

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**CARACTERIZACIÓN DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA A
TRAVÉS DEL ÍNDICE SPI EN LA REGIÓN DEL CHACO
TARIJEÑO**

Por:

RAUL JAVIER GUTIERREZ PEREZ

Tesis presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Agronomía.

JUNIO, 2019
TARIJA - BOLIVIA

V°B°

.....
MSc. Ing. Edwin Fernando Hiza Sánchez
DOCENTE GUÍA

.....
MSc. Ing. Sebastian Ramos Mejia
DECANO a.i.
FACULTAD CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
MSc. Ing. Sebastian Ramos Mejia
VICEDECANO a.i.
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
MSc. Ing. Milton Javier Caba Olguín
TRIBUNAL

.....
MSc. Ing. Henry Valdez Huanca
TRIBUNAL

.....
Ing. Daisy Orozco Espíndola
TRIBUNAL

El Tribunal Calificador del presente Trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas, siendo la misma únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

A Dios:

Por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

A mis PADRES:

Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a sus consejos, por el AMOR que siempre me han brindado.

A mi Madre en su Memoria.

A mi esposa Rosmery por estar a mi lado en los buenos y malos momentos, mis hijos Luis Fernando y Xavier Francisco, razón de mi ser y sentido en la vida, ojalá pueda servirles de ejemplo para su superación en la esperanza de que verán un mundo mejor.

AGRADECIMIENTOS:

Un agradecimiento especial al Ing. Edwin Hiza por el apoyo y tiempo dedicado en la realización de este trabajo.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Regional Tarija que sin ellos no sería posible la realización de este trabajo.

A mi amigo Javier, por su apoyo incondicional.

PENSAMIENTO:

“Nunca dejes que tus miedos ocupen el lugar de tus sueños, recuerda siempre que tu situación actual, no es tu destino final. Lo mejor está por

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

Página

Introducción	1
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3

PARTE I

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

1.1	Definición de Sequia	4
1.2	Clases de Sequia.....	8
1.3	Variables útiles en el Análisis de Sequia	11
1.4	Causas comunes en el Déficit de Agua	14
1.5	La Vulnerabilidad frente al riesgo de Sequía	16
1.6	Algunas consideraciones sobre los Índices de Sequía	22
1.7	Características de los Eventos de Sequía	27
1.8	Índices de Sequía.....	30
1.8.1	Porcentaje de la Normal	31
1.8.2	Deciles	32

	Página
1.8.3 Índice de Precipitación Estandarizado (SPI)	34
1.8.4 Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI)	39
1.9 Análisis Estadístico utilizado en la descripción de sequía	49
1.9.1 Medidas de tendencia central	49
1.9.2 Medidas de dispersión	50
1.9.3 Medidas de posición	52
1.9.4 Curvas de frecuencia	52
1.9.4.1 Distribución de Laplace-Gauss o Ley Normal	54
1.9.4.2 Distribución Gamma	56

PARTE II

MATERIALES Y METODOLOGÍA

2.1 Descripción del área de estudio	58
2.1.1 División fisiográfica	59
2.1.1.1 Llanura chaqueña	59
2.1.2 Clima	61
2.1.2.1 Variabilidad espacio temporal de la precipitación	61
2.2 Descripción de la red de estaciones	62
2.3 Análisis de datos meteorológicos	63
2.3.1 Selección de estaciones	63
2.3.2 Análisis de la información	64
2.3.2.1 Detección de datos faltantes	64

	Página
2.3.2.2 Estadística descriptiva básica	64
2.3.2.3 Verificación de la homogeneidad de la serie	65
2.4 Metodología	65
2.4.1 Calculo de los periodos de precipitación a partir de datos mensuales .	65
2.4.2 Procesamiento de datos para la obtención de SPI	66
2.4.3 Categorización de la intensidad del índice de precipitación (SPI).....	68
2.4.4 Caracterización de la sequía meteorológica	68
2.4.4.1 Duración	68
2.4.4.2 Eventos	68
2.4.4.3 Frecuencia	69
2.4.4.4 Magnitud	70
2.4.5 Identificación de sequias regionales.....	71

PARTE III

RESULTADOS

3.1 Análisis del Índice de precipitación estandarizado (SPI).....	73
3.1.1 Índice de precipitación estandarizada trimestral (SPI-3)	73
3.1.2 Índice de precipitación estandarizada Anual (SPI-12).....	80
3.2 Caracterización de la sequía meteorológica	86
3.2.1 Duración	86
3.2.2 Eventos	91
3.2.3 Frecuencia	92

	Página
3.2.4 Magnitud	93
3.3 Identificación de sequías regionales.....	94

PARTE IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	111
4.2 Recomendaciones.....	113

BIBLIOGRAFÍA.....	114
--------------------------	------------

ANEXO

Anexo 1 Gráficas de SPI en escalas temporales 1-6-9-24 meses.....	102
A Gráficas SPI 1 mes	102
B Gráficas SPI 6 meses.....	105
C Gráficas SPI 9 meses.....	108
D Gráficas SPI 24 meses.....	111
Anexo 2 Número de eventos, duración total y probabilidad de ocurrencia	114
A SPI 1	114
B SPI 6	115
C SPI 9	116
D SPI 24	117

Página

Anexo 3 Frecuencia Relativa (%) de sequías en diversas escalas temporales .	118
Anexo 4 Magnitud de 10 eventos máximos, para diferentes agrupaciones	120
A SPI 1	120
B SPI 6	120
C SPI 9	121
D SPI 24	121
Anexo 5 Matrices de correlación, en diferentes escalas temporales	122
A SPI 1	122
B SPI 6	122
C SPI 9	122
D SPI 24	123

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura nº 1 Ciclo de la gerencia de peligro de sequía	20
Figura nº 2 Parámetros fundamentales de los eventos de sequía	27
Figura nº 3 Curva de distribución Normal de probabilidades.....	54
Figura nº 4 Distribución Gamma	56
Figura nº 5 Ubicación de la provincia Gran Chaco.....	58
Figura nº 6 Régimen pluviométrico en la provincia Gran Chaco	62
Figura nº 7 Ubicación de las estaciones del SENAMHI.....	63
Figura nº 8 Esquema de un evento de sequía	69
Figura nº 9 SPI-3 Estación Aguaraycito	73
Figura nº 10 SPI 3 Estación Algarrobillas	74
Figura nº 11 SPI 3 Estación Palmar Grande	75
Figura nº 12 SPI 3 Estación Palos Blancos	76
Figura nº 13 SPI 3 Estación Sachapera	77
Figura nº 14 SPI 3 Estación Villa Montes	78
Figura nº 15 SPI 3 Estación Yacuiba	79
Figura nº 16 SPI 12 Estación Aguaraycito.....	80
Figura nº 17 SPI 12 Estación Algarrobillas	81
Figura nº 18 SPI 12 Estación Palmar Grande	82
Figura nº 19 SPI 12 Estación Palos Blancos	83
Figura nº 20 SPI 12 Estación Sachapera	84

	Página
Figura nº 21 SPI 12 Estación Villa Montes	85
Figura nº 22 SPI 12 Estación Yacuiba	86
Figura nº 23 Frecuencia relativa (%) de sequias, escala SPI 3	92
Figura nº24 frecuencia Relativa (%) de sequias, escala SPI 12	92

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla nº 1 Secuencia de sucesos de sequía y sus efectos para tipos de Sequias comúnmente aceptadas	10
Tabla nº 2 Clasificación de la precipitación según el índice Porcentual de la Normal	31
Tabla nº 3 Clasificación de la precipitación según el índice deciles.....	33
Tabla nº 4 Clasificación del Índice de Precipitación Estandarizada por Categorías y su probabilidad de ocurrencia	38
Tabla nº 5 Clasificación de los periodos secos y húmedos según PDSI	47
Tabla nº 6 Red de estaciones meteorológicas en la provincia Gran Chaco ..	62
Tabla nº 7 Intervalos de cambio U para que el registro sea homogéneo	65
Tabla nº 8 Procedimiento para el cálculo para obtener SPI	66
Tabla nº 9 Magnitud de la sequía	71
Tabla nº 10 Interpretación del Coeficiente de Correlación	71
Tabla nº 11 Resultado del número de eventos, duración total y Probabilidad de ocurrencia en la escala SPI 3.....	88

Tabla nº 12	Resultado del número de eventos, duración total y	
	Probabilidad de ocurrencia en la escala SPI 12.....	90
Tabla nº 13	Frecuencia de ocurrencia (%), de diferentes tipos de sequías,	
	Escala trimestral (SPI-3)	92
Tabla nº 14	Frecuencia de ocurrencia (%), de diferentes tipos de sequías,	
	Escala trimestral (SPI-12)	93
Tabla nº 15	Magnitud de eventos máximos (SPI-3) en la región del chaco ..	94
Tabla nº 16	Magnitud de eventos máximos (SPI-12) en la región del chaco	94
Tabla nº 17	Matriz de correlación en la escala temporal de 3 meses.....	95
Tabla nº 18	Matriz de correlación en la escala temporal de 12 meses.....	95