	SOLAR ENERGY	UV INDEX
SBA	0.181	0,51(**)	0,45(**)	-0.23	-0,52(**)	-0.49(**)

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

Adicionalmente en el Gráfico 3.84 se presenta visualmente las correlaciones entre todas las variables que intervienen en el modelo.



Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

Anova

Para establecer la significancia global del modelo de regresión y verificar la influencia de las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT, WIND SPEED, UV INDEX y SOLAR ENERGY sobre la variable dependiente SBA se construyó la tabla anova que incluye los grados de libertad (GI), las sumas cuadráticas (SC), medias cuadráticas (MC), estadístico (Est. F) y el valor p, presentados a continuación, basados en el valor $p=0.00$ se rechaza la hipótesis nula y se concluye a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para afirmar que al menos una de las variables independientes explican la variable dependiente.

TABLA 3.55					
Anova de regresión					
Fuente	GI.	SC	MC	Est. F	Valor p
Regresión	6	5142334.13	857055.69	17.19	0.000
Error	26	1296284.05	49857.08		
Total	32	6438618.18			

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Acerca del modelo

Para establecer el ajuste del modelo, se calculó el coeficiente R_a^2 y adicionalmente el coeficiente de Durbin Watson (D-W).

TABLA 3.56	
Estimadores	
R_a^2	0.75
D-W	1.70

Modelo 3

En la TABLA 3.57 se presentan los coeficientes de las variables independientes WIND SPEED, HI SOLAR RAD, UV INDEX, HI UV, IN HUM y ET que indican el cambio promedio en la variable dependiente SBC, cuando se incrementa en una unidad una de las variables independientes mientras las otras no cambian. Para establecer la significancia estadística de cada coeficiente dentro del modelo se calculó el estadístico (Est. t) y el valor p, se considera coeficientes significativos aquellos cuyo estadístico este fuera del intervalo $[-2,2]$ o también aquellos cuyo valor p sea menor a 0.05.

TABLA 3.57				
Modelo 3				
$Y = \text{SBC}$	Coeficientes	$\sigma_{\hat{\beta}}$	Est. t	Valor p
$\hat{\beta}_0$	-8412.82	3642.98	-2.31	0.029
WIND SPEED	-7178.66	2120.93	-3.39	0.002
HI SOLAR RAD	-74.56	15.86	-4.70	0.000
UV INDEX	-31093.99	6178.81	-5.03	0.000
HI UV	23488.12	4532.66	5.18	0.000
IN HUM	161.26	49.22	3.28	0.003
ET	376022.43	69328.58	5.42	0.000

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Correlación lineal de Pearson

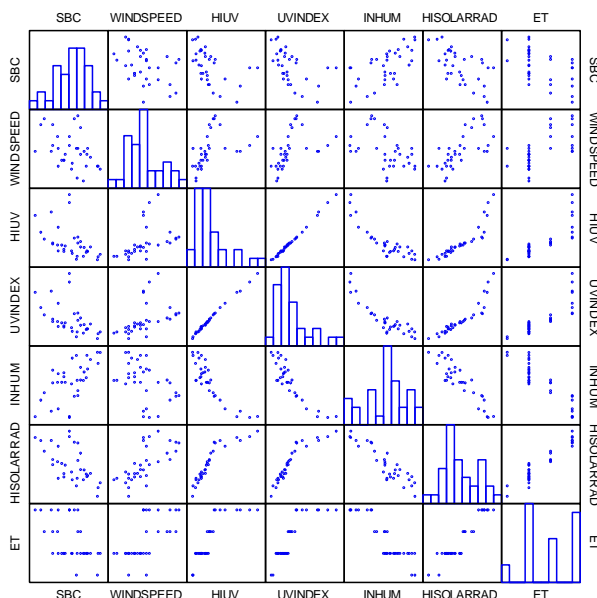
La TABLA 3.58 presenta el coeficiente lineal de Pearson, el que permite cuantificar la asociación lineal entre la variable dependiente SBC y las variables independientes WIND SPEED, HI SOLAR RAD, UV INDEX, HI UV, IN HUM y ET.

TABLA 3.58						
Correlaciones entre la variable dependiente e independientes						
	WIND SPEED	HI SOLAR RAD	UV INDEX	HI UV	IN HUM	ET
SBC	-0,41*	-0,61**	-0,52**	-0,49**	0,62**	-0,59**

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Adicionalmente en el Gráfico 3.85 se presenta visualmente las correlaciones entre todas las variables que intervienen en el modelo.

Gráfico 3.85 Matriz de dispersión



Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Anova

Para establecer la significancia global del modelo de regresión y verificar la influencia de las variables independientes WIND SPEED, HI SOLAR RAD, UV INDEX, HI UV, IN HUM y ET sobre la variable dependiente SBC se construyó la tabla anova que incluye los grados de libertad (Gl), las sumas cuadráticas (SC), medias cuadráticas (MC), estadístico (Est. F) y el valor p presentados a continuación, basados en el valor $p=0.00$ se rechaza la hipótesis nula y se concluye a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para afirmar que al menos una de las variables independientes explican el comportamiento de la variable dependiente.

TABLA 3.59					
Anova regresión					
Fuente	Gl.	SC	MC	Est. F	Valor p
Regresión	6	5412508,81	902084,80	13,04	0,00
Error	26	1798715,43	69181,36		
Total	32	7211224,24			

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Acerca del modelo

Para establecer el ajuste del modelo, se calculó el coeficiente R_a^2 y adicionalmente el coeficiente de Durbin Watson (D-W).

TABLA 3.60	
Estimadores	
R_a^2	0,69
D-W	1.40

Modelo 4

En la TABLA 3.61 se presentan los coeficientes de las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT y WIND RUN que indican el cambio promedio en la variable dependiente SBC , cuando se incrementa en una unidad una de las variables independientes asumiendo que las otras variables permanecen constantes. Para establecer la significancia estadística de cada coeficiente dentro del modelo se calculó el estadístico (Est. t) y el valor p, se considera coeficientes significativos aquellos cuyo estadístico este fuera del intervalo [-2,2] o también aquellos cuyo valor p sea menor a 0.05.

TABLA 3.61				
Modelo 4				
$Y = \text{SBC}$	Coeficientes	$\sigma_{\hat{\beta}}$	Est. t	Valor p
$\hat{\beta}_0$	168493.02	55401.60	3.04	0.005
HI TEMP	-8095.11	2477.18	-3.27	0.003
OUT HUM	-1771.69	579.35	-3.06	0.005
DEW PT	8543.31	2536.72	3.37	0.002
WIND RUN	-1228.41	448.53	-2.74	0.011

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Correlación lineal de Pearson

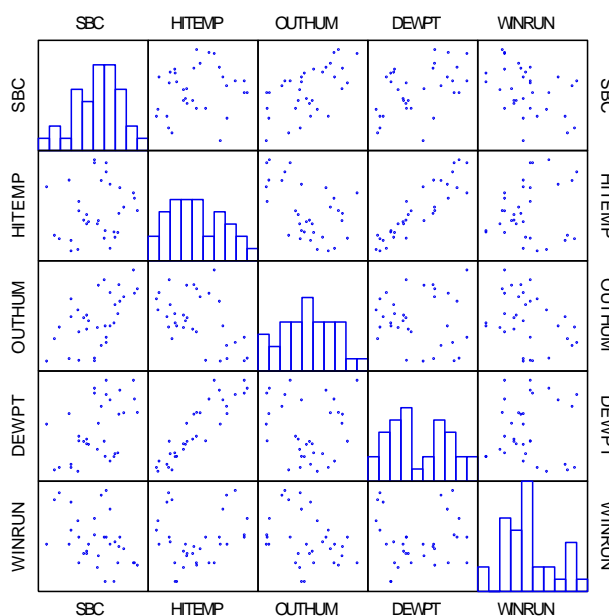
A continuación en la TABLA 3.62 se presenta el coeficiente lineal de Pearson, el que permite cuantificar la asociación lineal entre la variable dependiente SBC y las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT y WIND RUN.

TABLA 3.62 Correlaciones entre la variable dependiente e independientes				
	HI TEMP	OUT HUM	DEW PT	WIND RUN
SBC	0,17	0,58**	0,48**	-0,41*

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Adicionalmente en el Gráfico 3.86 se presenta visualmente las correlaciones entre todas las variables que intervienen en el modelo.

Gráfico 3.86 Matriz de dispersión



Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Anova

Para establecer la significancia global del modelo de regresión y verificar la influencia de las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT y WIND RUN sobre la variable dependiente SBC se construyó la tabla anova que incluye los grados de libertad (GI), las sumas cuadráticas (SC), medias cuadráticas (MC), estadístico (Est. F) y el valor p presentados a continuación, basados en el valor $p=0.00$ se rechaza la hipótesis nula y se concluye a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para afirmar que al menos una de las variables independientes explican la variable dependiente.

TABLA 3.63					
Anova regresión					
Fuente	GI.	SC	MC	Est. F	Valor p
Regresión	4	5462356,23	1365589,06	21,86	0,00
Error	28	1748868,01	62459,57		
Total	32	7211224,24			

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Acerca del modelo

Para establecer el porcentaje de explicación de las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT y WIND RUN sobre la variable dependiente SBC, se calculó el coeficiente R_a^2 y (D-W).

TABLA 3.64	
Estimadores	
R_a^2	0,72
D-W	1.38

Modelo 5

En la TABLA 3.65 se presentan los coeficientes de las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT y WIND SPEED que indican el cambio promedio en la variable dependiente SBC , cuando se incrementa en una unidad una de las variables independientes asumiendo que las otras variables permanecen constantes. Para establecer la significancia estadística de cada coeficiente dentro del modelo se calculó el estadístico (Est. t) y el valor p, se considera coeficientes significativos aquellos cuyo estadístico este fuera del intervalo [-2,2] o también aquellos cuyo valor p sea menor a 0.05.

TABLA 3.65				
Modelo 5				
$Y = \text{SBC}$	Coeficientes	$\sigma_{\hat{\beta}}$	Est. t	Valor p
$\hat{\beta}_0$	168204.90	55487.83	3.03	0.005
HI TEMP	-8082.56	2481.09	-3.26	0.003
OUT HUM	-1769.10	580.27	-3.05	0.005
DEW PT	8530.98	2540.73	3.36	0.002
WIND SPEED	-2218.87	816.64	-2.72	0.011

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

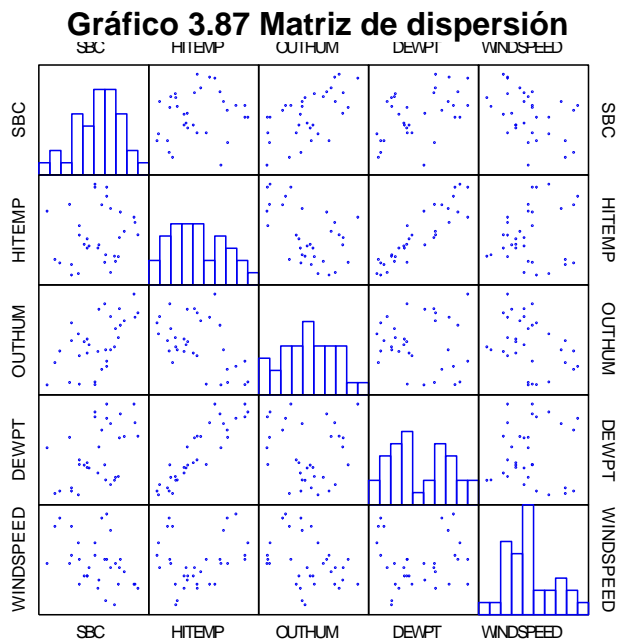
Correlación lineal de Pearson

En la TABLA 3.66 se presenta el coeficiente lineal de Pearson, el que permite cuantificar la asociación lineal entre la variable dependiente SBC y las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT y WIND SPEED.

TABLA 3.66				
Correlaciones entre la variable dependiente e independientes				
	HI TEMP	OUT HUM	DEW PT	WIND SPEED
SBC	0,17	0,58**	0,48**	-0,41*

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Adicionalmente en el Gráfico 3.87 se presenta visualmente las correlaciones entre todas las variables que intervienen en el modelo.



Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Anova

Para establecer la significancia global del modelo de regresión y verificar la influencia de las variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT y WIND SPEED sobre la variable dependiente SBC se construyó la tabla anova que incluye los grados de libertad (GI), las sumas cuadráticas (SC), medias cuadráticas (MC), estadístico (Est. F) y el valor p presentados a continuación, basados en el valor $p=0.00$ se rechaza la hipótesis nula y se concluye a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para afirmar que al menos una de las variables independientes explican el comportamiento de la variable dependiente.

TABLA 3.67					
Anova regresión					
Fuente	GI.	SC	MC	F	Valor p
Regresión	4	5456511,45	1364127,86	21,77	0,00
Error	28	1754712,80	62668,31		
Total	32	7211224,24			

Acercas del modelo

Para establecer el ajuste del modelo, se calculó el coeficiente R_a^2 y adicionalmente el coeficiente de Durbin Watson (D-W).

TABLA 3.68	
Estimadores	
R_a^2	0,72
D-W	

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Modelo 6 (observaciones con presencia de lluvia)

En la TABLA 3.69 se presentan los coeficientes de las variables independientes DEW PT, WIND SPEED, HI SPEED, RAIN, RAIN RATE, SOLAR ENERGY, HI UV y IN HUM que indican el cambio promedio en la variable dependiente SBC, cuando se incrementa en una unidad una de las variables independientes asumiendo que las otras variables permanecen constantes. Para establecer la significancia estadística de cada coeficiente dentro del modelo se calculó el estadístico (Est. t) y el valor p, se considera coeficientes significativos aquellos cuyo estadístico este fuera del intervalo $[-2,2]$ o también aquellos cuya valor p sea menor a 0.05.

TABLA 3.69				
Modelo 6				
$Y = \text{SBC}$	Coeficientes	$\sigma_{\hat{\beta}}$	Est. t	Valor p
$\hat{\beta}_0$	2872	3577,27	7,88	0,000
DEW PT	-258	51,39	-5,03	0,001
WIND SPEED	17598	1776,60	9,91	0,000
HI SPEED	-8445	607,92	-13,89	0,000
RAIN	61656	8,88	6,94	0,000
RAIN RATE	-27	3,65	-7,49	0,000
SOLAR ENERGY	-944	160,18	-5,89	0,000
HI UV	2345	508,43	4,61	0,001
IN HUM	-192	32,21	-5,97	0,000

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

Correlación lineal de Pearson

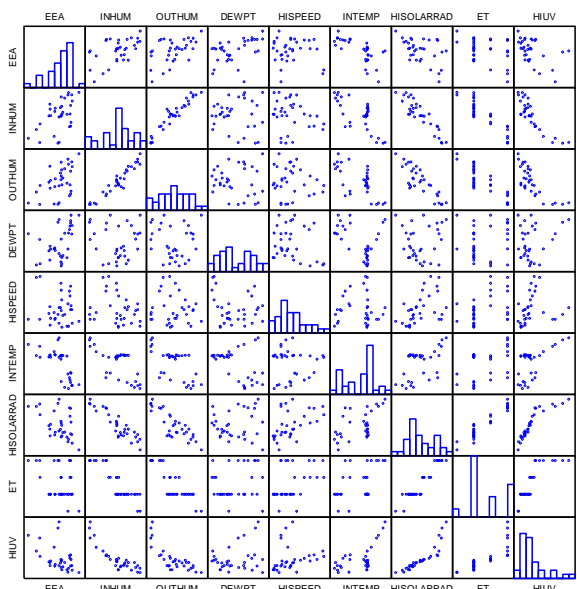
En la TABLA 3.70 se presenta el coeficiente lineal de Pearson, el que permite cuantificar la asociación lineal entre la variable dependiente SBC y las variables independientes DEW PT, WIND SPEED, HI SPEED, RAIN, RAIN RATE, SOLAR ENERGY, HI UV, IN HUM, de esta información se observa correlación positiva muy significativa entre la variable dependiente SBC frente a las variables DEW PT, RAIN, RAIN RATE, IN HUM; correlación negativa y muy significativa frente a las variables SOLAR ENERGY, HI UV; correlación negativa significativa frente a la variable WIND SPEED, HI SPEED.

TABLA 3.70	
Correlaciones entre la variable dependiente e independientes	
	SBC
DEW PT	0,48**
WIND SPEED	-0,41*
HI SPEED	-0,39*
RAIN	0,60**
RAIN RATE	0,35**
SOLAR ENERGY	-0,64**
HI UV	-0,49**
IN HUM	0,62**

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Adicionalmente en el Gráfico 3.88 se presenta visualmente las correlaciones entre todas las variables que intervienen en el modelo.

Gráfico 3.88 matriz de dispersión



Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Anova

Para establecer la significancia global del modelo de regresión y verificar la influencia de las variables independientes DEW PT, WIND SPEED, HI SPEED, RAIN, RAIN RATE, SOLAR ENERGY, HI UV y IN HUM sobre la variable dependiente SBC se construyó la tabla anova que incluye los grados de libertad (GI), las sumas cuadráticas (SC), medias cuadráticas (MC), estadístico (Est. F) y el valor p presentados a continuación, basados en el valor $p=0.00$ se rechaza la hipótesis nula y se concluye a un nivel de significancia del 5% que existe evidencia estadística para afirmar que al menos una de las variables independientes explican la variable dependiente.

TABLA 3.71					
Anova regresión					
Fuente	Gl.	SC	MC	Est. F	Valor p
Regresión	8	4011728,06	501466,01	185,10	0,00
Error	9	24383,05	2709,23		
Total	17	4036111,11			

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Acerca del modelo

Para establecer el porcentaje de explicación de las variables independientes DEW PT, WIND SPEED, HI SPEED, RAIN, RAIN RATE, SOLAR ENERGY, HI UV y IN HUM sobre la variable dependiente SBC, se calculó el coeficiente R^2 y R_a^2 .

TABLA 3.72	
Estimadores	
R_a^2	0,99
D-W	2.74

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

3.2.6. Selección de modelos

Se seleccionó únicamente 2 modelos, uno que permita explicar la variable SB y el otro que explique a la variable EE.

Los criterios para seleccionar estos modelos fueron el porcentaje de explicación (R_a^2) que aporten las variables independientes y adicionalmente las mejores predicciones para la variable dependiente.

Modelo para explicar la variable SB

TABLA 3.73												
Modelo para explicar SB												
R_a^2	$Y =$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1 X_1$		$\hat{\beta}_2 X_2$		$\hat{\beta}_3 X_3$		$\hat{\beta}_4 X_4$		$\hat{\beta}_5 X_5$	
75%	SBA	24866	-12017	HI TEMP	-2621	OUT HUM	12621	DEW PT	-4900	WIND SPEED	SOLAR ENERGY	609

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

Modelo para explicar la variable EE

TABLA 3.74								
Modelo para explicar EE								
R_a^2	$Y =$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1 X_1$		$\hat{\beta}_2 X_2$		$\hat{\beta}_3 X_3$	
58%	EEA	290004	-13966	HI TEMP	-3069	OUT HUM	14673	DEW PT

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

3.2.7. Predicciones

Para realizar las respectivas predicciones de las variables relacionadas a la enfermedad (SB, EE) se procedió a conseguir los registros reales de estas variables obtenidas en el campo para compararlas con las estimaciones y además se obtuvo los registros climáticos ambos registros corresponde a los meses de Enero Febrero y Marzo de 2006.

Predicciones para la variable SB

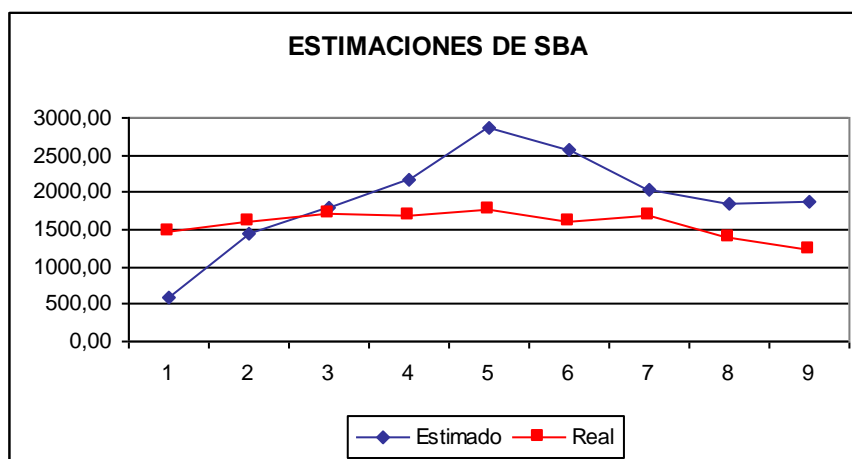
En la TABLA 3.75 se presentan las estimaciones para la variable SBC en función de las variables climáticas HI TEMP, OUT HUM, DEW PT y WIND RUN, en la primera columna (Dif.) se presenta el porcentaje que difiere el valor real del estimado.

	Y	$\hat{Y} =$	$\hat{\beta}_1 X_1$	$\hat{\beta}_2 X_2$	$\hat{\beta}_3 X_3$	$\hat{\beta}_4 X_4$	$\hat{\beta}_5 X_5$	$\hat{\beta}_6 X_6$
Dif(%)	SBA REAL	SBA ESTIMADO	HI TEMP	OUT HUM	DEW PT	WIND SPEED	SOLAR ENERGY	UV INDEX
59%	1460	595.44	27.39	78.93	22.85	0.62	7.42	1.57
10%	1600	1434.95	27.97	79.58	23.61	0.56	6.88	1.60
4%	1720	1783.57	27.70	81.64	23.82	0.53	6.38	1.54
28%	1700	2170.29	27.54	83.95	24.17	0.52	6.32	1.55
62%	1760	2854.58	27.23	86.54	24.47	0.51	6.46	1.64
60%	1600	2558.24	27.31	86.19	24.46	0.54	6.90	1.85
21%	1680	2037.29	27.55	85.58	24.55	0.60	7.57	2.24
35%	1380	1860.15	27.62	85.61	24.63	0.59	7.25	2.33
51%	1240	1873.96	27.91	84.81	24.73	0.60	7.68	2.42

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

Las respectivas estimaciones se presentan en el GRÁFICO 3.89 mostrado a continuación.

Gráfico 3.89 Estimaciones de SBA

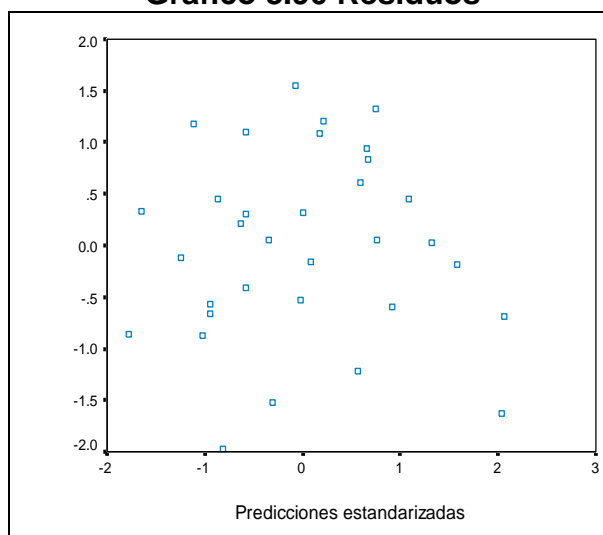


Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

Análisis de los residuos

Para chequear si se verifican las hipótesis del modelo de regresión seleccionado se procedió a realizar el análisis de los residuos. Por ello, a continuación se presentan en el Gráfico 3.90 los valores de las predicciones estandarizadas frente a los residuos estandarizados, en el cual se observa que no hay tendencias ni patrones en los residuos.

Gráfico 3.90 Residuos



Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Adicionalmente para probar el supuesto de Normalidad se realizó la prueba de K-S, estos valores son presentados en la TABLA 3.76, y según el valor p hay evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula que propone normalidad en los residuos.

TABLA 3.76				
Prueba de Normalidad				
	Media	Desviación Est.	Est. K-S	Valor p
Residuos	0,00	456,27	0,79	0,56

Predicciones para la variable EE

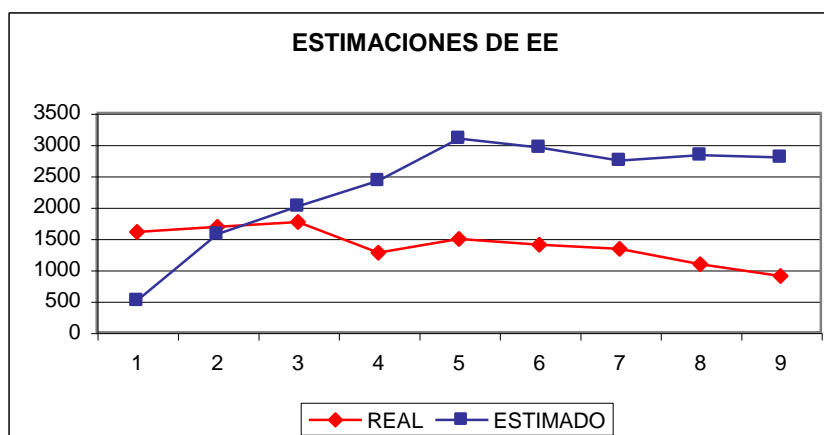
En la TABLA 3.77 se presentan las estimaciones para la variable EE en función de las variables climáticas HI TEMP, OUT HUM y DEW PT en la primera columna (Dif.) se presenta el porcentaje que difiere el valor real del estimado.

		Y	$\hat{Y} =$	$\hat{\beta}_1 X_1$	$\hat{\beta}_2 X_2$	$\hat{\beta}_3 X_3$
Dif. (%)	Fecha	EEA Real	EE Estimado	HI TEMP	OUT HUM	DEW PT
69%	20-01-06	1602	502,91	27,39	78,93	22,85
7%	28-01-06	1682	1566,09	27,97	79,58	23,61
14%	02-02-06	1761	2011,68	27,70	81,64	23,82
90%	10-02-06	1269	2417,02	27,54	83,95	24,17
107%	17-02-06	1490	3090,84	27,23	86,54	24,47
111%	24-02-06	1396	2949,19	27,31	86,19	24,46
106%	03-03-06	1332	2737,27	27,55	85,58	24,55
160%	11-03-06	1088	2827,99	27,62	85,61	24,63
210%	17-03-06	900	2792,34	27,91	84,81	24,73

Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

Las respectivas estimaciones se presentan en el GRÁFICO 3.90 mostrado a continuación.

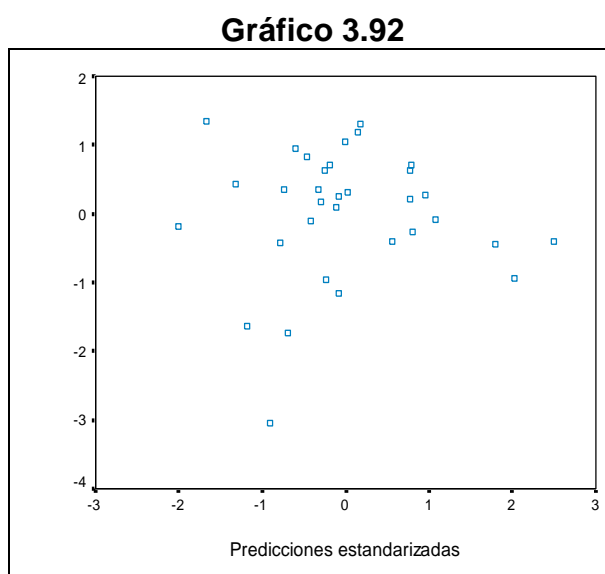
Gráfico 3.91 Estimaciones de EE



Elaboración: M. Choez, Fuente: CIBE -ESPOL

Análisis de los residuos

Para verificar las hipótesis del modelo de regresión seleccionado se procedió a realizar el análisis de los residuos. Por ello, a continuación se presentan en el Gráfico 3.92 los valores de las predicciones estandarizadas frente a los residuos estandarizados, en el cual se observa que no hay tendencias ni patrones en los residuos.



Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

Adicionalmente para probar el supuesto de Normalidad se realizó la prueba de K-S, estos valores son presentados en la TABLA 3.78, y según el valor p hay evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula que propone normalidad en los residuos.

TABLA 3.78				
Prueba de Normalidad				
	Media	Desviación Est.	Est. K-S	Valor p
Residuos	0,00	456,27	0,79	0,56

Elaboración: M. Choez, **Fuente:** CIBE -ESPOL

CAPÍTULO 4

1. Conclusiones y Recomendaciones

1.1. Conclusiones

1.1.1. De acuerdo al análisis estadístico realizado, el desarrollo de *Mycosphaerella fijiensis* agente causal de la Sigatoka negra está fuertemente ligado a las condiciones climáticas.

1.1.2. Modelo regresion, estimativo

1.1.3. Modelo regresivo predictivo

1.1.4. Al comparar las medias (Anova) de las respectivas variables relacionadas al desarrollo de la Sigatoka negra entre los lotes A, B, C se determinó, que existe evidencia estadística para sostener que las medias entre lotes son iguales según la TABLAXLVI.

1.1.5. Al comparar las distribuciones de las variables relacionadas al desarrollo de la Sigatoka negra entre los lotes A, B, C se determinó, que son estadísticamente similares según la TABLAXLVII.

1.1.6. Existe mayor correlación entre las variables relacionadas al desarrollo de la Sigatoka negra y los promedios acumulados de las variables climáticas de tres semanas previas y consecutivas a la evaluación de la enfermedad.

1.1.7. Resultó útil aplicar la técnica de componentes principales pues se logró explicar 73.65% de la variación total de todas las variables climáticas con las dos primeras componentes, lo que permitió una

mejor selección de las variables independientes en el modelo de regresión.

1.1.8. En base al análisis de componentes principales (figura 3.82) se detectó dos grupos de variables climáticas el primero formado por TEMP OUT, HI TEMP, LOW TEMP, WIND CHILL, HEAT INDEX, THW INDEX THWS INDEX y COOL D-D que corresponden a variables relacionadas a la temperatura a las que están expuestas las plantas de banano, el segundo formado por UV INDEX, UV DOSE, HI UV, HI SOLAR RAD, ET, SOLAR RAD y SOLAR ENERGY que corresponden a variables relacionadas con el calor al que están expuestas las plantas de banano.

1.1.9. Los modelos resultantes dependen en gran parte de la calidad de datos que se dispone, pues por más perfecta que sea la metodología empleada si los datos no son los óptimos, los resultados no serán consistentes.

1.1.10. De los dos objetivos para el cual se construye un modelo de regresión, solo el estimativo resultó útil pues ayudó a cuantificar la relación entre la variable relacionada al desarrollo de la Sigatoka negra y las variables climáticas

1.1.11. El objetivo predictivo no resultó aplicable pues al realizar las estimaciones y comparar con el valor real se observa que difieren en gran manera.

- 1.1.12. El uso regresión múltiple permitió obtener seis modelos, los que resultan muy congruentes con la realidad que se experimenta en el campo referente a la influencia de las variables climáticas.
- 1.1.13. El modelo que mayor explicación aportó según el coeficiente R_a^2 fue aquel cuya variable dependiente es SB y variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT, WIND SPEED, UV INDEX y SOLAR ENERGY, el mismo que se ajusta un 75%
- 1.1.14. El segundo modelo con mayor explicación según el coeficiente R_a^2 fue aquel cuya variable dependiente es EE y variables independientes HI TEMP, OUT HUM, DEW PT el mismo que se ajusta un 58% según el coeficiente R_a^2 .
- 1.1.15. La sensibilidad de los estimadores de cada parámetro en los respectivos modelos provocaron que las predicciones estén alejados de los valores reales de las variable relacionadas a la enfermedad.

1.2. Recomendaciones

1.2.1. Es imprescindible continuar trabajos de investigación en esta temática, pues existen muchas otras técnicas y métodos estadísticos que podrían ser utilizados para pronosticar estadísticamente el desarrollo de la Sigatoka negra.

1.2.2. Continuar con estudios que permitan descubrir otros factores que influyan en el cultivo de banano para controlar la Sigatoka negra.

1.2.3. Realizar diseños experimentales que garanticen que las zonas en las que se evalúa los síntomas de la Sigatoka negra sean representativos en cada lote de la bananera.

1.2.4. Utilizar un mayor número de plantas de bananos al evaluar el desarrollo de la Sigatoka negra para la obtención de variables preaviso con menor dispersión posible, aunque esto incurra en costos.

- 1.2.5. Utilizar mayor número de observaciones, es decir, registrar más evaluaciones semanales de la Sigatoka negra y registros climáticos durante un período de tiempo más extenso.
- 1.2.6. Realizar el mismo tipo de estudio en época lluviosa, pues esto ayudaría a encontrar otras variables climáticas que influyen el desarrollo de la Sigatoka negra en presencia de lluvia.
- 1.2.7. Utilizar los modelos obtenidos para conocer todas las variables que estadísticamente se demostró influyen en la Sigatoka negra y encontrar la explicación biológica para tomar decisiones en el control de la enfermedad.
- 1.2.8. Combinar el uso de regresión múltiple con otra técnica estadística, lo cual permitirá obtener mejores modelos para usarlos en la predicción de las variables de preaviso biológico.

BIBLIOGRAFÍA

Daniells, Jeff, 2001; Diversity in genus Musa; Internacional Plant Genetic Resources Institute; Francia.

Freud, John; 2000; "Estadística Matemática"; Con aplicaciones; Pearson Educación; Mexico.

Martínez, Ciro; 2002; "Estadística y Muestreo"; Ecoe Ediciones; Colombia.

Mendicoa, Gloria; 2003; "Sobre Tesis y Tesistas"; Lecciones de enseñanza y aprendizaje; Espacio Editorial; Ecuador.

Ojeda G; 2000; Evaluating bananas: A global partnership, Internacional Plant Genetic Resources Institute; México.

Páginas Web:

Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador;
<http://www.cibe.espol.edu.ec> , Julio 2006 (última visita)

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador;
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/banano.pdf#search=%22areas%20bananeras%22 ; Agosto 2006 (última visita).

Sitio Web Universidad del Zulia, "Estudio preliminar de vigilancia y pronóstico para la Sigatoka negra en el cultivo de plátano en Macagua-Jurimiquire, estado Yaracuy";

http://www2.bvs.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000400002&lng=pt&nrm=iso , Mayo 2006(última visita)
