

3.4 CLIMA

El clima se entiende como resultado de la interacción de un conjunto de variables y condiciones atmosféricas, tales como Temperatura, Precipitación, Vientos, Humedad Relativa, Brillo solar y Evaporación, que se presentan típicamente en una región a lo largo de varios años.

La importancia del clima es tan elevada y alcanza tantos aspectos de la vida humana, que su consideración resulta imprescindible en los estudios de Ordenamiento Territorial.

Del comportamiento climático dependen directamente aspectos como los tipos de vegetación, distribución de fauna, desarrollo de cultivos, condiciones de los suelos, cantidad y calidad de agua superficial e incluso, adaptabilidad y distribución de grupos humanos, sus costumbres, vivienda y comportamiento regional.

En la mayoría de casos, el clima es una condición regional predominante, independiente e inmodificable, sin embargo, últimamente la acción del hombre ha sido tan devastadora, que sus impactos han ido modificando el comportamiento climático regional, e incluso global, con fenómenos tan conocidos, como el calentamiento global, el efecto invernadero, las inversiones térmicas y las lluvias ácidas, entre otros.

El estudio del clima para el municipio de Boyacá, se aborda como el análisis del comportamiento de las 6 variables climáticas citadas al inicio del capítulo, durante los últimos 20 años.

Para el estudio y análisis de éste componente se siguió la siguiente metodología:

En primer lugar se tomó el registro de datos mensual (a partir del año 1980) de Precipitación, Temperatura, Recorrido del viento, Humedad relativa, Brillo solar y Evaporación, para las estaciones climatológicas del IDEAM ubicadas en los municipios de Nuevo Colón, Ramiriquí y Jenesano.

Posteriormente, se promedia con los datos de registros, con el fin de obtener la distribución mensual Plurianual de cada variable, graficarlos, hacer el análisis individual respectivo e interrelacionar las variables para concluir sobre la incidencia particular y asociada de éstas sobre los demás componentes del medio físico.

En la Tabla No. 50 y gráficas adjuntas se consignan los datos promedios mensuales de los últimos 20 años, a partir de los cuales se deduce el comportamiento climático del área del municipio de Boyacá.

TABLA No. 50
DATOS DE VARIABLES CLIMATICAS (1980 - 1999)

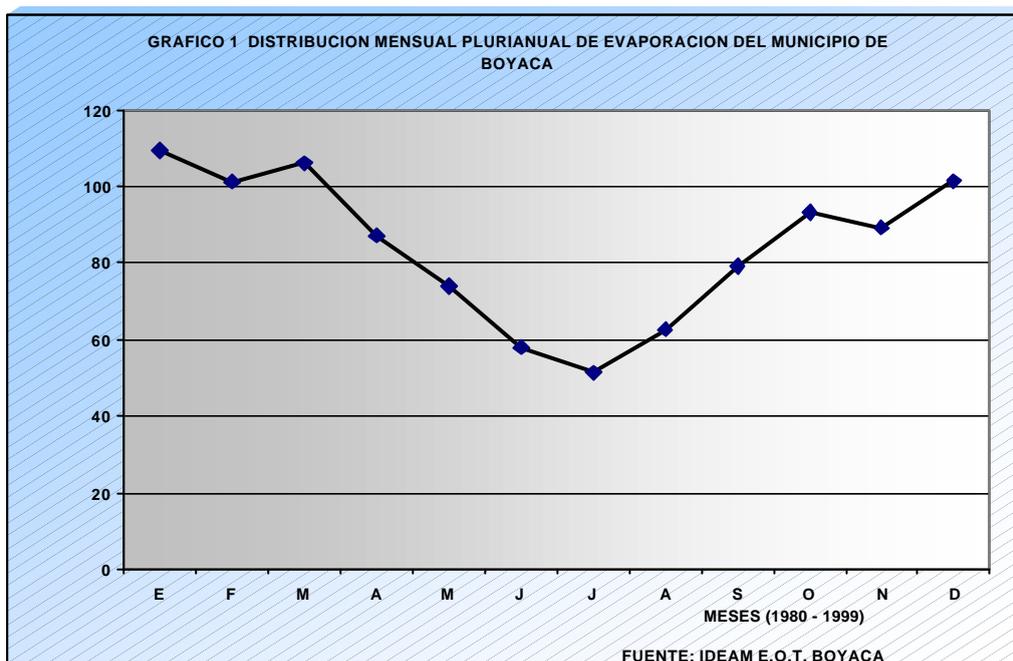
VARIABLE	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EVAPORACION	109.4	101.2	106.2	87	73.9	58	51.5	62.7	79.2	93.2	89.3	101.4
TEMPERATURA	14.8	14.9	15.2	15.1	14.7	13.8	13	13.3	13.8	14.4	14.8	14.6
HUMEDAD RELATIVA	77	77	77	81	84	86	87	86	83	82	81	79
BRILLO SOLAR	203.3	163.4	152.9	110.3	98.8	83	84.8	99.1	119.5	137.5	150.5	149.1
RECORRIDO DEL VIENTO	2177	1983	2181	1819	1666	1616	1789	1953	2043	2076	1991	2008
PRECIPITACION	16.3	32.3	52.4	82	112	116.5	136	97.8	71.2	96.6	67.3	30.6

FUENTE: IDEAM E.O.T. MUNICIPIO DE BOYACA.

3.4.1 SINTESIS CLIMATICA POR VARIABLES

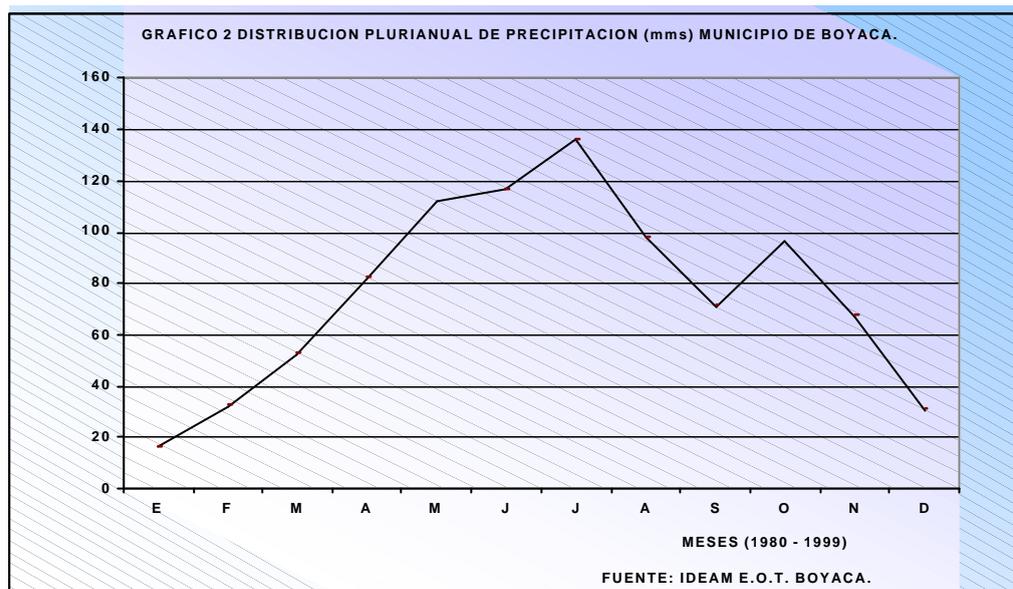
3.4.1.1 Evaporación

Se define como la cantidad de agua evaporada por unidad de tiempo y de superficie libre del líquido, se mide en (mm). Para el municipio de Boyacá, se tiene que los valores más elevados se dan en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo con 109mm/mes, los más bajos en Junio, Julio y Agosto, con valores entre 51 y 62mm/mes. El resto del año presenta oscilaciones entre 60 y 100mm/mes. (Gráfico No. 1, Tabla No, 50)



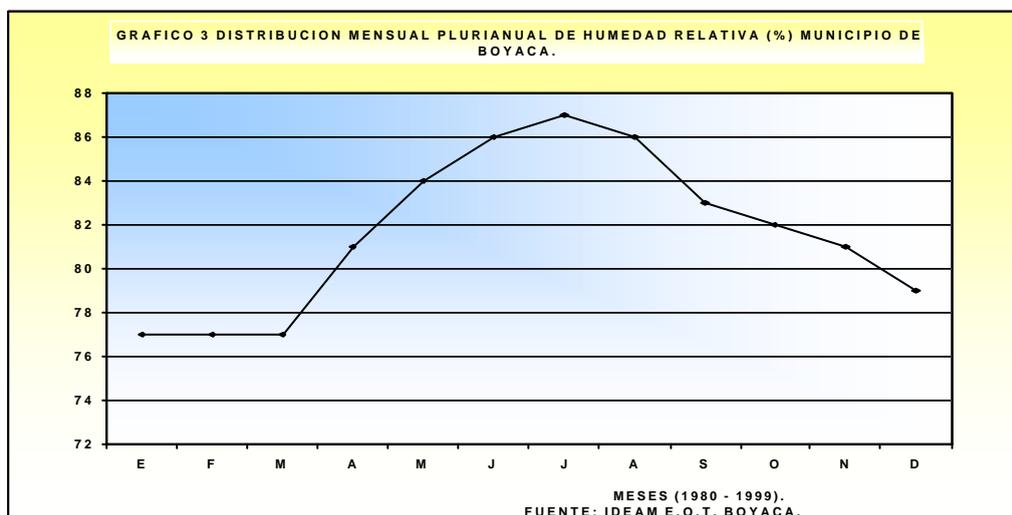
3.4.1.2 Precipitación

Corresponde a la cantidad de agua, tanto en forma líquida como sólida, que cae sobre la superficie de la tierra y se mide en milímetros (mm). El municipio de Boyacá presenta dos topos de precipitación a lo largo del año (Régimen bimodal de lluvias), uno entre Abril y Julio con un máximo de 136mm., y otro de menor magnitud en Octubre y Noviembre con 96.6 mm. En el resto del año, encontramos valores que oscilan entre 16 y 82mm. (Gráfico No. 2, Tabla No. 50)



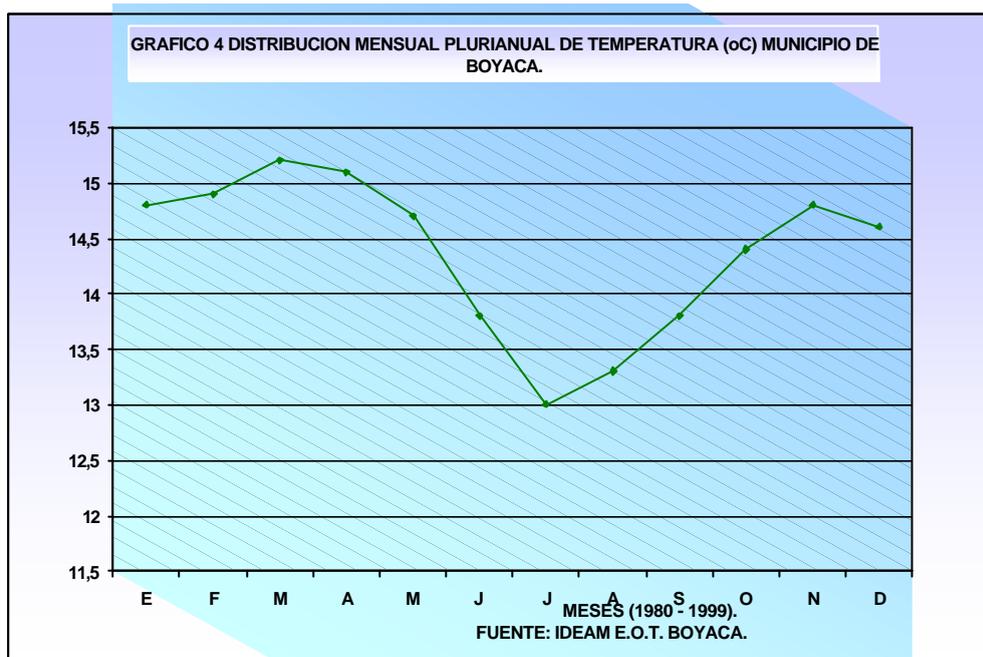
3.4.1.3 Humedad Relativa

La humedad atmosférica es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire. Humedad relativa se asume como la relación expresada en porcentaje (%), entre la tensión real del vapor de agua y la tensión de saturación a la misma temperatura. El área del municipio en general, presenta media y baja humedad relativa con valores que oscilan entre 77 y 84mm., en 8 meses del año. Los máximos valores se dan en los meses de Mayo y Agosto, coincidiendo con la primera época de lluvias, presentando valores máximos de 87mm. (Gráfico No. 3, Tabla No. 50).



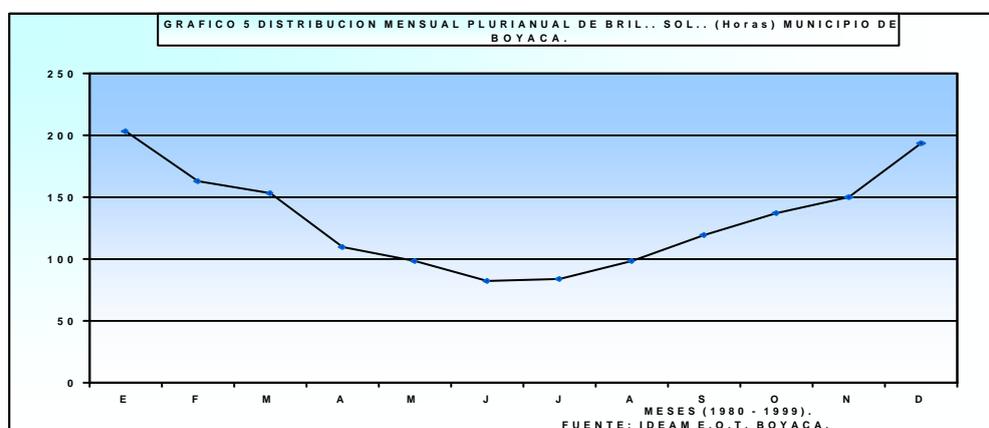
3.4.1.4 Temperatura

En éste caso, es el nivel de calor que alcanza el aire, medido en grados centígrados (°C). La temperatura media es de 13 – 14°C durante los meses de Julio a Septiembre y de 14 – 16°C el resto del año. No se presentan variaciones térmicas apreciables, debido en gran parte a la homogeneidad altitudinal del municipio, pues la altura apenas oscila entre 2.200 y 2.900 m.s.n.m. (Gráfico No. 4, Tabla No. 50)



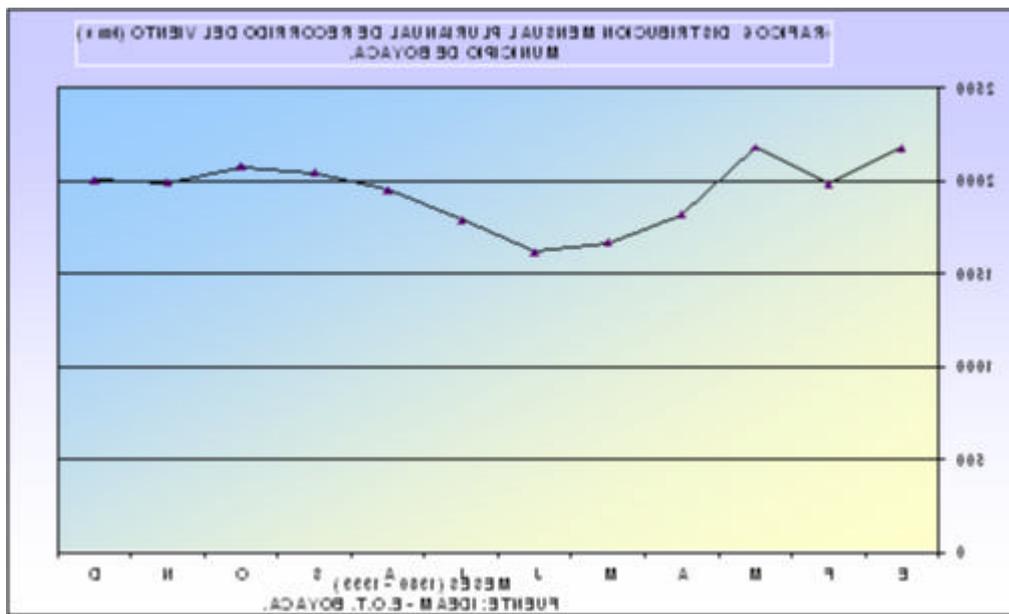
3.4.1.5 Brillo Solar

Se refiere a la cantidad de horas de sol que recibe una región en un tiempo dado. El mayor valor de ésta variable se presenta en el mes de Enero, con 203,3 horas / mes, en tanto que para los meses de Mayo, Junio y Julio, se observan los valores más bajos durante el año, con oscilaciones entre 83 y 98 horas / mes. (Gráfico No. 5, Tabla No. 50).



3.4.1.6 Recorrido del Viento

El Viento se define como aire en movimiento horizontal y se mide en kilómetros (Km / hora). Los mayores valores se presentan en los meses de Septiembre, Octubre, Diciembre, Enero, y Marzo. Con valores que oscilan entre 2.008 y 2.181 Km, observando el menor valor en ésta variable para el mes de Junio, con 1.616 Km. (Gráfico No. 6, Tabla No. 50)



En la Tabla No. 51, se consigna de manera resumida, el efecto de cada una de las variables climáticas estudiadas, según su valor promedio en los últimos 20 años:

TABLA No. 51
EFFECTOS DE VARIABLES CLIMATICAS MUNICIPIO DE BOYACA

VARIABLE	VALOR PROMEDIO 1980 - 1999	GRADO	EFFECTO
EVAPORACION	84,41 mm	ALTA	<ul style="list-style-type: none"> - Alta susceptibilidad de cultivos a stress fisiológico por sequía. - Déficit de humedad en el medio. - Se deben propagar cultivos de poca área foliar. - Permanentes o de alta resistencia a sequía. Hortaliza y legumbres solamente en época de lluvias.
PRECIPITACION	73,62 mm	BAJA	<ul style="list-style-type: none"> - Déficit hídrico. - Disminución de caudales y desaparición de algunas en época de verano (intermitencia). - Monocultivo por dependencia exclusiva de las lluvias. - Bajos precios de venta a raíz de la producción global en una misma época.
HUMEDAD RELATIVA	81,66 %	MEDIA - BAJA	<ul style="list-style-type: none"> - Baja diversidad biológica. - Especialización de cultivos.
TEMPERATURA	14,36° C	MEDIA - BAJA	<ul style="list-style-type: none"> - Lento desarrollo de especies vegetales. - Baja proliferación de plagas, enfermedades y malezas.
BRILLO SOLAR	133,1 Hr	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> - Acelera procesos fotosintéticos, evapotranspiración y sequía (stress fisiológico). - No favorece cultivos de tejidos turgentes.
RECORRIDO DEL VIENTO	1941,8 Km.	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> - Acelera evapotranspiración. - Genera erosión eólica en laderas desprovistas de vegetación.

FUENTE: IDEAM E.O.T. BOYACA..

3.4.2 SINTESIS CLIMATICA INTEGRADA

Una vez analizado el comportamiento individual de las variables climáticas, se procede a interrelacionarlas y así observar los complejos que de forma directa ó indirecta puedan llegar a incidir, favorecer ó determinar importantes procesos de desarrollo físico y metabolismo biológico, y por ende, comportamientos de índole social y económica de la población.

A continuación se sintetiza el análisis de dichos complejos climáticos

3.4.2.1 Balance Hídrico

El balance hídrico es el resultado de comparar el comportamiento de la evaporación potencial y real con la precipitación mensual. Esta comparación nos proporciona información sobre la cantidad de exceso o déficit de agua disponible en el suelo a través de las distintas épocas del año. De ahí su importancia en el estudio climático, por cuanto constituye una herramienta fundamental en la planificación agropecuaria, más aún cuando se trata de comunidades económicamente dependientes de éste tipo de explotaciones, como es el caso del municipio de Boyacá.

Para su determinación influye un gran número de variables, medibles y no medibles, como Temperatura del aire, Velocidad y Turbulencia del Viento, naturaleza y estado de la superficie de Evaporación, Radiación Solar, especie vegetal de cobertura y fase vegetativa, agua disponible e índices de calor entre otros; todos ellos se consideran y resumen en el cálculo de Evaporación real y potencial, en razón del comportamiento constante mostrado por éstas variables a lo largo de los últimos 20 años.

La evaporación real ó efectiva se define como la evaporación de un suelo cubierto por vegetación, en el que el suministro de agua es restringido. Para su cálculo se usa la siguiente fórmula:

$$Er = Epf (AD/Admáx)$$

Donde:

Er = Evaporación real (mm)

Ep = Evapotranspiración potencial (mm)

AD = Agua disponible en el suelo (diferencia entre el contenido de humedad límite que las plantas no pueden ya aprovechar por succión, suponiendo ésta como máximo 15 atm.).

AD máx = Capacidad de retención de agua del suelo

F = Función de relación AD/AD máx.

Los valores de Er. Se aprecian en la siguiente Tabla:

TABLA No. 52
VALORES DE EVAPOTRANSPIRACION REAL (Er) MENSUAL PLURIANUAL

Variable (mm)	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Er	97.1	86.1	92.2	72.3	71.0	50.2	49.3	59.8	71.3	81.6	73.1	86.6

FUENTE: E.O.T. Boyacá.

La evapotranspiración potencial se asume como el agua devuelta a la atmósfera en estado de vapor, por un suelo que tenga la superficie completamente cubierta de vegetación y en el supuesto de no existir limitación en el suministro de agua (por lluvia o riego) para obtener un crecimiento vegetal óptimo. Para su cálculo simplificado se usa la siguiente fórmula:

$$E_p = X \cdot E_o$$

Donde:

E_p = Evaporación potencial (mm)

X = Coeficiente que varía dependiendo de la Temperatura, estación climática y tipo de vegetación. Para el caso de Boyacá, se asume como 1.2 (INST. LAND RECLAMATION, 1972).

E_o = Evaporación (mm).

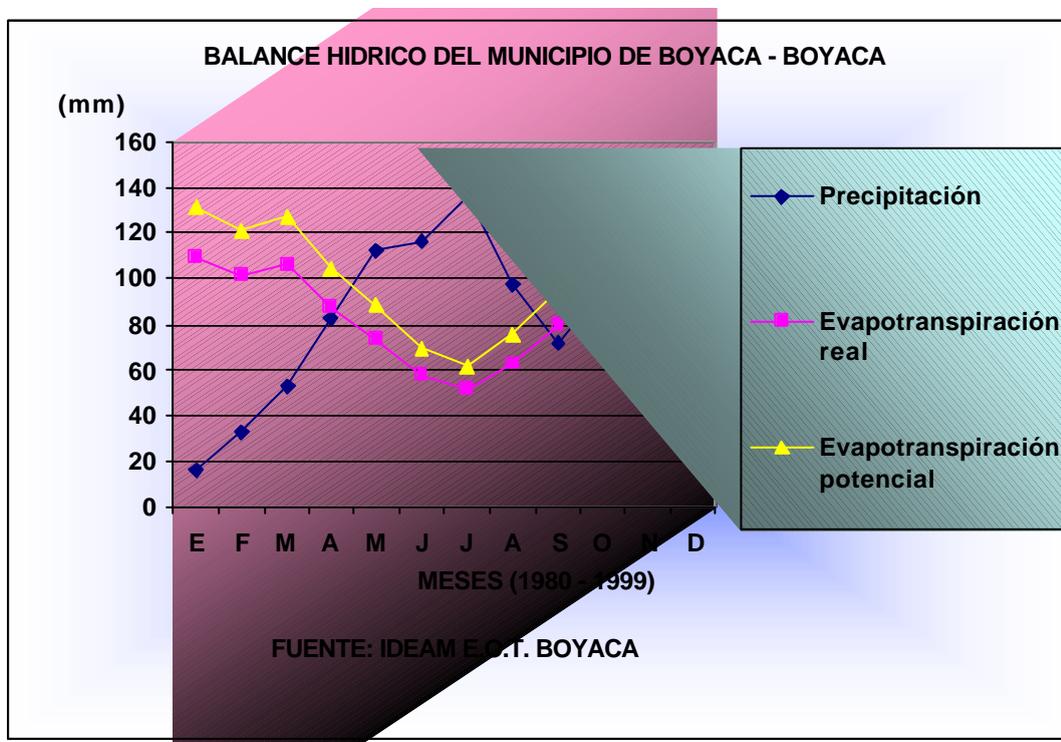
En la siguiente tabla se consignan los valores de E_p para Boyacá en los últimos 20 años:

TABLA No. 53
VALORES DE E_{vp} (mm) MENSUAL PLURIANUAL BOYACÁ (1980 - 1999)

Variable (mm)	MESES												Vr. ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
E_r	131,3	121,4	127,4	104,4	88,7	69,6	61,8	75,2	95,1	11,8	107,1	121,7	1115,5

FUENTE: E.O.T. Boyacá..

En la gráfica No. 7, se hace la comparación entre éstas dos (2) variables calculadas y la Precipitación (ya conocida), dando como resultado el BALANCE HIDRICO para el municipio de Boyacá, el cual se explica así:



Cuando la precipitación supera la evapotranspiración potencial, en los meses de Mayo a Agosto, hay EXCESO de agua, la cual se acumula en el suelo, aumentando caudales de corrientes superficiales y subterráneas siendo principalmente usada en las actividades agrícolas y de consumo pecuario normal. En Agosto y Septiembre, aunque la precipitación es inferior a la evapotranspiración real y potencial, no se produce DEFICIT, porque aún queda un remanente hídrico que sirve de reserva antes de la segunda época de lluvias, en el mes de Octubre.

En Noviembre, aunque la evapotranspiración es superior a la precipitación, aún quedan reservas en el suelo que son utilizadas por la vegetación y cultivos para su sostenimiento y desarrollo.

En el mes de Diciembre comienza el DEFICIT HIDRICO, que va hasta Abril, teniendo su máximo nivel en Enero y Febrero, donde se presenta SEQUIA (Estado de máxima incidencia del déficit). El hecho que se produzca a lo largo del año, una evapotranspiración potencial superior a la real, básicamente indica la constante susceptibilidad a la SEQUIA, con una manifestación real durante tres meses del año.

Como se puede apreciar, hay un DEFICIT durante cinco meses del año, situación que permite un análisis significativo a nivel de la limitante que esto representa, no solo para el desarrollo y diversificación de cultivos, sino también para la provisión de fuentes de acueductos, riego y recreación.

Con base en éste balance hídrico (Entradas Vs. Salidas de agua), será posible generar importantes conceptos de planificación agropecuaria, de servicios públicos y recreación a corto, mediano y largo plazo.

3.4.2.2 Métodos de Isoyetas

Se considera, a nivel mundial el método más racional y acertado para representar, una vez estimada, la precipitación de una región determinada. Se basa en la unión gráfica de datos de igual valor de Precipitación, tomado de distintas estaciones climatológicas aledañas al área de interés, estableciendo curvas de Precipitación probable sobre el mapa de dicha región.

En la construcción del mapa de isoyetas de Boyacá, se tomaron como puntos claves, aparte de la local, las estaciones climatológicas de Ramiriquí, Nuevo Colón y Jenesano. (Ver Mapa de Zonas de Vida, No. 17).

Este mapa permite espacializar el comportamiento histórico de la precipitación en el municipio, como herramienta clave en la planificación futura de cultivos, explotaciones ganaderas, programas de turismo u obras de infraestructura, de acuerdo con la cantidad de lluvia, asociada a la época del año, relieve y topografía local puntual.

Su importancia aumenta, más aún, si se tiene en cuenta que la precipitación es carácter definitorio de las demás condiciones biofísicas, así como de las económicas y sociales. Es también factor controlante principal del ciclo hidrológico, los ecosistemas, el paisaje y los usos del suelo, aunque su cantidad ha ido disminuyendo en los últimos años, debido principalmente a la deforestación masiva y a los cambios climáticos, bruscos que ha experimentado nuestro planeta de forma general.

3.4.2.3 Zonas de Vida (Ver Mapa No. 17)

Se entiende por “Zona de vida”, la unidad básica del sistema de clasificación elaborado por L.E. Holdridge (1978). Es un sistema de clasificación ecológica basado en la biotemperatura anual (°C), la precipitación total anual (mm) y la relación de evapotranspiración potencial (IGAC, 1977). La biotemperatura consiste en el promedio anual de las temperaturas superiores al a 0°C e inferiores a 30° C, dado el valor 0°C a las temperaturas inferiores al punto de congelación y el valor 30°C a las superiores a 30°C. Con base en éste análisis planteado por Holdridge y teniendo en cuenta la altura sobre el nivel del mar, se determinan las distintas zonas de vida presentes en una región.

Para el caso del municipio de Boyacá (Ver Mapa No. 17, Zonas de vida y Tabla No. 54), se identifican 3 zonas de vida, así:

TABLA No. 54
ZONAS DE VIDA MUNICIPIO DE BOYACA

ZONA DE VIDA (Holdridge 1978)	UBICACION (a.s.n.m)	PRECIPITACION PROMEDIA TOTAL ANUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°c)
BOSQUE HUMEDO MONTANO (Bh - M)	2.800 – 2.900	500 – 1.000	6 - 12
BOSQUE SECO MONTANO BAJO (bs – MB)	2.400 – 2.800	500 – 1.000	12 – 15
BOSQUE HUMEDO MONTANO BAJO (bh – MB)	2.200 – 2.400	1.000 – 2.000	15 – 18

Fuente: E.O.T. Boyacá..

- **Bosque Húmedo Montano (Bh - M)**

Corresponde a la zona ubicada por encima de los 2.800 m.s.n.m., con una precipitación que oscila entre 500 y 1.000 mm/año y una temperatura media anual de 6 a 12°C. Es la zona correspondiente a la parte alta de las veredas Peña Negra, Rique, Vanega Norte y Huertas, en límites con los municipios de Soracá, Tunja y Ventaquemada.

Esta zona de vida presenta vegetación característica del subpáramo antrópico e intervenido, especialmente Espeletia argentea, Calammagrostis effusa e Hypericum Sp, en asocio con especies rasantes, como Festuca Sp, Lupinus Bogotensis, Polydacthyla Sp y algunos arbustos, como Miryanthes Sp y Hesperomeles Sp.

Igualmente, encontramos aquí grandes zonas de cultivos de papa, arveja y pastos para sostenimiento temporal de ganaderías extensivas.

- **Bosque Seco Montano Bajo (Bs - Mb)**

Esta zona de vida se ubica entre los 2.400 y 2.800 m.s.n.m., presenta una temperatura media anual de 12 a 15°C y una precipitación que oscila entre los 500 y 1.000 mm/año. Corresponde a la mayor parte del municipio de Boyacá y cubre las veredas de Huertas, Rique y Peña Negra (partes bajas) y la totalidad de Soconsaque Oriente y Occidente, Siraquita, Pachaquirá (alto), Vanega Sur y Rupaguata.

La cobertura de ésta zona está caracterizada por la presencia de Sp del Bosque Secundario y Rastrojo, como *Clusia alata*, *Drymis granatensis*, *Tibouchina Sp* e *Hipericum brathis*, aunque es bastante representativa la cobertura de *Eucaliptus Sp* y *Pennisetum clandestinum*.

- **Bosque Húmedo Montano Bajo (Bh - Mb)**

Esta zona de vida corresponde para el municipio de Boyacá, a una pequeña área ubicada por debajo de los 2.400 m.s.n.m, en límites con los municipios de Jenesano y Ramiriquí, con una precipitación media que oscila entre 1.000 y 2.000 mm/año y una temperatura media anual de 15 a 18°C.

Presenta relictos del Bosque Primario y Secundario, con especies como *Persea mutisi*, *Drymis granatensis*, *Trichantera gigante*, *Inga Sp*, y *Chusquea Sp*, igualmente invadida en gran parte por *Eucaliptus Sp* y algunos parches de *Pinus Sp* y *Leucaena Sp*.

ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL
SISTEMA FISICO - BIOTICO
