



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente
FARENA

Trabajo de diploma

**Análisis del efecto del Cambio Climático sobre el
rendimiento del cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la
Región Central de Nicaragua**

Autor: Br. Isaac Rivera Flores

Tutor: Ing. MSc Matilde Somarriba Chang

Asesor: Ing. Ramón Rivas

Managua, Nicaragua
Noviembre del 2000

RESUMEN

La humanidad está modificando la composición atmosférica, la calidad del agua, las características de la superficie terrestre. Siendo el clima uno de los factores más determinantes tanto para el crecimiento de una planta como su productividad. Los cambios climáticos adquieren relevancia en la determinación de los rendimientos proyectados de los cultivos.

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto del cambio climático sobre el rendimiento en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) aplicando el modelo de simulación de cultivos (DSSATv3) en la región central (Estelí, San Juan de Limay, Jalapa, Pantasma, Ocotal, San Isidro, Tipitapa,) basándose en los escenarios climáticos, con este fin se utilizó como herramienta de investigación CROPGRO- Dry Bean de simulación del cultivo de frijol que están incluidos en el DSSAT. Los requerimientos de entrada del modelo son: datos diarios de clima (temperatura del aire, precipitación, radiación solar), condiciones del manejo de los cultivos (fecha de siembra, espaciamiento, dosis de siembra) condiciones físicas del perfil del suelo por capas.

Los resultados muestran la tendencia por sitio en la reducción porcentual del rendimiento es la siguiente: Tipitapa, Ocotal, San Isidro, Estelí, San Juan de Limay, Pantasma y Jalapa en orden descendente, es decir de la mayor a la menor disminución del rendimiento. En el caso del análisis de frecuencia los sitios con menos años con rendimientos inferiores al punto de equilibrio (322.5 Kg/ha) son Pantasma y Jalapa, mostrando una tendencia intermedia Ocotal y San Juan de Limay, siendo Estelí, San Isidro y Tipitapa los que muestran la mayor frecuencia de años inferiores al punto de equilibrio.

La variación en el comportamiento de los sitios sea en el efecto de los rendimientos promedios, la reducción porcentual del rendimiento así como en la frecuencia de años donde se presentan rendimientos inferiores al punto de equilibrio se explica por las diferencias agro ecológicas de los sitios.

Considerando los posibles cambios climáticos que afectarían los rendimientos en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); es necesario la concentración de esfuerzos en investigación y transferencias de tecnologías dirigidas hacia la diversificación agrícola, el mejoramiento genético y el manejo de los suelos y agua.

SUMMARY

Humanity is modifying atmospheric composition, water quality and land characteristics. Because climate is one of the main factors that determines plant growth and productivity. Global climatic changes have an important part on determining predicted crop yields.

The main objective in this study was to evaluate the effect of climatic changes over common bean yield (*Phaseolus vulgaris* L.). Throughout the application of a Decision Support System for Agricultural Technology (DSSATv3) in the central region of Nicaragua (Estelí, San Juan de Limay, Jalapa, Pantasma, Ocotal, San Isidro, Tipitapa,) in order to project crop yields. By using the 1995 IPCC climatic scenarios and CROPGRO- Dry Bean a crop simulation model within DSSAT. Requirements for model input are: climate daily data (air temperature, precipitation, and sun radiation), crop management conditions (planting date, planting density, row spacing), and soil characteristics by layers.

Results show the trend by site in relation to percentage of yield reduction is as follows: Tipitapa, Ocotal, San Isidro, Estelí, San Juan de Limay, Pantasma y Jalapa in descending order. In the case of frequency analysis for yields under the equilibrium point (322.5 Kg/ha) the sites with lower frequency are Pantasma y Jalapa, showing an intermediate trend Ocotal and San Juan de Limay. Estelí, San Isidro and Tipitapa have the major frequency with years under the equilibrium point.

Variation on the sites whatever is in reduction of yield or frequency of years under the equilibrium point can be explained due to differences on agro ecological conditions for each site.

Considering that the potential climatic changes could affect negatively common bean yields is necessary to work in research and transfer of technology. These should address agricultural diversification, genetic improvement and soil and water management.

DEDICATORIA

A Dios por otorgarme el regalo de la vida, por ser mi fortaleza más tenaz en los momentos más difíciles y poder estar presente en la culminación de mi estudio universitario.

Este pequeño esfuerzo lo dedico con mucho amor y cariño a cada una de las personas que representan lo más importante de mi vida por que con su apoyo pude seguir adelante hasta alcanzar la meta deseada.

A mi tía Alba Flores Cruz, por ser fuente de luz e inspiración y darme la oportunidad de terminar mis estudios, además por el incondicional amor que siempre me brindo.

A mi madre Consuelo Flores Cruz y mi padre José Antonio Rivera, por estar conmigo en todo momento, por su gran amor, comprensión y sacrificios, ayudándome a culminar una parte importante de mi vida

A mi tía Angela Rivera por brindarme el apoyo en la culminación de este trabajo.

A mis hermanos: Arlen y Danny por estar conmigo en todo momento.

Con inmenso cariño a mi tutor Ing. Matilde Somarriba Chang, quien contribuye día a día a brindarme una de las mejores oportunidades de superación.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios por ser mi guía e iluminación y llenar de bendiciones mi vida

Les quiero reconocer a las diferentes personas que contribuyeron a la realización de este estudio, a quienes les brindo mis mas sincera gratitud:

Al Ing. Edmundo Umaña, por su constante apoyo, dedicación y aportes para la mejor culminación de este trabajo.

Al proyecto de cambios climáticos, especialmente a Bruno Rapidel, PhD. Asesor científico, por su gran apoyo y por haberme brindado la oportunidad de ejecutar este estudio.

A todo el personal del departamento de meteorología de INETER, especialmente a los que trabajan en la atención publico a la Lic. Martha Vallejos, Isolina Gutiérrez quienes me brindaron una atención excepcional.

A la secretaria de la decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente Mariela Lacayo por su colaboración en todo la etapa del trabajo.

Al Ing. Alvaro Benavides por la disposición e interés en el procesamiento estadístico de los datos.

A la solidaridad de mis compañeros durante esta investigación, especialmente a Carlos Rivas, Martín Amador y Sergio Palma.

A la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA).

INDICE GENERAL

Contenido	Página
Resumen.	i
Summary	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Indice General	v
Indice de Tablas	vi
Indice de Figuras	vii
I INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Justificación	2
Objetivos	4
Hipótesis	4
II REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 ¿Qué son los cambios climáticos?	5
2.2. Efectos de los cambios climáticos en el cultivo del frijol	6
2.4. Ciclo biológico de la planta del frijol	10
III MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Descripción de la zona de estudio.	13
3.2 Estructura y funcionamiento del DSSAT V.3	15
3.3 Datos climáticos	18
4.3 Escenarios climáticos	18

Contenido	Página
3.4 Metodología y procesamientos de los datos	20
3.4.1 Recopilación de la información	20
3.4.2 Zonificación de las áreas de estudio	21
3.4.3 Procesamiento de la información	23
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Efectos de los cambios climáticos sobre la biomasa del cultivo del frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)	27
4.2 Análisis de los rendimientos promedios del cultivo del frijol(<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)	28
4.2.1 Separación de medias por tukey	28
4.2.2 Reducciones porcentuales de los rendimientos del cultivo del frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)	32
4.3 Análisis de los rendimientos individuales (año por año) del cultivo	35
4.3.1 Frecuencia de rendimientos inferiores al punto de equilibrio económico y su relación con la precipitación	35
V CONCLUSIONES	39
VI RECOMENDACIONES	41
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	

INDICE DE TABLA

Contenido	Página
Tabla 1. Categorías climáticas y rangos de adaptabilidad del frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) a la temperatura y precipitación	7
Tabla 2. Características edáficas y rangos de adaptabilidad del frijol(<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).	10
Tabla 3. Archivos de coeficientes genéticos para el modelo CROPGRO (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)	20
Tabla 4. Rendimientos promedios del frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) en la zona central de Nicaragua para los diferentes escenarios y horizontes de tiempos y su respectiva separación de medias por Tukey al 95% de confianza.	30

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Zona de estudio, municipios con datos meteorológicos y perfiles de Suelos representativos, Zona Central, y Pacifico de Nicaragua, 1999.	14
Figura 2. Estructura y funcionamiento del DSSAT	17
Figura 3. Comparación de la biomasa total con el rendimiento del cultivo de frijol en el sitio de Tipitapa en un escenario moderado	27
Figura 4. Rendimientos promedios del cultivo de frijol en la zona central de Nicaragua	31
Figura 5. Reducción porcentual del rendimiento del cultivo del frijol para la Zona Central bajo un escenario climático Moderado	34
Figura 6. Número de años con rendimientos inferiores a 322.5 Kg/ha para un Escenario Optimista, en los 7 sitios de la Zona Central de Nicaragua	36
Figura 7. Número de años con rendimiento inferiores a 322.5 kg/ha para un escenario Moderado, en los siete sitios de la Zona Central de Nicaragua	37
Figura 8. Número de años con rendimiento inferiores a 322.5 kg/ha para un escenario pesimista, en los siete sitios de la Zona Central de Nicaragua	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Escenario climático de **Temperatura** (décimas de grado) para la vertiente del pacifico de Nicaragua (Lat 12.50°, Long -87.50°)

Anexo2 Escenario climático de **Precipitación** (porcentajes) para la vertiente del pacifico de Nicaragua (Lat 12.50°, Long -87.50°)

Anexo 3: Descripción de la estructura de los archivos del DSSATv3.5

Anexo 4: ANDEVA (BCA) y Separación de medias por Tukey, para los rendimientos promedios de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Simulados en el programa DSSAT para los escenarios y horizontes en la zona central de Nicaragua

Anexo 5: Principales características edáficas de los perfiles de suelo de la Región Central de Nicaragua utilizados en el DSSAT.

Anexo 6: Disponibilidad de información climática real y generada.

Anexo 7: Estaciones climáticas y su disponibilidad de datos climáticos.

Anexo 8: Fórmulas y Razones de conversión.

Anexo 9: Mascarilla de fórmulas para aplicar escenarios de precipitación para los años del período de referencia.

Anexo 10: Mascarilla de fórmulas para aplicar escenarios de temperatura para los años del período de referencia.

Anexo 11 Cantidad de precipitación(mm) recibida en el ciclo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) En la Zona Central de Nicaragua

Anexo 12. Temperatura en ciclo del cultivo de frijol en la Zona Central de Nicaragua

Anexo 13. Comparación porcentual de las medias del año base, con respecto a los horizontes de tiempo de la Zona Central de Nicaragua.

Anexo 14. Zonificación por perfil, rango de altitud y zonas de lluvia de Nicaragua, 1999.

I. INTRODUCCION

El Cambio Climático es cambio de clima que es atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas (como la quema de combustible fósil, cambio de uso de la tierra y la agricultura) aumentan las concentraciones en la atmósfera de los gases de efecto invernadero (GEI) que modifican la composición de la atmósfera global.

El Cambio Climático es una realidad actual y se proyecta su intensificación en el futuro. Su consecuencia por ahora es un aumento de unos 0.5 grados centígrados y el incremento del nivel del mar en unos 25 centímetros, se puede esperar un incremento de la temperatura promedio global de 0.2 grados centígrado por década. Este aumento tendrá efectos sobre el clima global, alterando los factores que limitan el crecimiento de las plantas tales como la temperatura, la precipitación y la fijación de nutrientes.

Los resultados de un cambio en el clima no se reparten por igual en cada región y mientras unas pueden experimentar beneficios para otras puede ser muy perjudiciales. Los lugares de mayor producción de granos pueden verse afectados por el calentamiento y la sequía reduciéndose las cosechas, mientras que otros podrían experimentar incrementos que, sin embargo, se verían limitados por la calidad del suelo y el terreno inadecuado.

El aumento proyectado de la temperatura para el próximo siglo en Nicaragua (entre 1.9 y 3.7 grados centígrados), la disminución de las precipitaciones (proyectada entre 20.5 y 36.6 por ciento) y el aumento de su variabilidad tienen consecuencias acumulativas, todas hacia una mayor vulnerabilidad ante el clima (Campos, 1999). El efecto más notable ocasionado por los cambios climáticos en Nicaragua será mayor evaporación, ocasionando más necesidades de agua para los cultivos, y dependiendo de las zonas donde se encuentren los cultivos se verán más afectados. Este cambio tendrá impactos grandes, particular en nuestro país, provocando variaciones en los rendimientos del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) especialmente en la zona central de Nicaragua.

Antecedentes

Diversos estudios sobre rendimientos del cultivo del frijol se han realizado, pero hay poca información en lo que se refiere a la influencia ejercida por factores climáticos.

En la estación experimental La Compañía, San Marcos, Carazo, se realizó un estudio comparativo con el objetivo de conocer la influencia de los factores climáticos sobre el frijol

común. Se tomaron en cuenta los rendimientos de frijol y peso fresco de malezas a la madurez fisiológica y se compararon con las condiciones climáticas existente en los ciclos de primera (Junio-Agosto) y postrera (Octubre-Diciembre) de los años 1986, 1987, 1988, 1989. Los resultados obtenidos indicaron que el factor más variable fue la precipitación. Al compararse los ciclos de Primera con Postrera, se encontró que en Primera las etapas fenológicas fueron más largas y los rendimientos mayores, en Postrera fue mayor el peso de las malezas (Blanco M, 1995).

En Nicaragua se tiene poca información sobre los Cambios Climáticos y el efecto que éstos puedan tener en los rendimientos del cultivo de frijol. El único estudio sobre esta temática, se llevó a cabo en el año de 1996, en las regiones I (Jalapa, Limay y Estelí), III (Tipitapa) y VI (Pantasma) de Nicaragua. En este estudio se hizo una evaluación de un eventual cambio climático en la agricultura de Nicaragua con el objetivo de apoyar con elementos técnicos, el diseño de políticas estratégicas y programas en sector agropecuario realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).

A nivel mundial en 1995 se llevó a efecto la segunda evaluación de Cambios Climáticos por el IPCC. En el informe se analizan el grado del cambio climático, las interferencias en el sistema climático, luego destacan cuanto conocemos sobre la vulnerabilidad de los ecosistemas y las comunidades humanas a los probables Cambios Climáticos, especialmente en lo relativo a la agricultura y la producción de alimentos. La tarea de este organismo es proporcionar una base científica que permita a los responsables de políticas interpretar mejor la interferencia antropogénea peligrosa en el sistema climático.

Justificación

En los países en vía de desarrollo como Nicaragua, en donde existe gran urgencia por aumentar la capacidad de producción agrícola en forma sustentable, y en donde a la vez suelen haber recursos limitados para la realización de investigación agrícola, existe un gran potencial para el uso de las tecnologías de simulación agrícola, por lo cual la simulación computarizada DSSAT es muy útil, para comprimir el tiempo, esfuerzo y cantidad de recursos necesarios para la toma de decisiones.

Por otro lado siendo el frijol la fuente de proteínas más importante y barata para el pueblo Nicaragüense, constituye del 16 a 22.3% de proteínas en adición de carbohidratos y

minerales, siendo el consumo per cápita alto (aproximadamente 50gr/día) variando mucho de año en año (Martín 1984, PCMMCA, 1992).

Cobra vital importancia conocer el efecto del Cambio Climático en el rendimiento del cultivo del frijol, de esta forma nos permite recomendar estrategias de manejo, generar recomendaciones que permitan la selección e implementación de prácticas agrícolas sostenibles y adecuadas a las condiciones socio económicas del país con relación a estos Cambios Climáticos.

Estos cambios son probablemente perjudiciales para el sistema socioeconómico de Nicaragua.

Criterios utilizados para la selección del cultivo del frijol

1. Importancia económica y social del cultivo
2. La sensibilidad del cultivo al cambio climático
3. La disponibilidad de metodología y herramienta para el análisis

Criterios utilizados para la selección de la zona

1. Sobre la base del potencial que ofrecen para la producción de frijol
2. Cantidad, regularidad y distribución de las lluvias.

Por lo tanto la realización del presente estudio se realizó en la zona central de Nicaragua tales como: Estelí, San Juan de Limay, Jalapa, Pantasma, Ocotal, San Isidro, Tipitapa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del cambio climático sobre el rendimiento en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) aplicando un modelo de simulación de cultivos (DSSATv3) en la región central (Estelí, San Juan de Limay, Jalapa, Pantasma, Ocotal, San Isidro, Tipitapa) en el año 2000.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Aplicar el DSSATv3 al cultivo del frijol en la Zona Central de Nicaragua con la base de datos existente en el país.

Utilizar el modelo para estudiar el efecto probable del Cambio Climático en el cultivo del frijol utilizando los diferentes escenarios climáticos y horizontes de tiempo establecidos para Nicaragua.

Comparar el efecto del Cambio Climático en el rendimiento para las diferentes zonas de estudio con respecto a un período de referencia.

HIPOTESIS

El comportamiento del rendimiento del cultivo del frijol varía en todos los escenarios y horizontes tiempos.

Los Cambios Climáticos previstos afectan negativamente el rendimiento del cultivo del frijol.

El DSSAT, aun no se ha validado para Nicaragua, proporciona datos de evaluaciones de rendimiento comparativo que permiten determinar el efecto de cambios en los factores climáticos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ¿Qué son los Cambios Climáticos?

La humanidad está modificando la composición atmosférica, la calidad del agua, las características de la superficie terrestre, está introduciendo químicos en diferentes elementos del medio natural, cultiva intensiva o extensivamente algunas especies mientras agota otras, transporta especies propias de una región a otra. Debido a algunas de estas acciones se están produciendo cambios a escala mundial (por ejemplo el reforzamiento del efecto invernadero y calentamiento global). Estos cambios se incluyen dentro del concepto de cambio global.

Considerando lo anterior, el cambio global se puede definir como los cambios generados por los procesos naturales y por la actividad humana que afecta el medio ambiente global en forma directa o a través de la acumulación de alteraciones locales o regionales (IPCC, 1995).

El cambio global incluye el cambio climático. Este es el cambio observado de las diferentes variables climáticas (temperatura máxima y mínima, precipitación, radiación solar, humedad del suelo, y otras) en un lugar específico medible en un periodo de largo plazo.

El Cambio climático lo define la Convención Marco de Cambios Climáticos como un cambio atribuido directamente o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera y que se suma la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables (IPCC, 1995).

En el segundo informe del grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de 1995 se mencionan algunos hechos que muestran como el clima ha cambiado desde el siglo pasado. Año tras año las variaciones en el clima de cualquier lugar pueden ser grandes, pero el análisis de los datos meteorológicos y de otros datos sobre áreas grandes y sobre periodos de décadas o más, han proporcionado evidencia de un cambio sistemático, por ejemplo: la media de la temperatura superficial del aire se ha incrementado entre 0.2°C y 0.6°C desde finales del siglo XIX y entre 0.2° C Y 0.3°C en los últimos 40 años, las temperaturas nocturnas sobre la tierra en general han aumentado más que las

temperaturas diurnas, el nivel mundial del mar ha aumentado entre 10 y 25 cm, las precipitaciones han aumentado sobre la tierra en latitudes altas del hemisferio norte.

En los últimos cien años, el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero, entre ellos dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y Oxido Nitroso (N₂O), tiende a calentar la tierra, estas tendencias pueden atribuirse en gran parte a las actividades humanas y entre otras cosas al cambio en la utilización de la tierra y la agricultura.

Los rendimientos de las cosechas y las variaciones de la productividad debidas al Cambio Climático diferirán considerablemente entre regiones y localidades, modificándose así los patrones de producción. Se prevé que la productividad aumente en algunas zonas y disminuya en otras, especialmente en regiones tropicales y subtropicales.

Aunque existe una gran incertidumbre que sí el abastecimiento global de alimento disminuirá de manera considerable, lo que sí debe de llamar nuestra atención es el gran riesgo que se corre de ver una reducción de las provisiones de comida en las regiones más vulnerables como Nicaragua, sin mencionar los desequilibrios económicos y financieros que éstos traería a nuestro país.

Los sistemas socioeconómicos (agricultura, silvicultura, pesca y recursos hídricos) son vitales para el desarrollo humano y el bienestar. Son sensibles a la magnitud y el ritmo del cambio climático.

Si bien muchas regiones probablemente sufran efectos adversos del cambio climático algunos de los cuales serán irreversibles, probablemente algunos de sus efectos sean beneficiosos. De ahí que quepa esperar que diferentes segmentos de la sociedad afronten una diversidad de cambios y sientan la necesidad de adaptarse a ellos.

2.2 EFECTOS DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS EN EL CULTIVO DEL FRIJOL

Requerimientos Climáticos

Temperatura:

La planta de frijol crece bien a temperatura promedio de 15°C a 27°C, pero es importante reconocer que existe un gran rango de tolerancia en variedades diferentes. En términos generales las bajas temperaturas retardan el crecimiento, lo contrario altas temperaturas causan una aceleración del mismo.

Una planta es capaz de soportar temperaturas extremas (de 5°C a 40°C) por cortos períodos, pero si es mantenido a tales extremos por períodos prolongados, ocurren daños irreversibles.

Las temperaturas medias diurnas para un normal crecimiento y desarrollo de la planta, fluctúan entre 15°C y 20°C. El rango de temperatura a la que mejor se adaptan es de 17°C a 24°C en Nicaragua, pudiendo soportar temperaturas de 34°C.

La germinación necesita una temperatura mínima en el suelo de 18°C, pudiendo la semilla, germinar según la zona entre 4 - 6 días. El ciclo vegetativo del frijol se alarga en la medida que la temperatura se reduce, a 19°C se retarda el ciclo vegetativo por cinco días, por cada grado que disminuye. A partir de este límite, las temperaturas altas aceleran el proceso fisiológico del cultivo, causan la falta de floración, caída intensa de botones florales, vainas y esterilidad (Somarriba, 1997).

La formación de vainas del frijol se reduce cuando la temperatura baja de 15.6°C, atrasando la madurez, mientras que la más alta de 21.1°C la acelera (Morales, 1995). Los cambios repentinos en la temperatura del suelo y del aire influye en la habilidad de la planta del frijol para absorber la humedad del suelo.

Una variedad bien adaptada a una región puede sufrir alteraciones cuando se presenta cambios externos o variaciones en uno o varios de los factores ambientales durante su ciclo de crecimiento (Shwartz & Gálvez citado por Blanco M, 1992)

Tabla 1. Categorías climáticas y rangos de adaptabilidad del frijol a la temperatura y precipitación (*Phaseolus vulgaris* L.), Nicaragua 1997.

Rango de adaptabilidad	Temperatura media anual (°C)	Precipitación (mm) acumulada durante el periodo del cultivo.
Optimo	20 – 23	200 – 450
Bueno	17 –20 y 23 – 27	450 – 700
marginal	>27 y <17	>700

La alta humedad del suelo y las inundaciones pueden lixiviar nutrientes esenciales para el desarrollo normal de la planta, disminuir el contenido de oxígeno, inducir a la clorosis general de la planta, y aumentar los niveles de subproductos tóxicos resultantes del metabolismo anaerobio (Schwartz y Gálves, 1995)

La humedad relativa alta puede inducir intumescencia en las variedades con abundante follaje cuyas vainas no están expuestas directamente al sol. Como consecuencia pueden aparecer manchas protuberantes de color verde oscuro en las hojas o vainas que se forman al alargarse y multiplicarse las células. Estas manchas pueden abrirse (edema) cuando persisten las condiciones de alta humedad. El impacto de las gotas de agua durante las tempestades puede causar daños de consideración en las hojas incluyendo marchitamiento o defoliación.

Requerimientos de Suelo:

El frijol es una planta que no tolera los excesos de humedad ya que sus raíces son muy sensibles a la falta de oxígeno en el suelo, siendo más perjudicial al comienzo de la formación de las mismas. En condición de falta de oxígeno en el suelo, la absorción de agua y nutrientes disminuye retardando su crecimiento, las hojas se amarillenta y caen prematuramente. Los suelos con textura de franco a franco arcilloso son los más adecuados por la aireación y el drenaje que presentan, sin embargo suelos pesados con buen drenaje superficial, pueden considerarse para producir frijol (Somarriba, 1997).

El pH del suelo está estrechamente relacionado con la disponibilidad de los elementos nutritivos para la planta, suelos con pH altos pueden presentar inconvenientes debido al exceso de sales (salinidad) o exceso de sodio (alcalinidad) y deficiencia de elementos menores. No obstante las sales de cloruro son las que ocasionan raquitismo, amarillamiento, aborto de flores, maduración prematura y bajos rendimientos en el frijol. El exceso de sales de sodio disminuye la asimilación de la planta y dispersa los minerales arcillosos en el suelo, entorpeciendo por ende el drenaje.

El frijol requiere de suelos fértiles con buen contenido de materia orgánica, bien drenados, es tolerante a la acidez, requiere de fósforo, potasio y calcio (solubles) y es muy sensible a las altas concentraciones de aluminio y magnesio.

Tabla 2. Características Edáficas y rango de adaptabilidad del frijol, Nicaragua 1997

Rango de adaptabilidad	Textura	Profundidad	Pendiente	Drenaje	Reacción
Optimo	Franco	>60%	<15 %	Bueno	Ligeramente ácido a neutro
Bueno	Arenoso – arcilloso	40 – 60%	15 – 30 %	Moderado	Moderadamente ácido
Marginal	Arcilla compacta	<40%	>30%	Imperfecto	Acido

Fuente : Marín, 1977.

2.3. CICLO BIOLÓGICO DEL CULTIVO DEL FRIJOL

Ciclo biológico y etapas de crecimiento:

Crecimiento: Se define como aumento del tamaño de la planta. El aumento puede ser en materia seca o en dimensiones, y se origina como consecuencia de la formación de nuevas células, de la expansión de las células constituyentes y de la producción de asimilados. Es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido con base en algunos parámetros tales como anchura, longitud, acumulación de materia seca y número de nudos (Wild, 1992).

Desarrollo: Es un fenómeno cualitativo, se refiere a procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos, conformados por una serie de eventos o fenómenos sucesivos, ejemplo la aparición de botones florales o racimos.

- Etapas de Desarrollo

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas. El conjunto de éstas forma la escala de desarrollo de la planta de frijol, cada etapa se designa con un código formado por una letra y un número. La **V** o **R**, la define la fase a que corresponde (vegetativo o reproductivo), el número de (0 - 9), indica la posición en el ciclo de vida de la planta.

III MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Esta Macro-región central semihúmeda comprende los departamentos de Boaco, Chontales, Matagalpa, Estelí, Jinotega, Madriz y Nueva Segovia (Figura 1); cubre cerca de 37,600 Km² y se caracteriza por una condición topográfica quebrada con algunos pequeños valles intramontanos y altitudes desde 600 a 2600 m.s.n.m.

El clima es menos definido con un promedio de 22 °C, la precipitación varía de 600 a 2600 mm anuales, el período canicular es benigno en las zonas altas, definido en las zonas intermedias y severo en las zonas bajas.

Los suelos por su propia limitación topográfica y origen natural son de fertilidad media y presentan fuertes restricciones de uso en la agricultura intensiva.

La región concentra 30% de la población nacional. Aproximadamente el 30% de los terrenos cultivados presentan un relieve accidentado con pendientes que varían desde 20 a 40%, los suelos son manejados tradicionalmente sin medidas mínimas de conservación, lo cual ha causado serio deterioro de la fertilidad de los mismos afectando significativamente las plantas.

Sin embargo, existen zonas con características agroecológicas de amplio potencial para la producción de frijol, tales como el valle de Jalapa, Pantasma, Quilali- La Vigía, Tuma - La Dalia, Río Blanco, Matiguás y San Ramón, que con incidencia tecnológica facilitando recursos productivos incrementarían significativamente la producción nacional.

ZONAS DE ESTUDIO

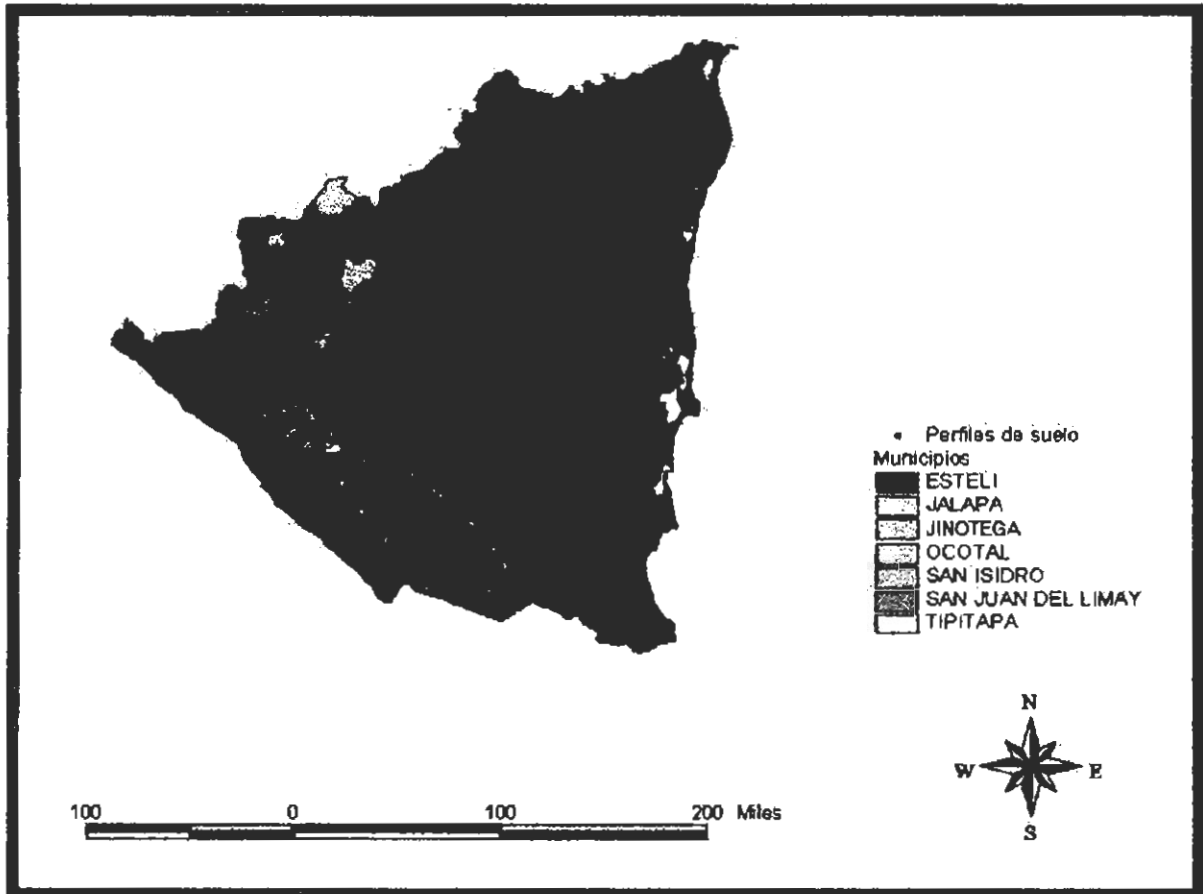


Figura 1. Zona de estudio, municipios con datos meteorológicos y perfiles de suelos representativos, Zona Central, y Pacífico de Nicaragua, 1999.

3.2. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL DSSAT

Sistema de apoyo en la toma de decisiones para la transferencia de Agrotecnología (DSSATv3) es una colección de programas de computadora integrados en un paquete de software sencillo para facilitar la aplicación de modelos de simulación de cultivos en estudios de investigación, en este incluye Estudios de Cambios Climáticos, usos con Sistemas de Información Geográfica, Modelaje de Sistemas de Fincas, de interacción Plagas- cultivos, estrategias de fertilización y manejo del cultivo.

El DSSAT comprime los siguientes elementos:

- Sistema de Manejo de Base de Datos (DBMS) para introducir, almacenar y recolectar el “grupo de datos mínimos” necesarios para validar, listar y usar los modelos para proveer resultados de manejos alternativos.
- Un grupo de modelos de cultivos validados.
- Un programa de aplicación para analizar y mostrar resultados de largo plazo de experimentos agrícolas simulados.

Para este estudio se utilizó el modelo para leguminosas (Frijol) CROPGRO están disponibles en el DSSAT. Este modelo es un modelo determinístico y mecánico que simula los procesos físicos químicos y biológicos en las plantas con relación al ambiente. Su propósito es predecir los rendimientos de los cultivos con relación a los parámetros agronómicos. Los modelos están contruidos para simular procesos primarios de las plantas en función de las condiciones del clima, suelo y manejo del cultivo.

El DBMS en el DSSAT es usado para organizar y almacenar el grupo de datos mínimos. Estos son los datos mínimos requeridos por el DSSAT y se han convertido en el grupo de datos standard internacional para la calibración y validación de modelos.

El DBMS provee fácil acceso a cuatro bases de datos:

La base de datos Climáticos: esta base de datos contiene datos climáticos diarios del grupo de datos mínimos de los experimentos y permite la fácil edición e impresión de los datos.

La base de datos de Suelo: esta base de datos esta compuesta principalmente por 600 perfiles de suelo de la Base de Datos Internacional del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos.

Base de datos del usuario: esta base de datos permite al usuario introducir datos de suelo colectados por su propio inventario de datos nacionales. Los datos son introducidos por medio de un Programa de Introducción del usuario en un formato estándar, de manera que el usuario pueda recolectar sus propios perfiles de suelo y combinarlos con las bases de datos de Clima y Experimento.

Base de datos de Experimento y Manejo; la información de manejo incluye fechas de siembra, densidad de siembra, espacio entre surcos, profundidad de siembra, variedad del cultivo y practicas de fertilización y riego. La base de datos del experimento incluyen los datos mínimos requeridos para validar los modelos de cultivos.

Los programas de utilidades permite a los usuarios introducir datos en formato ASCII (por ejemplo una hoja de calculo) y el programa lo convierte luego en archivos de entrada/salida con formatos correctos usados por los modelos. El reporte de resumen permite:

1. Listar las actividades y eventos cronológicamente para un experimento.
2. Resumir los contenidos de la fertilidad y contenido de agua del suelo antes de la siembra para cada capa de suelo.
3. Introducir fechas y fertilización por parcela.
4. Tabular y/o graficar los datos climáticos en periodos de 10 días a mensuales.

Usando programas de generación de clima, los cuales generan coeficientes a partir de datos históricos de clima, el DSSAT puede simular el crecimiento y desarrollo de un cultivo hasta 50 años consecutivos. El DSSAT permite hasta 15 combinaciones de opciones a ser simuladas en un experimento sencillo, generando en pocas horas, una cantidad de datos que de manera tradicional le hubiera requerido al agrónomo un trabajo de toda su vida.

En la figura 2, se explica el funcionamiento del DSSAT.

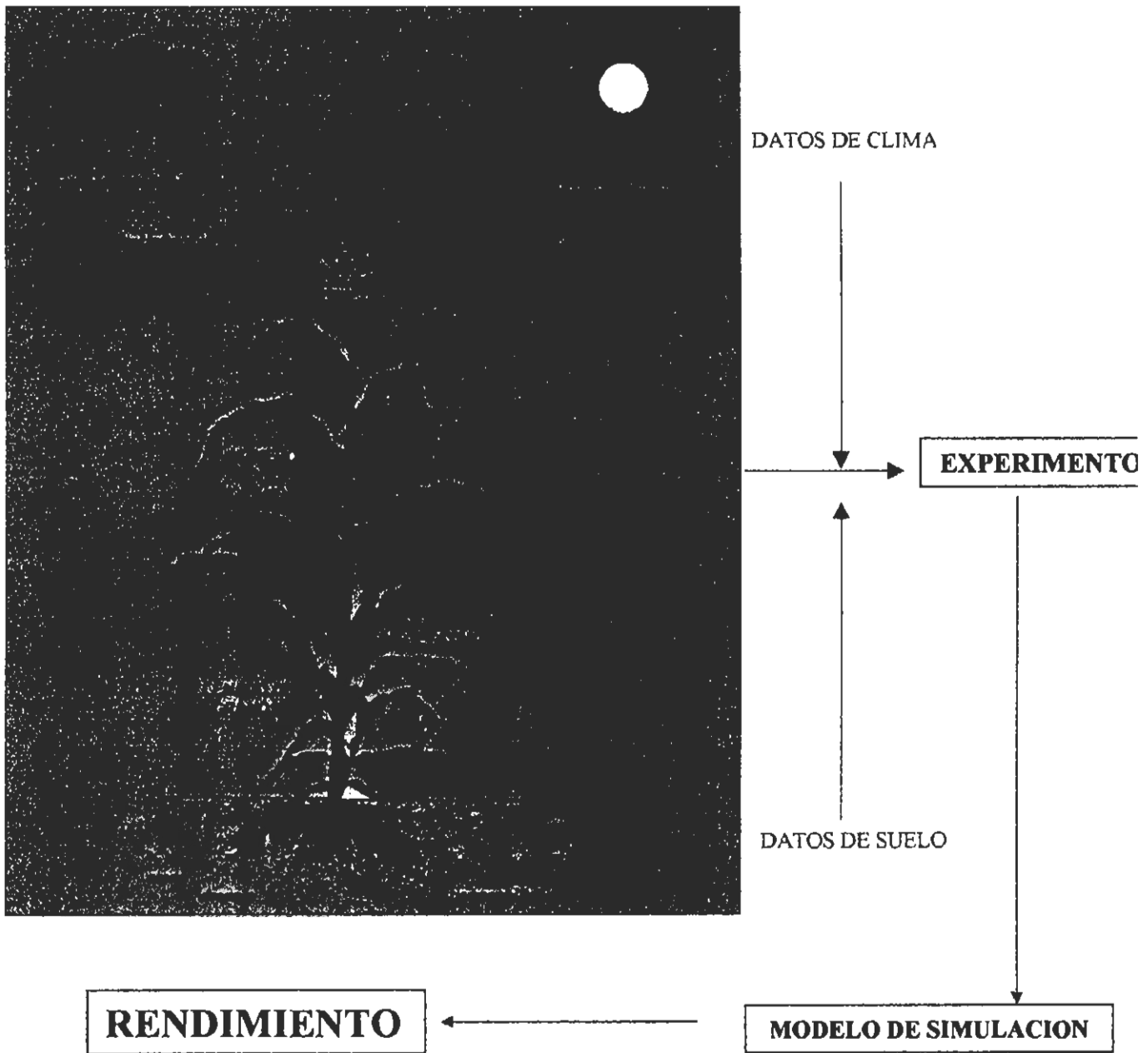


Figura 2. Estructura y funcionamiento del DSSAT

3.3 DATOS CLIMÁTICOS.

En la elaboración del presente estudio se obtuvo la información meteorológica básica:

- Temperatura mínima (°C).
- Temperatura máxima (°C).
- Precipitación (mm).
- Radiación Solar (MJ/m día).
- Brillo solar (horas y décimas de horas).

Esta fue proporcionada por el Instituto Nicaragüense de estudios territoriales (INETER). Se utilizaron como referencia de un total de ocho estaciones: Ocotal, Jalapa, San Juan de Limay, Jinotega, San Isidro, Estelí, Managua.

Los datos de precipitación fueron proporcionados por el departamento de información geográfica del MAGFOR. La información recopilada es de un período de 20 años.

Además de esta información se requerirá de la información de los escenarios climáticos, para la definición de los tratamientos, que fue proporcionada por el proyecto de Cambios Climáticos en Nicaragua (Anexo I).

3.4 ESCENARIOS CLIMÁTICOS

Un escenario climático es una estimación íntimamente consistente de cambios en el clima futuro, en una determinada localidad.

Este estudio de los potenciales impactos sectoriales requieren del desarrollo de escenarios que contemplen los posibles cambios que se producirían en la lluvia y la temperatura, los cuales son elementos climáticos importantes que determinan la productividad y que afecta a la sociedad en general.

Para la generación de estos escenarios toda la información meteorológica básica (temperatura, precipitación, mapa de isoyetas, mapa de isotermas) fue proporcionada por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Se utilizaron como referencia un total de once estaciones meteorológicas principales, representativas de las distintas regiones climáticas de Nicaragua.

De acuerdo a esta información y la derivada de los mapas de isoyetas e isothermas medias anuales, se infirieron las características más importantes que constituyen el clima de Nicaragua, y como podrían variar éstas en relación con el calentamiento global de la atmósfera, bajo diferentes escenarios.

Los escenarios climáticos utilizados en este estudio se fundamentan en los escenarios de emisiones del IPCC: IS-92 a, IS-92 d e IS-92 c, los cuales son considerados como:

- * **IS92a**; Este escenario arroja unas estimaciones de las emisiones que son intermedias si se comparan con las de los demás escenarios.
- * **IS92c**; Este escenario presupone los valores más bajos de tasa de población y crecimiento económico, e importantes limitaciones en el abastecimiento de combustibles de origen fósil.

Es pues el escenario de más bajas emisiones y el único que presenta una tendencia decreciente de las emisiones. Se considera un escenario optimista.

- * **IS92d**; Este escenario esta basado en la misma tasa baja de crecimiento de IS92c, pero con un crecimiento económico mayor, por lo que arroja la segunda estimación más baja de los valores de emisión futuras y se considera un escenario moderado.(Ver Anexo 1)

Los horizontes de tiempo seleccionados fueron 2010, 2030, y 2100. Las proyecciones se realizaron con respecto a la serie climática 1961-90, la cual ha sido utilizada ampliamente por la Organización Meteorológica Mundial.

El modelo climático utilizado para la generación de escenarios de Nicaragua fue el HADCM2, en combinación con los modelos SCENGEN Y MAGICC. Este fue desarrollado por el Centro Hadley del Reino Unido entre 1994 y 1995.

Con base en los resultados del clima actual generado por el modelo HADCM2 y los datos de las series climatológicas de Nicaragua, se pudo realizar una comparación gráfica entre los valores medios mensuales y anuales de la temperatura y precipitación simulada por el modelo y los valores observados; lo que permitió evaluar las ventajas de simulación de este modelo (Campos, 2000).

3.5. Metodología y procesamiento de los datos.

La metodología utilizada consistió en la aplicación del modelo DSSAT con la base de datos meteorológica (INETER), información edáfica e información del cultivo, el proceso de zonificación de los sitios de estudio y el procesamiento de la información.

3.5.1. Recopilación de Información

a) Datos Edáficos

La información de suelo fue proporcionada por el MAG-FOR (Herrera, B.). Conteniendo varias tablas con parámetros Físico - Químico de cada perfil representativo en ocho sitios de la zona central del país.

Cada perfil presenta la clasificación taxonómica a nivel de sub grupo taxonómico, así como datos granulométricos teniendo los siguientes: Ph, materia orgánica, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, fósforo, potasio, densidad aparente, capacidad de intercambio catiónico; además cada punto está representado por coordenadas UTM. Un inventario de estos perfiles con sus características se muestra en el (Anexo 5).

b) Datos del cultivo

Se identifico la principal variedad utilizada en la zona, y otras características como densidad de siembra, fecha de siembra, rendimiento, área aproximada que ocupa y sus principales características físicas.

Posteriormente se selecciono la variedad ya descrita en el archivo del modelo DSSAT (Porrillo Sintético) que presenta mayor similitud a la variedad que se encuentra en la zona de estudio (Estelí 150), basándose en las características genotípicas, fenotípicas y ecológicas de la variedad que contiene el programa y con la consulta al experto en frijol Ing. Aurelio Llano del INTA y del itinerario del cultivo.

Tabla3. Archivos de Coeficiente genéticos para el modelo CROPGRO (Phaseolus Vulgaris L.) Presente en el modelo DSSAT v, 1994.

Código	Valor	Descripción
VRNAME	Porrillo sintético	Nombre del cultivar.
CSDVAR	13.7	(horas) longitud del día critica por debajo de la cual el desarrollo reproductivo procede sin efecto por encima del cual la tasa de desarrollo es reducida al fotoperíodo (hora).
PPSEN	0.008	gradiente de la tasa de desarrollo por encima de la longitud de día

		(csdvar) o sensibilidad al fotoperíodo (horas).
PH2T5	32.0	tiempo de finalización de la fase juvenil para la primera flor en días fototerminal, el cual es igual a la duración mínima bajo temperatura y fotoperíodo óptimos.
PHTHRS	2.0	también FL-SH, el tiempo desde la primera flor hasta la primera vaina más grande de 0.5 cm, en día fototerminal, el cual es igual al período mínimo bajo fotoperíodo y temperatura óptima (día fototerminal).
PHTHRS	9.0	FL-SDD, el tiempo desde la primera flor hasta la primera semilla en días fototerminal, el cual es igual a la duración mínima bajo fotoperíodo y temperatura óptima (días fototerminal).
PHTHRS	23.00	SD-PM, el tiempo desde la primera semilla a la madurez fisiológica en días fototerminal, el cual es igual a la duración mínima bajo fotoperíodo y temperatura óptima (días fototerminal)
PHTHRS.	18.00	FL-LF, el tiempo desde la primera flor hasta el final del crecimiento foliar en día fototerminal, el cual es igual a la duración mínima bajo fotoperíodo y temperatura óptima
LFMAX.	1.00	máxima tasa de fotosíntesis foliar a nivel de saturación de luz y temperatura óptima (micro-mol de CO ₂ /m ²)
SLAVAR	320	área foliar específica para hojas nuevas durante el pico del crecimiento vegetativo por cultivar, modificado por factores ambientales (cm ² /gr).
X-Fruit.	1.00	máxima fracción de fotosíntesis bruta disponible diariamente (p6) la cual es permitida para ser dirigida a la semilla y vaina por cultivar, varía de 0-1.
WTPSD	0.210	peso máximo por semilla bajo sustrato no limitante mg.
SFDUR.	15.0	duración del llenado de semilla por un día fototerminal.

3.5.2. ZONIFICACION DE LAS AREAS DE ESTUDIO

Las zonas de estudio para la región central son:

- Jalapa
- Ocotal
- San Juan de Limay
- Esteli
- San Isidro
- Pantasma
- Tipitapa

Debido a que las estaciones climáticas no tenían todos los parámetros (temperatura máxima, mínima, precipitación, radiación solar y en algunos casos insolación), fue necesario agrupar, seleccionar y distribuir los diferentes parámetros a ser utilizado por ciertas zonas. Se seleccionaron las estaciones principales (HMP) Ocotal y Jinotega, estas estaciones miden todos los parámetros antes mencionado.

Las estaciones, el tipo y los parámetros que esta cuenta se menciona (Anexo7).

Con la ayuda del sistema de información geográfica ARCVIEW, se introdujeron las coordenadas de los puntos de suelos y de las estaciones climáticas en el mapa de altitudes elaborado por el Ing. Experto en sistemas de información geográfica Nicolás Arroliga en donde se estableció tres pisos altitudinales en todo el territorio nacional de: 0-300, 300-700 y >7000 msnm. Se procedió al análisis con el ARCVIEW dando como resultado el mapa de altitudes.

Establecido los pisos altitudinales, se procedió agrupar los diferentes puntos de suelo.

PUNTOS DE SUELOS	ELEVACION (MSNM)
JALAPA	> 700
ESTELI	> 700
PANTASMA	300-700
OCOTAL	300-700
SAN ISIDRO	300-700
LIMAY	300-700
TIPITAPA	0 - 300

Las temperaturas de un sitio están en función de la elevación del mismo (1°C por cada 100 metros de elevación), tomando en cuenta esto se combinaron los parámetros de temperatura máxima, mínima e insolación en las estaciones donde estos datos no estaban disponibles por no ser principales; Estelí, San Isidro, Limay, Tipitapa y Jalapa con las estaciones principales que sí tenían estos parámetros.

La agrupación es la siguiente:

<u>Estación con datos disponibles</u>	<u>Estación sin datos</u>
Ocotal	San Isidro. San Juan de Limay.
Jinotega	Estelí. Jalapa.
Managua	Timal (Tipitapa).

Estelí y Jalapa encuentran en el mismo piso altitudinal que la estación Jinotega (> de 700 msnm), donde se combinó los parámetros de temperatura e insolación, San Isidro y San Juan de Limay se mezcló con la estación Ocotal que se encuentra a 300-700 msnm, Tipitapa se combinó con la estación Managua estación principal ubicada entre 0- 300msnm.

3.5.3. Procesamiento de la Información

La información obtenida provenía de diferentes fuentes y fue recopilada en diferentes formatos entre bases de datos digitales y libros históricos de registro.

3.5.3.1. Formatos

Todos los datos deben de ser leído por el modelo de simulación DSSAT en formato PRN, ya que los componente del Software del modelo están escritos en lenguaje FORTRAN.

Los datos de precipitación se encontraban organizados en filas de hasta quince valores consecutivos. Con el uso de macros fue posible organizar todos los datos de precipitación en columnas, para cada estación y luego almacenarlas en libros Excel.

Los datos de temperatura, radiación y en algunos casos insolación estaban organizado en columna para cada mes. Se procedió al ordenamiento de estos datos en columnas de días julianos y luego almacenada en libros Excel por estación y parámetros.

Algunos datos climáticos principalmente los de temperatura y radiación se encontraban solamente en los libros históricos de INETER. Estos datos fueron digitalizados directamente de esos libros a libros Excel en formato de columnas.

3.5.3.2. Conversión y llenado de datos

En algunos casos se contaban con datos mensuales y una cierta cantidad de datos diarios especialmente los de temperatura. Para esto se siguió el siguiente procedimiento de cálculo:

Primero, con los datos diarios que se tenían se calcularon datos diarios y mensuales promedios. La relación entre estos produjo factores de variación diarias que luego fueron aplicados a los datos reales mensuales. Produciendo así datos diarios generados basados en datos mensuales reales.

Esta metodología de creación de datos mensuales solamente fue posible aplicarla a los parámetros de temperatura y radiación de los lugares donde no se contaba con estos parámetros o tenían poco registros estas estaciones. En cambio la precipitación varia de un año a otro y esta metodología no es aplicable a estos datos. En este sentido los datos de precipitación determinaron la cantidad de años que serian útiles para cada estación.

Dentro de cada año los datos faltantes fueron rellenados con la técnica del promedio aritmético muy usada para datos de temperatura. Se pueden observar que datos fueron generados (G) o mezclados en él (Anexo 6).

3.5.3.3. Unidades

Los datos climáticos estaban en unidades de medidas que debían ser convertidas a las unidades que requiere el programa.

Los datos de precipitación se encontraban decímetro (dm), estos fueron convertido a milímetro(mm). Los de radiación solar en caloría por metro cuadro (cal/m^2) a Megajoule por centímetro cuadro por día ($\text{MJ}/\text{cm}^2/\text{día}$); los de insolación de brillo solar a radiación solar en $\text{MJ}/\text{cm}^2/\text{día}$ (Anexo 8).

Los datos de suelo y de manejo del cultivo también fueron convertidos a unidades que el modelo requería. Con los datos de materia orgánica se obtuvieron los datos de nitrógeno total y carbono orgánico (Anexo 8).

3.5.3.4. Aplicación de escenarios

Con los datos climáticos diarios ordenados por parámetros y almacenados por separados en libros Excel. Se aplicaron los escenarios.

Se creó una plantilla de fórmulas que aplican las variaciones mensuales de cada escenario a los datos diarios reales o base para la Vertiente del Pacífico. Produciendo nueve años de datos diarios que corresponden a los tres escenarios de cambio con sus respectivos horizontes (Anexo 9).

3.5.3.5. Creación de archivos

Se introdujo al programa DSSAT la información general necesaria para el modelo (CROPGRO) simulara el rendimiento del cultivo de frijol.

A) Archivos de suelo

De forma manual se introdujeron al programa diecinueve característica físico – química para cuarenta y tres perfiles de nueve sitios de la zona central del país, lo cual automáticamente creó y asignó nombres a cada uno de los archivos de suelo. La información general para cada uno de los perfiles se encuentra en el Anexo 5.

B) Archivos Climáticos

Los datos de temperatura máxima, mínima, radiación y precipitación fueron ordenados en columnas por escenario. Estos estaban separados y se procedió a unificarlos en una misma hoja de Excel, por sitios, horizontes y escenarios. Por la gran cantidad de información se definió una nomenclatura, para cada archivo resultante:

01	archivo	BASE	
02	archivo	2010 a	Escenario Pesimista (a)
03	archivo	2010 c	Escenario Optimista (c)
04	archivo	2010 d	Escenario Moderado (d)
05	archivo	2030 a	
06	archivo	2030 d	
07	archivo	2030 c	
08	archivo	2100 a	
09	archivo	2100 c	
10	archivo	2100 d	

Cada estación climática estaba conformada por diez archivos climáticos que fueron introducidos uno a uno siguiendo la nomenclatura ya mencionada.

C) Creación de archivos de experimento.

Se creó un archivo de experimento plantía para cada sitio (ocho en total) con la ayuda del programa XCreate incluido en el sistema.

Este archivo plantía contenía la información general del manejo del cultivo, que sería igual para todos los experimentos. (Anexo 11).

Estos sitios se definieron por tantos tratamientos como perfiles de suelo hubiese en cada sitio, además por su respectiva estación climática.

D) Corrida del modelo y almacenamiento.

Con los archivos de suelo, de clima y de experimento dentro del programa se procedió a correr el modelo de simulación (CROPGRO).

Debido a la gran cantidad de resultados que el modelo ofreció se procedió a seleccionar la información necesaria para los análisis; principalmente el rendimiento simulado y algunas variables relacionadas al crecimiento (se usaron solamente los outputs de crecimiento, agua y resumen).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Efectos de los cambios climáticos sobre el desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Los factores climáticos que más inciden en la duración de las etapas de desarrollo de las plantas son la temperatura y la luz; tanto los promedios de estos factores como las variaciones diarias y estacionales de la temperatura desempeñan una función importante en la duración del desarrollo de las plantas. La variable más relacionada con el rendimiento es el tiempo para alcanzar madurez fisiológica, o sea, la duración del cultivo. Además el tiempo a madurez esta fuertemente ligado a medidas de crecimiento tales como biomasa y área foliar (Fernández F.; Gepts P.; López, 1985).

En la figura 3 se presenta la reducción de la biomasa en un escenario moderado en el sitio de Tipitapa, se puede observar que a medida que se produce un incremento de la temperatura asociado a la disminución de la precipitación esta reducción se acentúa afectando el rendimiento del cultivo de frijol.

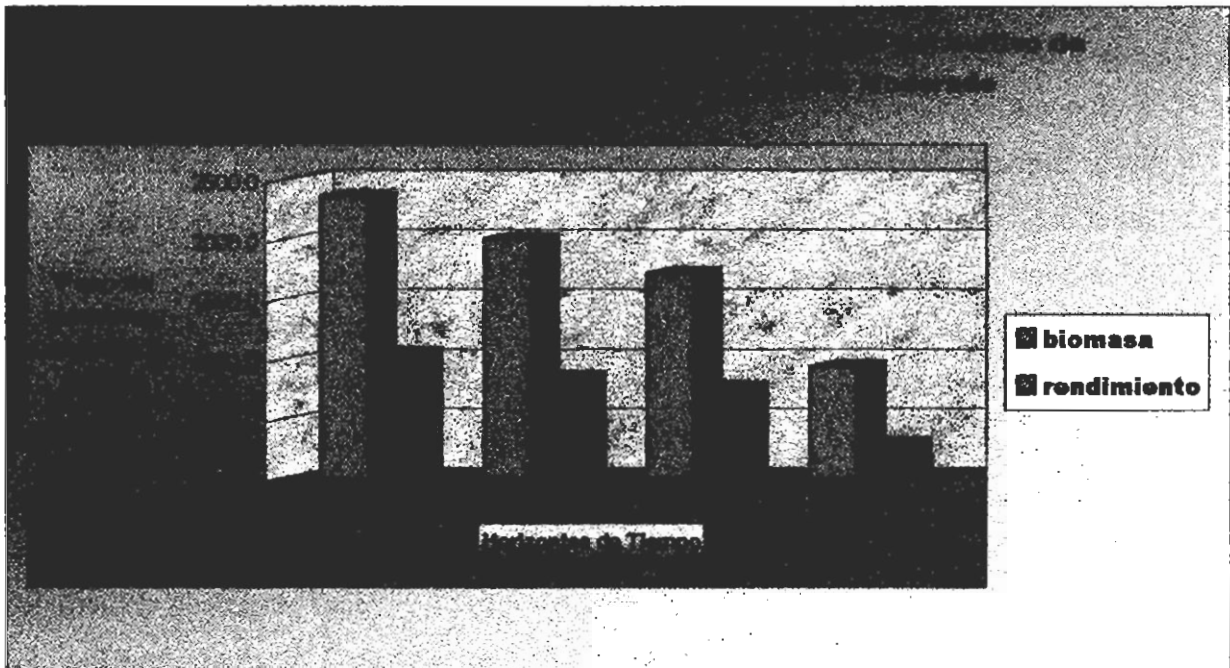


Figura 3. Comparación de la biomasa total con el rendimiento del cultivo de frijol en el sitio de Tipitapa en un escenario moderado

Los resultados de rendimientos del cultivo obtenidos a través del DSSAT se analizaron de dos formas:

1. Comparando los **promedios de rendimientos** para los diferentes escenarios y horizontes de tiempo, por cada sitio y entre sitios, y
2. Haciendo un **análisis año por año** de los rendimientos obtenidos en el modelo o **análisis de frecuencia**, comparando entre sitios

4.1. Análisis de los rendimientos promedios del cultivo de frijol

Los datos de rendimientos resultantes de las simulaciones del programa DSSAT fueron analizados en el programa estadístico S.A.S (Statistical Analysis System). Con el diseño estadístico Bloque Completo al Azar (BCA).

El horizonte BASE fue considerado como testigo. Se realizó comparación de medias entre escenarios y entre horizontes para un 95 % de confianza en base al diseño estadístico establecido (Anexo 4).

4.1.1. Separación de medias por Tukey

Resultados estadísticos de los rendimientos de frijol en la zona central de Nicaragua bajo los diferentes escenarios de cambios climáticos presentan a continuación por sitio:

En Estelí la separación de medias muestra con un 95% de confianza que existe un efecto significativo entre los rendimientos de los horizontes, no obstante los rendimientos obtenidos en los escenarios optimista y moderado son estadísticamente iguales, pero diferentes del pesimista (Tabla 4).

Dentro del escenario Optimista los rendimientos en los horizontes de tiempo 2010, 2030 y 2100 son significativamente diferentes al año base.

En el escenario Moderado existen diferencias significativas entre el horizonte base y los horizontes 2030 y 2100, en cambio para el horizonte de tiempo 2010 no hay diferencia significativa con el año base.

En el escenario Pesimista todos los rendimientos promedios en los horizontes de tiempo 2010, 2030 y 2100 son significativamente diferentes (95%) al promedio del año base.

En San Isidro entre los escenarios optimista , moderado y pesimista no existe diferencia significativa. En cambio entre los horizontes de tiempo si existe diferencia estadística (Tabla 4).

En el escenario optimista existe diferencia estadística en los horizontes 2030, 2100 con respecto al horizonte base, pero los horizontes 2010 y el base presentan las mismas categorías estadística.

En el escenario moderado y pesimista los horizontes de tiempo 2010, 2030 y 2100 son significativamente diferentes del año base.

El análisis de separación de medias en Limay no indica diferencias significativas entre escenarios, mientras que entre horizontes de tiempo el 2010, 2030 y 2100 son significativamente diferentes del año base (Tabla 4).

En Ocotlán los escenarios optimista, moderado no presentan diferencias estadísticas significativas, únicamente en el escenario pesimista; no obstante entre los horizontes existe diferencia estadística entre ellos.

En Pantasma no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los escenarios optimista y moderado, pero el escenario pesimista presente diferencia estadística, a su vez el escenario moderado y pesimista son iguales estadísticamente.

En los horizontes 2010, 2030 no se encontró diferencia estadística, si no hasta en el 2100 comparándolo con el horizonte base.

En Tipitapa no existen diferencias significativas entre escenarios, en cambio entre horizontes se encontró diferencia estadística.

No importa el escenario existe un efecto significativo en la disminución de los rendimientos en todos los horizontes de tiempo.

En Jalapa no se encontró diferencias estadísticas entre los rendimientos promedios de los escenarios optimista y moderado, a su vez el moderado es estadísticamente igual al pesimista.

Para todos los escenarios optimista, moderado y pesimista en los horizontes de tiempo existen diferencias estadística al año base.

Tabla 4. Rendimientos promedios de frijol en la zona Central, para los diferentes escenarios y horizontes y su respectiva separación de medias por Tukey al 95% de confianza.

Sitios	Horizonte Escenarios	1980	2010	2030	2100
Estelí	Optimista	1425.87	1206.9 a	1083.4 b	861.5 c
	Moderado		1205.0 a	1080.7 b	760.8 d
	Pesimista		1193.4 b	1036.2 bc	520.9 e
San Isidro	Optimista	857.60	671.7 ab	571.6 bc	428.4 cde
	Moderado		671.7 ab	569.9 bc	367.3 ed
	Pesimista		660.7 b	534.3 bcd	249.5 e
Limay	Optimista	1190.67	1065.7 ab	982.0 abc	837.5 bcd
	Moderado		1065.7 ab	980.7 abc	776.4 cd
	Pesimista		1055.1 ab	945.3 abc	633.1 d
Ocotal	Optimista	1459.5	1190.5 ab	1037.5 abc	780.1 cbd
	Moderado		1190.5 ab	1034.0 abc	676.7 cd
	Pesimista		1170.3 ab	972.6 abc	418.3 d
Pantasma	Optimista	2869.60	2764.6 ab	2721.1 ab	2551.1 bc
	Moderado		2764.6 bc	2707.9 ab	2406.1 c
	Pesimista		2759.5 ab	2689.3 abc	1940.5 d
Tipitapa	Optimista	1044.2	844.3 ab	760.0 abc	428.7 cd
	Moderado		844.3 ab	757.3 abc	286.5 ed
	Pesimista		823.8 ab	687.4 cd	87.1 e
Jalapa	Optimista	2814.36	2713.9 ab	2687.2 cb	2574.1 c
	Moderado		2713.9 cb	2680.6 cb	2575.5 c
	Pesimista		2708.9 ab	2687.2 cb	2377.7 d

Nota : Letras minúsculas representan separación entre horizontes para un mismo escenario ó entre escenarios para un mismo horizonte de tiempo.

Entre los sitios:

El comportamiento entre los diferentes sitios muestra para la mayoría de ellos no diferencia significativa entre escenarios pero sí entre horizontes de tiempo. Existiendo una diferenciación entre los sitios tales como Estelí, San Isidro, San Juan de Limay y Ocotal, comparados con los sitios Pantasma, Jalapa y Tipitapa, estos últimos muestran la menor diferencia entre horizontes de tiempo. Lo cual se puede adjudicar al hecho que en los sitios Pantasma y Jalapa los rangos de precipitación y temperatura son amplios en comparación con los demás sitios, lo que permite amortiguar los cambios climáticos proyectados. En el caso particular de Tipitapa, se nota en la separación de medias que si hay diferencia significativa para cada uno de los escenarios y horizontes de tiempo específicos, aunque no de forma general.

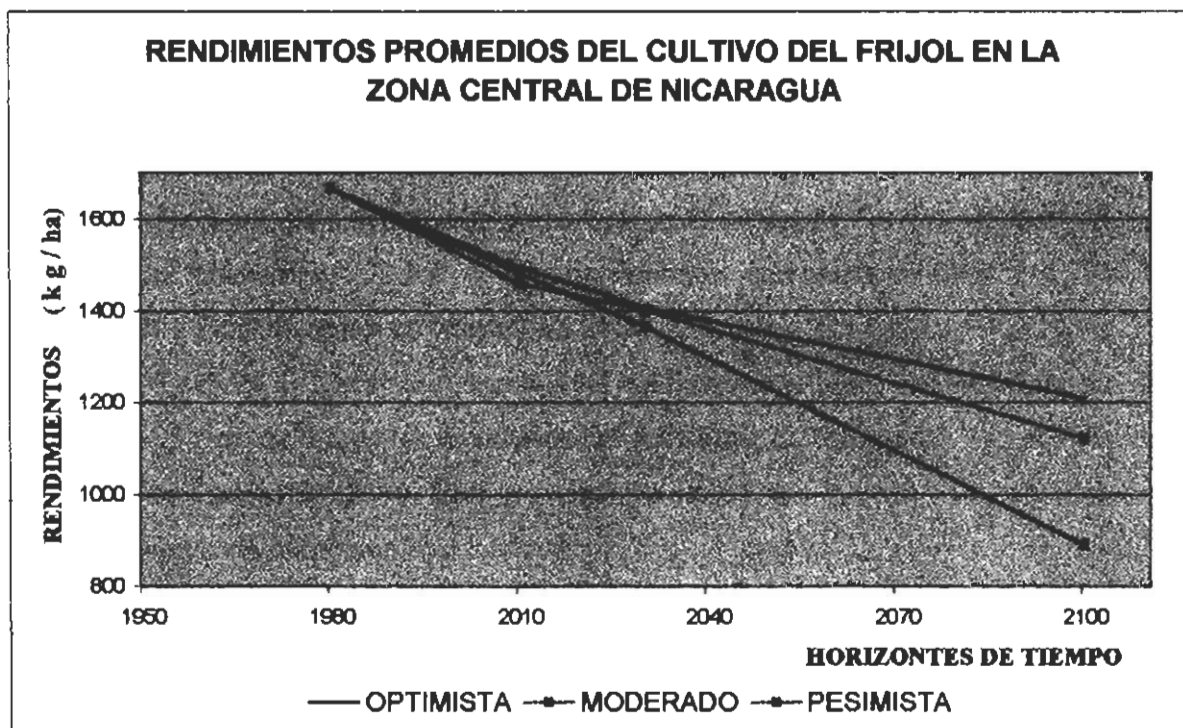


Figura 4. Rendimientos promedios del cultivo de frijol en la zona central de Nicaragua

En la figura 2 se muestra que en la zona central de Nicaragua los rendimientos del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se verían probablemente afectados por los cambios climáticos en cualesquiera que sean los escenarios en que estos se presente, sin embargo en

los horizontes de tiempo los rendimientos disminuirían significativamente. De manera general solo en el horizonte 2100 existe diferencia significativa entre escenarios.

4.1 .2 Reducciones porcentuales de los rendimientos del cultivo de frijol.

Los resultados de los rendimientos promedios del escenario base se consideran el máximo alcanzado, este valor se compara con los escenarios y horizontes de tiempo para obtener la reducción porcentual del rendimiento con relación al base (Tabla 3 y Anexo 4).

En Estelí la comparación porcentual de la reducción del rendimiento por bloques de horizontes de tiempo para los diferentes escenarios son consistentes (15.4 a 16.3% y 24 a 27.3%), con excepción del horizonte 2100 donde si hay valores extremos entre los tres escenarios (39.6 a 63.5%) (Anexo 4).

La tendencia en la reducción del rendimiento refleja que el cambio climático proyectado impacta de manera sustantiva entre horizontes de tiempo mas que entre escenarios, lo se repite en los diferentes sitios como se observa más adelante.

En San Isidro la comparación porcentual de la reducción del rendimiento refleja una descenso del mismo desde 21.7 a 23 % en los diferentes escenarios del horizonte 2010 hasta 50 a 70.9% en los diferentes escenarios del 2100.

En San Juan de Limay la reducción del rendimiento refleja una baja del mismo desde 10.5 a 11.4 % en los diferentes escenarios del horizonte 2010 hasta 29.7 a 46.8 % en los diferentes escenarios del 2100. Con la misma tendencia que los dos sitios anteriores para todos de tiempo sin excepción.

En Ocotul se refleja una disminución del rendimiento desde 18.4 a 19.8 % en los diferentes escenarios del horizonte 2010 hasta 46.5 a 71.3 % en los diferentes escenarios del 2100.

En este sitio a diferencia de San Juan de Limay y semejante a Estelí y San Isidro, hay mayor variabilidad entre escenarios del horizonte 2100 solamente (46.5% a 71.3%), ya que los disminución porcentual de los rendimientos obtenidos para el 2010 y el 2030 son constantes sea cualquier escenario el aplicado (18.4 a 19.8% y 28.9 a 33.4%).

En Pantasma para los diferentes escenarios de los horizontes 2010 y 2030 las reducciones porcentuales son mínimas (3.7 a 3.8% y 5.2 a 6.3%) comparadas con cualquiera de los otros sitios. Aun el descenso de los rendimientos del 2100 no llega a ser grave sino en los escenarios moderado y pesimista, no así en el optimista (11.11%).

Igualmente los dos primeros horizontes de tiempo son consistentes independientemente del escenario aplicado.

En Jalapa se refleja un descenso mínimo para los horizontes 2010 y 2030 (3.6 al 3.7 % y de 4.5 a 4.8%) en los diferentes escenarios. Y en el caso del 2100 solamente el escenario pesimista tiene una baja considerable del rendimiento (15.5%). En este caso se presenta la menor reducción porcentual del rendimiento para todos los sitios.

En Tipitapa se evidencia una caída del 19.1 a 21.1 % en los diferentes escenarios del horizonte 2010 hasta 58.9 a 91.7 % en los escenarios del 2100. En este sitio se presenta la máxima reducción del rendimiento para todos los sitios.

En este sitio también las reducciones se manifiestan por bloque pero solo para el 2010 (19.1 a 21.1%), para el 2030 y 2100 muestra variabilidad de acuerdo a los diferentes escenarios aplicados con valores extremos entre los tres escenarios en particular del 2100 (58.9 a 91.7%). Indicando un sitio con mucha vulnerabilidad a los cambios climáticos proyectados, comparado incluso con Estelí, San Isidro y Ocotal que también muestra alta variabilidad sobre la reducción de los rendimientos en los diferentes escenarios del 2100.

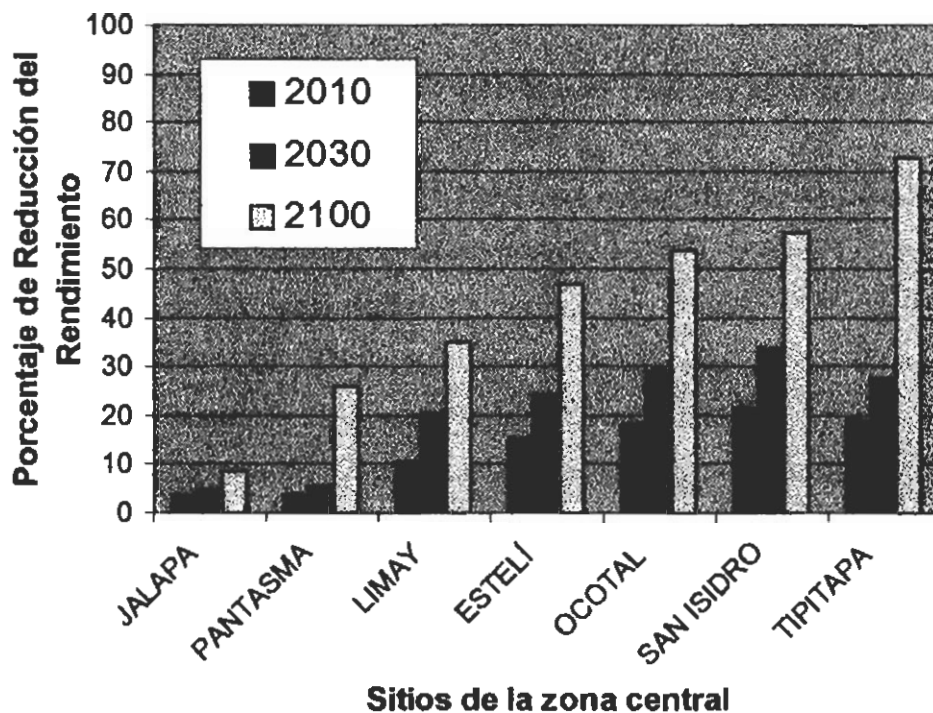


Figura 5. Reducción porcentual del rendimiento del cultivo del frijol para la Zona Central bajo un escenario climático Moderado

Para todos los sitios

Tal como se menciona anteriormente en Tipitapa se presenta la máxima reducción porcentual de los rendimientos tendiendo un comportamiento entre sitios de la siguiente manera: Tipitapa, Ocotal, San Isidro, Estelí, San Juan de Limay, Pantasma y Jalapa en orden descendente, es decir de la mayor a la menor disminución del rendimiento (Figura 3). Donde por supuesto, las reducciones mínimas corresponden al horizonte 2010 y las máximas al 2100. El comportamiento entre los sitios se explica por los rangos de precipitación y temperatura prevalecientes en ellos, los que definen las diferentes áreas agro ecológicas que los sitios representan. De manera que los tipos de áreas agro ecológicas están directamente relacionadas a la capacidad de amortiguamiento de los sitios a los cambios climáticos. Areas con condiciones ambientales favorables tienden aminorar los efectos de los cambios climáticos. Por otro lado los sitios cuya s condiciones ambientales son desfavorables (altas temperaturas y bajas precipitaciones) muestran un efecto (negativo) en el rendimiento mayor que las áreas mencionadas anteriormente.

4.2 Análisis de los rendimientos individuales (año por año) del cultivo de frijol.

Debido a que las condiciones climáticas varían año con año y la serie de datos con que se cuenta es de un período de 15 años (1972 a 1987), se consideró necesario realizar un análisis anual de los rendimientos producidos por el modelo. Para ello se comparó los rendimientos entre los diferentes sitios bajo cada uno de los escenarios y entre los horizontes de tiempo, con relación a un parámetro económico.

Un rendimiento de 322.5 kg/ha representa el mínimo necesario para equiparar los costos con los beneficios de cultivar frijol (punto de equilibrio) (MAG-FOR, 1999). En otras palabras rendimientos inferiores a éste representan costos de producción superiores a los beneficios. A continuación se presentan los gráficos que muestran las frecuencias de rendimientos inferiores a este punto de equilibrio económico.

4.1.2. Frecuencia de rendimientos inferiores al punto de equilibrio Económico y su relación con la precipitación

Escenario Optimista

En un escenario optimista la frecuencia con que se repiten rendimientos inferiores a 322.5 Kg/ha varían entre sitios de la siguiente manera (figura 4):

En Jalapa y Pantasma no encontramos ningún año con rendimientos inferiores al punto de equilibrio, lo que se puede explicar porque en ambos sitios las precipitaciones proyectadas para los diferentes horizontes de tiempo no son en ningún de los años inferiores a los requerimientos de agua del cultivo del frijol (Anexo 12 y 4).

En Tipitapa, Limay y San Isidro se presentan desde 1 hasta 7 años con rendimientos por debajo del punto de equilibrio, aumentando el número de años con relación al horizonte de tiempo. En estos tres sitios sí encontramos varios años donde la precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo es menor que el requerimiento de agua del mismo, lo cual se refleja en los casos donde se presentan los rendimientos críticos (Anexo 12 y 4).

Por otro lado, Ocotal y Estelí son sitios donde el comportamiento del rendimiento es mínimo, ya que solamente en 1 a 3 años de los 15 analizados se encuentran rendimientos inferiores a 322.5 Kg/ha. Así mismo el comportamiento de la precipitación en ambos sitios disminuye en los horizontes de tiempo.

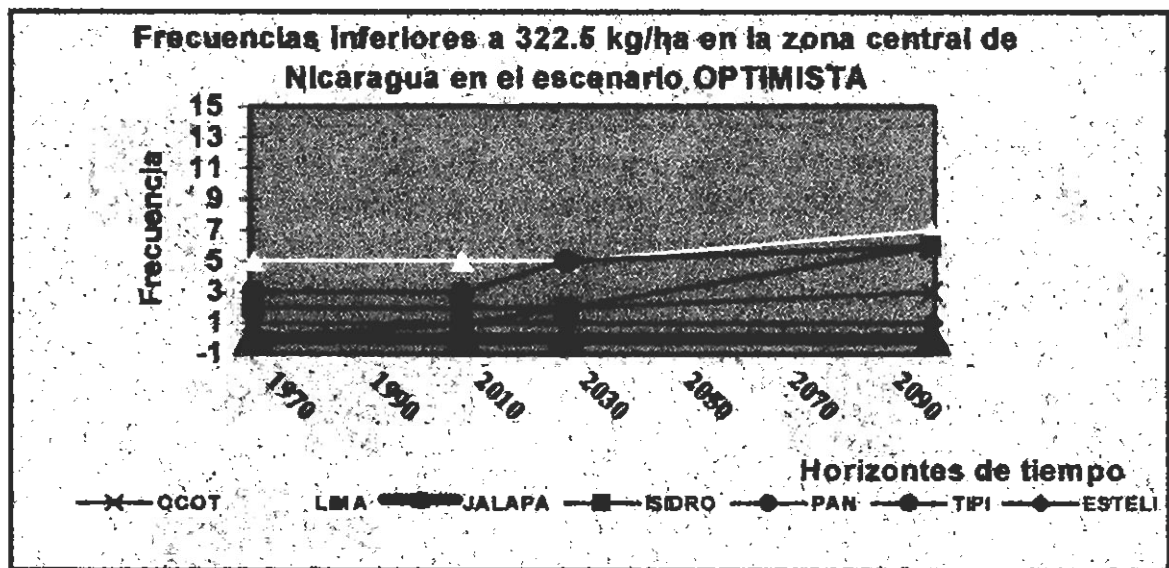


Figura 6. Número de años con rendimientos inferiores a 322.5 Kg/ha para un escenario Optimista, en los 7 sitios de la Zona Central de Nicaragua.

Escenario Moderado

En el Escenario moderado el comportamiento de los años inferiores al punto de equilibrio en los sitios de Pantasma y jalapa son igual al escenario optimista (figura 5)

En el caso de los sitios de Tipitapa se encontraron desde 3 hasta 11 años que son inferiores al punto de equilibrio de una muestra de 15 años, en Limay se observa un aumento en comparación del escenario optimista de 5 veces de los 15 años, que están por debajo de este punto de equilibrio este se mantiene en los horizontes de tiempo.

Con el sitio de San Isidro el aumento de la frecuencia que ocurran rendimientos por debajo del punto de equilibrio varía de 1 hasta 8 veces.

En cambio en Estelí y Ocotal el numero de años que los rendimientos son menores al punto de equilibrio, disminuye en comparación de los sitios anteriores de 1 a 3, aumentando en los horizontes. Estos aumentos se deben a que las precipitaciones siguen disminuyendo en todos escenarios.

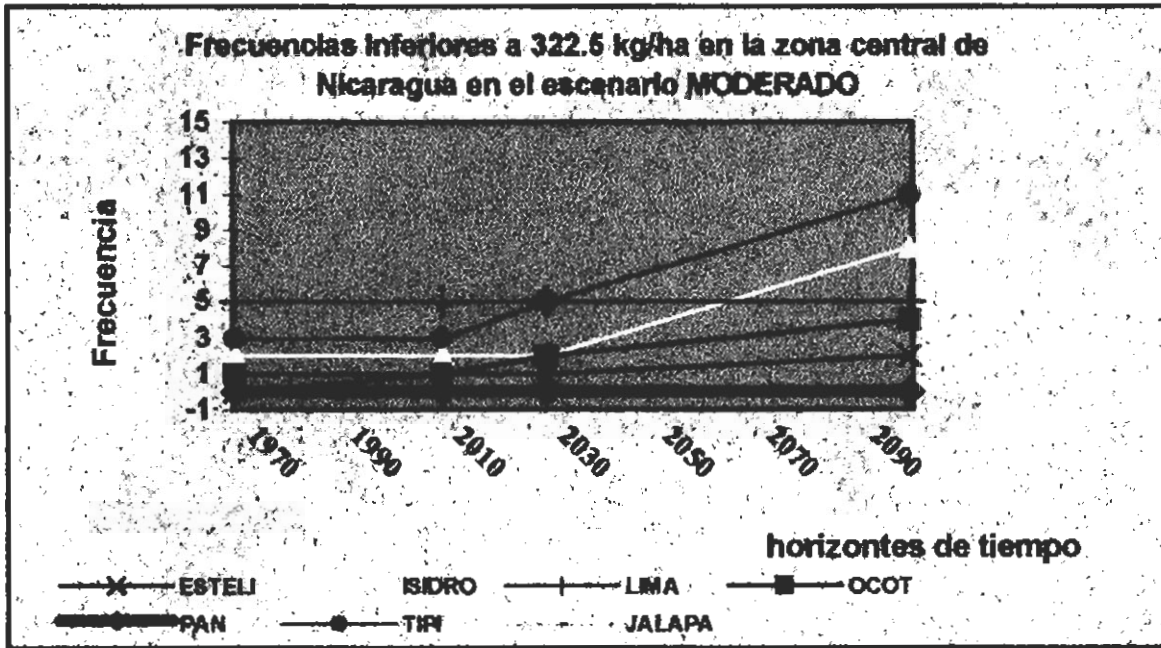


Figura 7. Número de años con rendimiento inferiores a 322.5 kg/ha para un escenario Moderado, en los siete sitios de la zona central de Nicaragua.

Escenario Pesimista

En el escenario pesimista se observa aumento de la frecuencia con que ocurren rendimiento inferiores al punto de equilibrio en los sitios de Estelí, Limay, San Isidro, Ocotal, Tipitapa; teniendo este último el mayor número de años que sobre pasan al punto de equilibrio con 15 de 15 en el horizonte de tiempo 2100, y en los demás sitios varían desde 1 a 11, aumentando en los horizontes de tiempo (figura 6).

En el caso de los sitios de Pantasma y Jalapa no se presentaron años inferiores al punto de equilibrio esto se debe a que las precipitaciones recibidas en el ciclo del cultivo se encuentran en el rango de adaptabilidad del cultivo de frijol.

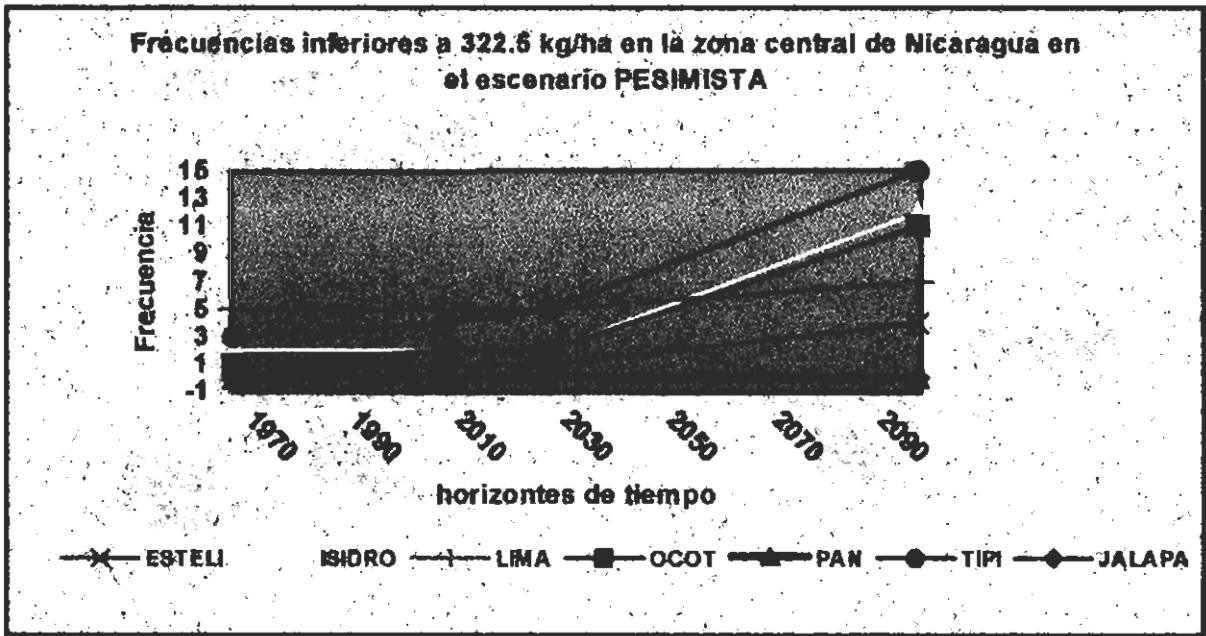


Figura 8. Número de años con rendimiento inferiores a 322.5 kg/ha para un escenario pesimista, en los siete sitios de la zona central de Nicaragua.

V. CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas (95% de confianza) entre los promedios de rendimientos del frijol para los diferentes horizontes de tiempo con el horizonte base para todos los sitios de la zona central de Nicaragua.

Las diferencias entre escenarios no son tan definitivas como las diferencias entre horizontes de tiempo.

Para los sitios Estelí, San Isidro, San Juan de Limay y Ocotal se presenta una mayor frecuencia de diferencias significativas comparados con los sitios Pantasma y Jalapa, los cuales tienen menor número de promedios significativamente diferentes entre horizontes de tiempo.

En el caso de Tipitapa las diferencias entre rendimientos por horizontes de tiempo específicos son las más drásticas, entre escenarios no hay diferencia significativa.

La tendencia general en la reducción porcentual del rendimiento es descendiente a medida que el horizonte de tiempo se aleja del base y en relación a los escenarios el orden general es de pesimista, moderado y optimista (mayor a menor disminución del rendimiento).

La tendencia por sitio en la reducción porcentual del rendimiento es como sigue: Tipitapa, Ocotal, San Isidro, Estelí, San Juan de Limay, Pantasma y Jalapa en orden descendente, es decir de la mayor a la menor disminución del rendimiento.

En el caso del análisis de frecuencia los sitios con menos años con rendimientos inferiores al punto de equilibrio (322.5 Kg/ha) son Pantasma y Jalapa, mostrando una tendencia intermedia Ocotal y San Juan de Limay, siendo Estelí, San Isidro y Tipitapa los que muestran la mayor frecuencia de años adversos.

Esta tendencia es la misma para todos los escenarios, pero va en aumento el número de años donde se presentan rendimientos inferiores al punto de equilibrio desde el escenario optimista hacia el moderado y finalmente el pesimista es el que suma mayor frecuencia.

La variación en el comportamiento de los sitios sea en el efecto de los rendimientos promedios, la reducción porcentual del rendimiento así como en la frecuencia de años donde se presentan rendimientos inferiores al punto de equilibrio se explica por las diferencias agro ecológicas de los sitios.

Los sitios con características agro ecológicas benévolas (mayores precipitaciones y temperaturas moderadas) tienden a amortiguar con mayor facilidad el impacto de los cambios climáticos, tales como Pantasma y Jalapa.

Los sitios con características agro ecológicas críticas (bajas precipitaciones y altas temperaturas) son los que presentan las reducciones mayores en los rendimientos porque tienen mayor vulnerabilidad al impacto de los cambios climáticos, tales como Estelí, San Isidro y Tipitapa.

VI. RECOMENDACIONES

Considerando los posibles cambios climáticos que afectarían los rendimientos en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L); es necesario la concentración de esfuerzos en investigación y transferencias de tecnologías dirigidas hacia la diversificación agrícola, el mejoramiento genético y el manejo de los suelos y agua.

En lo referente a la diversificación, se deberá hacer énfasis en la diversificación a nivel de fincas, la búsqueda de cultivos y/o rubros alternativos y el re ordenamiento del uso de la tierra de acuerdo a las condiciones agro ecológicas prevalecientes en las diferentes zonas, adecuando los usos de la tierra de acuerdo a las capacidades de adaptación de los diferentes cultivos.

En lo respecta a mejoramiento genético, para el frijol es conveniente el énfasis sobre generación /adaptación de variedades con características tolerante a la sequía y/o stress hídrico.

Sobre el manejo de suelos y aguas, las medidas de conservación de suelos y agua contribuirían a aminorar los efectos de reducción de la precipitación y/o de la capacidad de retención de humedad de los suelos, de manera que puedan dirigir trabajos que potencialicen al máximo esta capacidad de los suelos. Desarrollar proyectos de riego en zonas con potencial edáfico y climático, que tengan limitaciones de precipitación debido a la influencia del Cambio Climático.

Recomendaciones metodológicas:

Mejorar la red de estaciones meteorológicas de INETER para contar con un sistema de monitoreo mas eficiente a nivel nacional que permita una base de datos mas precisa y completa

Calibrar el programa DSSATv3 para diferentes cultivos (variedades) con rendimientos observados y esperados para Nicaragua

Contar con información de suelos actualizadas para aplicar este tipo de modelo.

Estudiar la aplicación del DSSATv3.5 para la toma de decisiones en el manejo del cultivo (fechas de siembra, fertilización, control de plagas y otros).

Referencias Bibliográficas

- Arróliga F.; Rivas V. Ramón; Rodríguez R. J. 1997. “*Evaluación de un eventual cambio climático en los cultivos de maíz, frijol y sorgo*”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal y Programa Centroamericano sobre Cambio Climático. Managua, Nicaragua. 30 páginas.
- FAO. 1980. “*Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos*”. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Serie riego y drenaje Boletín 33. 83-85 páginas.
- IPCC. 1995. “*IPCC- Segunda Evaluación. Cambio Climático 1995*”. Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Roma, Italia. 71 páginas.
- MAG. 1997. “*Estudio preliminar de la cadena agroalimentaria del maíz y frijol*”. ”. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal. Managua, Nicaragua. 66 páginas.
- MAGFOR. 1998. “*Boletín Trimestral /Julio 1998*”. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal. Managua, Nicaragua. 69 páginas.
- MAGFOR. 1998. “*Boletín Trimestral/Octubre 1998*”. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal. Managua, Nicaragua. 62 páginas.
- Morales C. 1995. “Las influencias de algunos factores climáticos sobre el frijol”. Universidad Centroamericana. Folleto de la Escuela de Ecología y Recursos Naturales. Managua, Nicaragua. 6 páginas.
- PCCMCA. 1992. XXXVIII Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios y Animales. “*Memoria: maíz, leguminosa y recursos Fitogenéticos*”. Los Aspectos Climáticos y su influencia sobre el frijol común, Blanco, Moisés. 245-250 Páginas.
- Schwartz F; Gálves E.. 1995. “*Problemas de producción del frijol*”. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 417 páginas.
- Somarriba C. 1997. “*Granos básicos*”. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Texto básico de la asignatura. Managua, Nicaragua. 196 Páginas.

ANEXOS

ANEXO 1: ESCENARIO CLIMATICO DE TEMPERATURA (DÉCIMAS DE GRADO) PARA LA VERTIENTE DEL PACIFICO DE NICARAGUA (LATITUD: 12.50°, LONGITUD: -87.50°).

Escenario	Horizonte	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
IS92 - a (Escenario pesimista)	2010	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9
	2030	1.5	1.4	1.3	1.4	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5
	2050	2.2	2.0	1.9	2.0	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.2	2.2	2.1
	2070	2.8	2.6	2.5	2.6	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.6	2.8	2.9	2.8
	2100	3.8	3.5	3.4	3.5	4.0	4.1	3.8	3.8	3.7	3.5	3.8	3.9	3.7
IS92 - d (Escenario moderado)	2010	0.8	0.8	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	2030	1.3	1.2	1.1	1.2	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3
	2050	1.8	1.6	1.6	1.6	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.8	1.8	1.7
	2070	2.1	2.0	1.9	1.9	2.2	2.3	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.2	2.1
	2100	2.6	2.4	2.3	2.4	2.7	2.8	2.6	2.6	2.6	2.4	2.6	2.7	2.6
IS92 - c (Escenario optimista)	2010	0.8	0.8	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	2030	1.3	1.2	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3
	2050	1.7	1.6	1.5	1.5	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6
	2070	2.0	1.8	1.7	1.8	2.0	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8	2.0	2.0	1.9
	2100	2.2	2.0	1.9	2.0	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.2	2.2	2.1

ANEXO2 ESCENARIO CLIMATICO DE PRECIPITACION (Porcentajes) PARA LA VERTIENTE DEL PACIFICO DE NICARAGUA (Latitud: 12.50°, Longitud: -87.50°).

Escenario	Horizonte	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
IS92 - a (Escenario pesimista)	2010	-14.3	-13.0	-15.8	-11.8	-9.1	-6.9	-8.8	-9.3	-7.7	-4.4	-11.3	-12.9	-8.4
	2030	-24.5	-22.3	-27.1	-20.2	-15.7	-11.8	-15.1	-16.0	-13.2	-7.5	-19.3	-22.2	-14.5
	2050	-35.5	-32.3	-39.3	-29.3	-22.7	-17.1	-21.9	-23.2	-19.1	-10.9	-28.0	-32.2	-21.0
	2070	-46.3	-42.1	-51.1	-38.1	-29.6	-22.3	-28.6	-30.2	-24.9	-14.2	-36.5	-41.9	-27.3
	2100	-61.9	-56.3	-68.4	-51.0	-39.6	-29.9	-38.2	-40.5	-33.3	-19.0	-48.9	-56.0	-36.6
IS92 - d (Escenario moderado)	2010	-13.3	-12.1	-14.7	-11.0	-8.5	-6.4	-8.2	-8.7	-7.2	-4.1	-10.5	-12.1	-7.9
	2030	-21.2	-19.3	-23.4	-17.4	-13.6	-10.2	-13.1	-13.8	-11.4	-6.5	-16.7	-19.2	-12.5
	2050	-28.6	-26.0	-31.6	-23.5	-18.3	-13.8	-17.6	-18.7	-15.4	-8.8	-22.5	-25.9	-16.9
	2070	-34.8	-31.7	-38.5	-28.7	-22.3	-16.8	-21.5	-22.8	-18.7	-10.7	-27.5	-31.5	-20.6
	2100	-42.8	-39.0	-47.3	-35.3	-27.4	-20.6	-26.4	-28.0	-23.0	-13.1	-33.8	-38.7	-25.3
IS92 - c (Escenario optimista)	2010	-13.3	-12.1	-14.7	-11.0	-8.5	-6.4	-8.2	-8.7	-7.2	-4.1	-10.5	-12.0	-7.9
	2030	-20.9	-19.0	-23.1	-17.2	-13.4	-10.1	-12.9	-13.7	-11.3	-6.4	-16.5	-18.9	-12.4
	2050	-27.5	-25.0	-30.4	-22.6	-17.6	-13.2	-17.0	-17.9	-14.8	-8.4	-21.7	-24.9	-16.2
	2070	-32.0	-29.2	-35.4	-26.4	-20.5	-15.4	-19.8	-20.9	-17.2	-9.8	-25.3	-29.0	-18.9
	2100	-35.6	-32.4	-39.3	-29.3	-22.8	-17.1	-22.0	-23.2	-19.1	-10.9	-28.1	-32.2	-21.0

ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LOS ARCHIVOS DEL DSSATv3.

<i>NOMBRE INTERNO</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ENTRADAS		
<u>Experimento</u>		
FILEL	Archivo de lista de experimento.	Lista todos los archivos de detalles de experimento disponibles.
FILEX	Archivo de detalles de experimento.	Contiene todos los detalles de un experimento en particular: tratamientos, condiciones de campo, manejo del cultivo y control de simulación.
<u>Clima y Suelo</u>		
FILEW	Archivo de datos de clima.	Datos de clima diarios para una estación y periodo de tiempo específico.
FILES	Archivo de datos de suelo.	Datos de un perfil de suelo para un grupo de sitios experimentales en general o para un sitio específico.
<u>Cultivo y cultivar</u>		
FILEC	Archivo de cultivar.	Coefficientes del cultivar/variedad para una especie de cultivo y modelo.
FILEE	Archivo de ecotipo.	Coefficientes específicos del ecotipo para una especie de modelo y cultivo.
FILEG	Archivo de especies.	Coefficientes específicos del cultivo (especies) para un modelo en particular.

*NOMBRE
INTERNO*

NOMBRE

DESCRIPCIÓN

SALIDAS

OUTO	Archivo de sobrevista.	Sobrevista de entradas de la mayoría de variables de cultivos y suelo.
OUTS	Archivo de resumen.	Resumen de la información: variables de las entradas y salidas de los cultivos y suelos. <i>Presentan información detallada en secuencia de tiempo para:</i>
OUTG	Archivo de crecimiento.	Crecimiento.
OUTC	Archivo de carbono.	Balance de carbono.
OUTW	Archivo de agua.	Balance de agua.
OUTN	Archivo de nitrógeno.	Balance de nitrógeno.
OUTP	Archivo de fósforo.	Balance de fósforo.
OUTD	Archivo de plagas.	Plagas, enfermedades y niveles de daño por malezas.

**ARCHIVOS DE
PRESENTACION
DE
EXPERIMENTO.**

FILEP	Archivos de datos de presentación; parcela.	Datos de presentación (arreglados por parcelas) para un experimento real. Usados para calcular FILEA y FILET.
FILED	Archivos de datos de presentación; fecha.	Datos de presentación (arreglados por fecha) para un experimento real. Usados para calcular FILEA y FILET.
FILEA	Archivo de datos de presentación; promedios.	Valores promedios de datos de presentación para un experimento real (usados para comparar con los resultados de la simulación).
FILET	Archivos de datos de presentación; curso de tiempo.	Datos de curso de tiempo (promedios) para un experimento real (usados para comparar gráficamente con los datos simulados).

ANEXO 4: Andeva (BCA) y separación de medias por Tukey , para los rendimientos promedios de Frijol(*Phaseolus vulgaris* L.) simulados en el programa DSSAT para los Escenarios y Horizontes en la zona central de Nicaragua .

OBS	ESC	HOR	ESCHOR	REP	EST	SIS	LIM	OCO	PAN	TIP	JAL
1	1	1	1-1	1	551	307	279	2186	2956	421	3177
2	1	1	1-1	2	2422	123	2220	1443	3193	247	3383
3	1	1	1-1	3	2419	1591	1945	212	3388	745	2422
4	1	1	1-1	4	2120	602	1344	1599	2411	2702	2179
5	1	1	1-1	5	1069	974	115	585	2710	527	2440
6	1	1	1-1	6	360	859	830	1333	2263	1701	3106
7	1	1	1-1	7	1168	195	47	1550	3101	1052	2705
8	1	1	1-1	8	2114	808	652	1429	2492	804	2446
9	1	1	1-1	9	1870	575	2830	1963	2805	856	2881
10	1	1	1-1	10	1742	1665	667	1279	2919	1241	3068
11	1	1	1-1	11	706	2159	1730	1525	3066	954	2868
12	1	1	1-1	12	1375	696	225	466	2864	1759	3116
13	1	1	1-1	13	1756	848	2788	1381	3097	2532	2413
14	1	1	1-1	14	610	883	1915	1510	2601	81	3197
15	1	1	1-1	15	1106	579	273	3431	3178	41	.
16	1	2	1-2	1	550	253	251	2047	2820	325	3053
17	1	2	1-2	2	1843	139	2220	1114	3055	154	3163
18	1	2	1-2	3	1970	1407	1870	192	3139	666	2335
19	1	2	1-2	4	1618	449	1158	1379	2323	2379	2392
20	1	2	1-2	5	896	686	89	484	2640	342	2262
21	1	2	1-2	6	315	777	740	1087	2137	1436	2976
22	1	2	1-2	7	930	184	46	1129	2975	710	2546
23	1	2	1-2	8	1839	503	516	1158	2507	475	2364
24	1	2	1-2	9	1670	435	2830	1676	2658	621	2826
25	1	2	1-2	10	1587	1365	542	928	2819	922	3010
26	1	2	1-2	11	680	1500	1434	1133	3007	843	2837
27	1	2	1-2	12	1299	522	197	326	2835	1541	3009
28	1	2	1-2	13	1593	722	2309	871	3021	2130	2193
29	1	2	1-2	14	489	685	1573	1043	2509	79	3028
30	1	2	1-2	15	825	448	211	3291	3024	41	.
31	1	3	1-3	1	548	249	213	1854	2785	257	3016
32	1	3	1-3	2	1605	132	2220	954	2995	110	3047
33	1	3	1-3	3	1778	1223	1731	184	3020	608	2267
34	1	3	1-3	4	1322	387	1053	1241	2260	2005	2387
35	1	3	1-3	5	741	558	81	406	2575	256	2163
36	1	3	1-3	6	279	738	668	896	2123	1344	2913
37	1	3	1-3	7	894	166	40	903	2916	671	2527
38	1	3	1-3	8	1682	371	456	962	2724	396	2311
39	1	3	1-3	9	1557	374	2830	1490	2491	1246	2800
40	1	3	1-3	10	1445	1198	484	773	2790	680	2981
41	1	3	1-3	11	639	1153	1280	913	2977	656	2786
42	1	3	1-3	12	1202	446	175	259	2780	1309	2985
43	1	3	1-3	13	1452	648	1967	669	2983	1745	2423
44	1	3	1-3	14	429	547	1374	858	2414	76	3015
45	1	3	1-3	15	678	384	158	3200	2983	41	.
46	1	4	1-4	1	480	210	157	1580	2517	156	2828
47	1	4	1-4	2	1218	120	2220	546	2326	67	2979
48	1	4	1-4	3	1279	981	1558	157	2949	412	2220
49	1	4	1-4	4	830	264	825	1013	2207	840	2330

50	1	4	1-4	5	595	371	80	288	2448	127	2095
51	1	4	1-4	6	237	646	584	535	1992	910	2836
52	1	4	1-4	7	720	141	31	588	2841	341	2477
53	1	4	1-4	8	1389	243	373	720	2660	188	1638
54	1	4	1-4	9	1304	287	2830	1141	2274	749	2762
55	1	4	1-4	10	1213	974	393	499	2744	344	2849
56	1	4	1-4	11	550	699	992	589	2846	358	2749
57	1	4	1-4	12	1098	339	136	189	2740	796	2949
58	1	4	1-4	13	1168	487	1375	389	2892	1037	2363
59	1	4	1-4	14	332	378	888	560	2285	65	2963
60	1	4	1-4	15	509	286	120	2908	2545	41	.
61	2	1	2-1	1	551	307	279	2186	2956	421	3177
62	2	1	2-1	2	2422	123	2220	1443	3193	247	3383
63	2	1	2-1	3	2419	1591	1945	212	3388	745	2422
64	2	1	2-1	4	2120	602	1344	1599	2411	2702	2179
65	2	1	2-1	5	1069	974	115	585	2710	527	2440
66	2	1	2-1	6	360	859	830	1333	2263	1701	3106
67	2	1	2-1	7	1168	195	47	1550	3101	1052	2705
68	2	1	2-1	8	2114	808	652	1429	2492	804	2446
69	2	1	2-1	9	1870	575	2830	1963	2805	856	2881
70	2	1	2-1	10	1742	1665	667	1279	2919	1241	3068
71	2	1	2-1	11	706	2159	1730	1525	3066	954	2868
72	2	1	2-1	12	1375	696	225	466	2864	1759	3116
73	2	1	2-1	13	1756	848	2788	1381	3097	2532	2413
74	2	1	2-1	14	610	883	1915	1510	2601	81	3197
75	2	1	2-1	15	1106	579	273	3431	3178	41	.
76	2	2	2-2	1	550	253	251	2047	2820	325	3053
77	2	2	2-2	2	1844	139	2220	1114	3056	154	3163
78	2	2	2-2	3	1970	1407	1870	192	3139	666	2335
79	2	2	2-2	4	1585	449	1158	1379	2323	2379	2392
80	2	2	2-2	5	898	686	89	484	2540	342	2252
81	2	2	2-2	6	315	777	740	1087	2137	1436	2775
82	2	2	2-2	7	930	184	46	1129	2975	710	2545
83	2	2	2-2	8	1840	503	516	1158	2607	475	2354
84	2	2	2-2	9	1670	435	2830	1676	2558	621	2825
85	2	2	2-2	10	1587	1365	542	928	2819	922	3010
86	2	2	2-2	11	680	1500	1434	1133	3007	843	2837
87	2	2	2-2	12	1299	522	197	326	2833	1541	3007
88	2	2	2-2	13	1593	722	2309	871	3021	2130	2192
89	2	2	2-2	14	489	685	1573	1043	2507	79	3028
90	2	2	2-2	15	825	448	211	3291	3024	41	.
91	2	3	2-3	1	548	249	213	1854	2784	257	3017
92	2	3	2-3	2	1601	132	2220	943	2996	110	3048
93	2	3	2-3	3	1767	1223	1731	182	3021	607	2268
94	2	3	2-3	4	1315	384	1048	1239	2261	1993	2393
95	2	3	2-3	5	740	553	81	404	2576	255	2163
96	2	3	2-3	6	278	738	667	889	2124	1344	2915
97	2	3	2-3	7	893	166	40	900	2918	666	2528
98	2	3	2-3	8	1681	371	456	960	2725	395	2309
99	2	3	2-3	9	1551	374	2830	1487	2491	1236	2801
100	2	3	2-3	10	1446	1195	482	764	2791	681	2877
101	2	3	2-3	11	638	1140	1280	911	2873	654	2787
102	2	3	2-3	12	1203	445	175	258	2781	1310	2986
103	2	3	2-3	13	1450	647	1958	665	2982	1734	2421
104	2	3	2-3	14	426	547	1372	855	2328	76	3016
105	2	3	2-3	15	674	384	158	3199	2968	41	.
106	2	4	2-4	1	448	184	134	1433	2118	118	2775

107	2	4	2-4	2	1007	79	2220	431	1889	51	2952
108	2	4	2-4	3	1093	843	1502	148	2918	286	2175
109	2	4	2-4	4	672	219	721	917	2162	526	2265
110	2	4	2-4	5	500	308	81	240	2352	61	2106
111	2	4	2-4	6	222	608	541	422	1944	695	2821
112	2	4	2-4	7	640	125	27	474	2824	267	2459
113	2	4	2-4	8	1218	194	341	613	2632	129	2136
114	2	4	2-4	9	1208	257	2830	1004	2217	252	2741
115	2	4	2-4	10	1121	814	354	432	2720	233	2827
116	2	4	2-4	11	524	575	859	533	2825	255	2734
117	2	4	2-4	12	1047	263	118	161	2726	576	2937
118	2	4	2-4	13	1003	459	1118	311	2845	726	2251
119	2	4	2-4	14	286	330	700	457	2171	82	2879
120	2	4	2-4	15	423	252	100	2574	1748	41	.
121	3	1	3-1	1	551	307	279	2186	2956	421	3177
122	3	1	3-1	2	2422	123	2220	1443	3193	247	3383
123	3	1	3-1	3	2419	1591	1945	212	3388	745	2422
124	3	1	3-1	4	2120	602	1344	1599	2411	2702	2179
125	3	1	3-1	5	1069	974	115	585	2710	527	2440
126	3	1	3-1	6	360	859	830	1333	2263	1701	3106
127	3	1	3-1	7	1168	195	47	1550	3101	1052	2705
128	3	1	3-1	8	2114	808	652	1429	2492	804	2446
129	3	1	3-1	9	1870	575	2830	1963	2805	856	2881
130	3	1	3-1	10	1742	1665	667	1279	2919	1241	3068
131	3	1	3-1	11	706	2159	1730	1525	3066	954	2868
132	3	1	3-1	12	1375	696	225	466	2864	1759	3116
133	3	1	3-1	13	1756	848	2788	1381	3097	2532	2413
134	3	1	3-1	14	610	883	1915	1510	2601	81	3197
135	3	1	3-1	15	1106	579	273	3431	3178	41	.
136	3	2	3-2	1	545	272	246	2029	2817	315	3050
137	3	2	3-2	2	1825	136	2220	1086	3046	148	3151
138	3	2	3-2	3	1933	1394	1861	191	3132	662	2325
139	3	2	3-2	4	1579	442	1140	1357	2317	2334	2384
140	3	2	3-2	5	881	667	87	477	2631	330	2259
141	3	2	3-2	6	310	769	725	1077	2136	1459	2973
142	3	2	3-2	7	915	181	45	1097	2972	690	2544
143	3	2	3-2	8	1822	482	510	1137	2511	453	2355
144	3	2	3-2	9	1660	426	2830	1648	2636	528	2823
145	3	2	3-2	10	1566	1344	534	907	2816	894	3006
146	3	2	3-2	11	672	1466	1408	1089	3003	821	2834
147	3	2	3-2	12	1293	509	194	316	2831	1522	3006
148	3	2	3-2	13	1594	714	2270	848	3017	2084	2191
149	3	2	3-2	14	490	669	1550	1011	2507	76	3023
150	3	2	3-2	15	816	439	206	3284	3020	41	.
151	3	3	3-3	1	529	241	194	1794	2771	240	3016
152	3	3	3-3	2	1518	130	2220	847	2971	111	3047
153	3	3	3-3	3	1661	1174	1710	176	3014	580	2267
154	3	3	3-3	4	1180	354	991	1197	2252	1748	2387
155	3	3	3-3	5	711	497	80	363	2542	220	2163
156	3	3	3-3	6	264	717	651	798	2105	1248	2913
157	3	3	3-3	7	844	167	38	843	2872	599	2527
158	3	3	3-3	8	1597	338	436	910	2716	342	2311
159	3	3	3-3	9	1501	351	2830	1409	2445	1151	2800
160	3	3	3-3	10	1391	1131	461	694	2778	595	2981
161	3	3	3-3	11	619	1034	1217	828	2862	578	2786
162	3	3	3-3	12	1179	410	166	239	2770	1208	2985
163	3	3	3-3	13	1512	606	1837	576	2966	1571	2423

164	3	3	3-3	14	394	503	1200	783	2317	79	3015
165	3	3	3-3	15	643	361	164	3132	2958	41	.
166	3	4	3-4	1	361	145	73	1050	1085	46	2159
167	3	4	3-4	2	556	67	2220	202	1087	21	2877
168	3	4	3-4	3	483	611	1263	115	2844	77	2027
169	3	4	3-4	4	415	157	469	751	1450	79	1854
170	3	4	3-4	5	301	191	81	167	1731	20	2010
171	3	4	3-4	6	182	563	464	278	1789	206	2738
172	3	4	3-4	7	466	118	24	254	2525	182	2221
173	3	4	3-4	8	790	154	244	317	2451	35	1761
174	3	4	3-4	9	943	158	2830	701	1399	69	2635
175	3	4	3-4	10	838	422	235	283	2266	70	2760
176	3	4	3-4	11	417	317	476	283	2757	86	2652
177	3	4	3-4	12	828	146	102	137	2646	140	2702
178	3	4	3-4	13	722	311	523	165	2471	210	2092
179	3	4	3-4	14	191	215	427	294	2014	25	2800
180	3	4	3-4	15	320	170	65	1277	593	41	

NOMENCLATURA;

<u>ESCENARIOS</u>		<u>HORIZONTES (AÑOS)</u>	
1	OPTIMISTA (a)	1	BASE (1980)
2	MODERADO (d)	2	2010
3	PESMISTA (c)	3	2030
		4	2100

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
ESC	3	1 2 3
HOR	4	1 2 3 4
ESCHOR	12	1-1 1-2 1-3 1-4 2-1 2-2 2-3 2-4 3-1 3-2 3-3 3-4
REP	15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Number of observations in data set = 180

Group	Obs	Dependent Variables
1	180	EST SIS LIM OCO PAN TIP
2	168	JAL

ANDEVA

Dependent Variable: ESTELI

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	25	56066735.9	2242669.4	65.74	0.0001
Error	154	5253452.9	34113.3		
Corrected Total	179	61320188.8			

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	14	43140337.6	3081452.7	90.33	0.0001
ESC	2	324756.2	162378.1	4.76	0.0099
HOR	3	11985149.5	3995049.8	117.11	0.0001
ESC*HOR	6	616492.6	102748.8	3.01	0.0082

	R-Square	C.V.	Root MSE	EST Mean
	0.914328	16.75721	184.698	1102.2000

Dependent Variable: **SAN ISIDRO**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	25	31066354.7	1242654.2	49.99	0.0001
Error	154	3827805.6	24855.9		
Corrected Total	179	34894160.3			
	R-Square	C.V.	Root MSE		SIS Mean
	0.890302	25.92364	157.657		608.16111
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	14	24697715.7	1764122.6	70.97	0.0001
ESC	2	103108.3	51554.2	2.07	0.1292
HOR	3	6106507.3	2035502.4	81.89	0.0001
ESC*HOR	6	159023.3	26503.9	1.07	0.3852

Dependent Variable: **SAN JUAN DE LIMAY**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	25	136284190	5451368	127.20	0.0001
Error	154	6599736	42855		
Corrected Total	179	142883925			
	R-Square	C.V.	Root MSE		LIM Mean
	0.953811	20.85005	207.016		992.87778
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	14	131262848	9375918	218.78	0.0001
ESC	2	127809	63905	1.49	0.2283
HOR	3	4677654	1559218	36.38	0.0001
ESC*HOR	6	215879	35980	0.84	0.5412

Dependent Variable: **OCOTAL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	25	98090350.4	3923614.0	146.90	0.0001
Error	154	4113350.3	26710.1		
Corrected Total	179	102203700.7			
	R-Square	C.V.	Root MSE		OCO Mean
	0.959753	15.26349	163.432		1070.7389
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	14	80548036.6	5753431.2	215.40	0.0001
ESC	2	408611.3	204305.7	7.65	0.0007
HOR	3	16456141.1	5485380.4	205.37	0.0001
ESC*HOR	6	677561.3	112926.9	4.23	0.0006

Dependent Variable: **PANTASMA**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	25	25108320.4	1004332.8	16.72	0.0001
Error	154	9251323.8	60073.5		
Corrected Total	179	34359644.2			
	R-Square	C.V.	Root MSE		PAN Mean
	0.730750	9.279855	245.099		2641.1944
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	14	13673006.4	976643.3	16.26	0.0001
ESC	2	793171.2	396585.6	6.60	0.0018
HOR	3	7906246.8	2635415.6	43.87	0.0001
ESC*HOR	6	2735895.9	455982.7	7.59	0.0001

Dependent Variable: **TIPITAPA**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	25	71558909.4	2862356.4	37.81	0.0001
Error	154	11658640.6	75705.5		
Corrected Total	179	83217550.0			
	R-Square	C.V.	Root MSE		TIP Mean
	0.859902	38.16175	275.146		721.00000
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	14	56044931.8	4003209.4	52.88	0.0001
ESC	2	367357.7	183678.9	2.43	0.0917
HOR	3	14575632.0	4858544.0	64.18	0.0001
ESC*HOR	6	570987.8	95164.6	1.26	0.2805

Dependent Variable: **JALAPA**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	24	20618038.0	859084.9	94.78	0.0001
Error	143	1296102.6	9063.7		
Corrected Total	167	21914140.7			
	R-Square	C.V.	Root MSE		JAL Mean
	0.940855	3.555795	95.2032		2677.4107
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	13	18242983.6	1403306.4	154.83	0.0001
ESC	2	80076.5	40038.3	4.42	0.0138
HOR	3	2002914.5	667638.2	73.66	0.0001
ESC*HOR	6	292063.4	48677.2	5.37	0.0001

SEPARACION DE MEDIAS.TUKEY (Tukey's Studentized Range (HSD) Test)

Means with the same letter are not significantly different.

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

ESCENARIOS

variable: **ESTELI**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 34113.33
 Critical Value of Studentized Range= 3.347
 Minimum Significant Difference= 79.805

Tukey Grouping	Mean	N	ESCENARIO
A	1144.42	60	1
B A	1118.10	60	2
B	1044.08	60	3

variable: **SAN ISIDRO**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 24855.88
Critical Value of Studentized Range= 3.347
Minimum Significant Difference= 68.121

Tukey Grouping	Mean	N	ESCENARIO
A	632.32	60	1
A	616.62	60	2
A	575.55	60	3

variable: **SAN JUAN DE LIMAY**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 42855.43
Critical Value of Studentized Range= 3.347
Minimum Significant Difference= 89.448

Tukey Grouping	Mean	N	ESCENARIO
A	1018.97	60	1
A	1003.38	60	2
A	956.28	60	3

variable: **OCOTAL**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 26710.07
Critical Value of Studentized Range= 3.347
Minimum Significant Difference= 70.616

Tukey Grouping	Mean	N	ESCENARIO
A	1116.90	60	1
A	1090.17	60	2
B	1005.15	60	3

variable: **PANTASMA**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 60073.53
Critical Value of Studentized Range= 3.347
Minimum Significant Difference= 105.9

Tukey Grouping	Mean	N	ESCENARIO
A	2726.58	60	1
B A	2632.28	60	2
B	2564.72	60	3

variable: **TIPITAPA**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 75705.46
Critical Value of Studentized Range= 3.347
Minimum Significant Difference= 118.89

Tukey Grouping	Mean	N	ESCENARIO
A	769.30	60	1
A	733.07	60	2
A	660.63	60	3

variable: **JALAPA**

Alpha= 0.05 df= 143 MSE= 9063.655
Critical Value of Studentized Range= 3.349
Minimum Significant Difference= 42.612

Tukey Grouping		Mean	N	ESCENARIO
	A	2697.39	56	1
B	A	2687.80	56	2
B		2647.04	56	3

HORIZONTES

variable: **ESELI**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 34113.33
Critical Value of Studentized Range= 3.673
Minimum Significant Difference= 101.13

Tukey Grouping		Mean	N	HORIZONTE
	A	1425.87	45	1
	B	1201.78	45	2
	C	1066.78	45	3
	D	714.38	45	4

variable: **SAN ISIDRO**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 24855.88
Critical Value of Studentized Range= 3.673
Minimum Significant Difference= 86.327

Tukey Grouping		Mean	N	HORIZONTE
	A	857.60	45	1
	B	668.00	45	2
	C	558.58	45	3
	D	348.47	45	4

variable: **SAN JUAN DE LIMAY**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 42855.43
Critical Value of Studentized Range= 3.673
Minimum Significant Difference= 113.35

Tukey Grouping		Mean	N	HORIZONTE
	A	1190.67	45	1
	B	1062.18	45	2
	B	969.69	45	3
	C	748.98	45	4

variable: **OCOTAL**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 26710.07
Critical Value of Studentized Range= 3.673
Minimum Significant Difference= 89.489

Tukey Grouping		Mean	N	HORIZONTE
	A	1459.47	45	1
	B	1183.78	45	2
	C	1014.69	45	3
	D	625.02	45	4

variable: **PANTASMA.**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 60073.53
Critical Value of Studentized Range= 3.673
Minimum Significant Difference= 134.21

Tukey Grouping	Mean	N	HORIZONTE
A	2869.60	45	1
B	2706.09	45	3
B	2689.87	45	2
C	2299.22	45	4

variable: **TIPITAPA**

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 75705.46
Critical Value of Studentized Range= 3.673
Minimum Significant Difference= 150.66

Tukey Grouping	Mean	N	HORIZONTE
A	1044.20	45	1
B	837.44	45	2
B	734.89	45	3
C	267.47	45	4

variable: **JALAPA**

Alpha= 0.05 df= 143 MSE= 9063.655
Critical Value of Studentized Range= 3.676
Minimum Significant Difference= 54.007

Tukey Grouping	Mean	N	HORIZONTE
A	2814.36	42	1
B	2701.12	42	2
B	2685.02	42	3
C	2509.14	42	4

SEPARACION DE MEDIAS DE LAS COMBINACIONES
ESCENARIOS*HORIZONTES (Tukey's Studentized Range (HSD) Test)

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate but generally has a higher type II error rate than REGWQ. Means with the same letter are not significantly different.

variable: ESTELI

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 34113.33
Critical Value of Studentized Range= 4.694
Minimum Significant Difference= 223.85

Tukey Grouping		Mean	N	ESCHOR
	A	1425.87	15	1-1
	A	1425.87	15	2-1
	A	1425.87	15	3-1
B	A	1206.93	15	1-2
B	A	1205.00	15	2-2
B		1193.40	15	3-2
B	C	1083.40	15	1-3
B	C	1080.73	15	2-3
B	C	1036.20	15	3-3
D	C	861.47	15	1-4
D		760.80	15	2-4
	E	520.87	15	3-4

variable: SAN ISIDRO

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 24855.88
Critical Value of Studentized Range= 4.694
Minimum Significant Difference= 191.08

Tukey Grouping		Mean	N	ESCHOR
	A	857.60	15	1-1
	A	857.60	15	2-1
	A	857.60	15	3-1
B	A	671.67	15	1-2
B	A	671.67	15	2-2
B		660.67	15	3-2
B	C	571.60	15	1-3
B	C	569.87	15	2-3
B	C D	534.27	15	3-3
E	C D	428.40	15	1-4
E		367.33	15	2-4
E		249.67	15	3-4

variable: SAN JUAN DE LIMAY

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 42855.43
Critical Value of Studentized Range= 4.694
Minimum Significant Difference= 250.9

Tukey Grouping		Mean	N	ESCHOR
	A	1190.67	15	1-1
	A	1190.67	15	2-1
	A	1190.67	15	3-1
B	A	1065.73	15	1-2
B	A	1065.73	15	2-2
B	A	1055.07	15	3-2
B	A C	982.00	15	1-3
B	A C	980.73	15	2-3
B	A C	946.33	15	3-3
B	D C	837.47	15	1-4

D	C	776.40	15	2-4
D		633.07	15	3-4

variable: OCOTAL

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 26710.07
 Critical Value of Studentized Range= 4.694
 Minimum Significant Difference= 198.08

Tukey Grouping		Mean	N	ESCHOR
A		1459.47	15	1-1
A		1459.47	15	2-1
A		1459.47	15	3-1
B		1190.53	15	1-2
B		1190.53	15	2-2
C	B	1170.27	15	3-2
C	B	1037.47	15	1-3
C	B	1034.00	15	2-3
C	D	972.60	15	3-3
E	D	780.13	15	1-4
E		676.67	15	2-4
	F	418.27	15	3-4

variable: PANTASMA

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 60073.53
 Critical Value of Studentized Range= 4.694
 Minimum Significant Difference= 297.05

Tukey Grouping		Mean	N	ESCHOR
	A	2869.60	15	1-1
B	A	2764.60	15	1-2
B	A	2721.07	15	1-3
B	C	2551.07	15	1-4
	A	2869.60	15	2-1
B	C	2545.53	15	2-2
B	A	2707.93	15	2-3
	C	2406.07	15	2-4
	A	2869.60	15	3-1
B	A	2759.47	15	3-2
B	A C	2689.27	15	3-3
	D	1940.53	15	

variable: TIPITAPA

Alpha= 0.05 df= 154 MSE= 75705.46
 Critical Value of Studentized Range= 4.694
 Minimum Significant Difference= 333.47

Tukey Grouping		Mean	N	ESCHOR
A		1044.2	15	1-1
A		1044.2	15	2-1
A		1044.2	15	3-1
B	A	844.3	15	1-2
B	A	844.3	15	2-2
B	A	823.8	15	3-2
B	A C	760.0	15	1-3
B	A C	757.3	15	2-3

B	C	687.4	15	3-3
	D	428.7	15	1-4
E	D	286.5	15	2-4
E		87.1	15	3-4

variable: **JALAPA**

Alpha= 0.05 df= 143 MSE= 9063.655
 Critical Value of Studentized Range= 4.700
 Minimum Significant Difference= 119.57

Tukey Grouping	Mean	N	ESCHOR
A	2814.36	14	1-1
A	2814.36	14	2-1
A	2814.36	14	3-1
B	2713.86	14	1-2
B	2708.86	14	3-2
B	2687.21	14	1-3
B	2687.21	14	3-3
B	2680.64	14	2-2
B	2680.64	14	2-3
C	2575.57	14	2-4
C	2574.14	14	1-4
D	2377.71	14	3-4

ANEXO 5: Principales características edáficas de los perfiles de suelo de la región central de Nicaragua utilizados en el DSSAT.

Lugar	No	Sub grupo taxonómico	Prof. (cm)	Txt.	PH	MO (%)	Da g/cm ³	CIC (mep/100g)	Pp Media anual	T° Media anual	coordenadas
jalapa	12	Fluventic distropepts	50	LO	5.5	1.2	1.6	18	1400-1600	23-24	E597220 N150360
San juan De limay	7	Pachic Hasplustolls	48	LO	6.5	1.5	0.9	44	1000-1400	25-26	E5426000 N1460100
tipitapa	2	Typic DurustolLS	33	CLLO	5.7	1.0	1.1	54	1000-1200	26-27	E599900 N1344000
esteli	5	Typic Pellusters	70	CLLO	6.9	1.5	0.9	61	800-1000	21-22	E5570525 N1450675
Ocotal	1	Typic Ustorhents	60	CL	5.4	1.4	1.2	16	1000-1800	24-25	E555400 N1507750
Pantasma	2	Vertic Haspludolls	48	LO	5.8	0.8	0.93	42	1600-1800	22-23	E614395 N1479800
San isidro	12	Vertic Argiudolls	47	CL	8.5	1.6	1.4	40	1000-1800	25-26	E588700 N142590

MO: Materia organica

Da : Densidad aparente

CIC: Capacidad de intercambio cationico

LO : Franco

CL : Arcilloso

CLLO: Franco arcilloso

ANEXO 8: FORMULAS Y RAZONES DE CONVERSION

$$N. \text{ Total} = \left(\frac{\%m.o.}{20} \right) (10) C. \text{ Orgánico} = \left(\frac{\%m.o.}{1.724} \right) (10)$$

$$\text{Radiación Global} = \left[a + b \left(\frac{n}{N} \right) \right]$$

$$a = 0.3$$

$$b = 0.43$$

Imm agua evaporable = 58.6 Cal.

I Cal = 4.185 J

Imm agua evaporable = 2.45241 MJ/m²

ANEXO 9 Mascarilla de formulas para aplicar escenarios de precipitacion a los años del periodo de referencia.

Años	Horizontes de Tiempo			Escenarios Climáticos			
	2010 *	2030 *	2100 *	2010 *	2030 *	2100 *	
BASE							
X ₁	X ₁ (A ₁ /100 + 1)	X ₁ (B ₁ /100 + 1)	X ₁ (C ₁ /100 + 1)	E	A ₁	B ₁	C ₁
.	.	.	.	F	A ₂	B ₂	C ₂
.	.	.	.	M	A ₃	B ₃	C ₃
.	.	.	.	A	A ₄	B ₄	C ₄
X ₃₂	X ₃₂ (A ₂ /100 + 1)	X ₃₂ (B ₂ /100 + 1)	X ₃₂ (C ₂ /100 + 1)	M	A ₅	B ₅	C ₅
.	.	.	.	J	A ₆	B ₆	C ₆
.	.	.	.	J	A ₇	B ₇	C ₇
.	.	.	.	A	A ₈	B ₈	C ₈
X ₆₁	X ₆₁ (A ₃ /100 + 1)	X ₆₁ (B ₃ /100 + 1)	X ₆₁ (C ₃ /100 + 1)	S	A ₉	B ₉	C ₉
.	.	.	.	O	A ₁₀	B ₁₀	C ₁₀
.	.	.	.	N	A ₁₁	B ₁₁	C ₁₁
.	.	.	.	D	A ₁₂	B ₁₂	C ₁₂
X ₃₆₅	X ₃₆₅ (A ₁₂ /100 + 1)	X ₃₆₅ (B ₁₂ /100 + 1)	X ₃₆₅ (C ₁₂ /100 + 1)				

ANEXO 10 Mascarilla de formulas para aplicar escenarios de temperatura a los años del periodo de referencia

Años	Horizontes de Tiempo			Escenarios Climáticos			
	2010 *	2030 *	2100 *	2010 *	2030 *	2100 *	
BASE							
X ₁	X ₁ + A ₁	X ₁ + B ₁	X ₁ + C ₁	E	A ₁	B ₁	C ₁
.	.	.	.	F	A ₂	B ₂	C ₂
.	.	.	.	M	A ₃	B ₃	C ₃
.	.	.	.	A	A ₄	B ₄	C ₄
X ₃₂	X ₃₂ + A ₂	X ₃₂ + B ₂	X ₃₂ + C ₂	M	A ₅	B ₅	C ₅
.	.	.	.	J	A ₆	B ₆	C ₆
.	.	.	.	J	A ₇	B ₇	C ₇
.	.	.	.	A	A ₈	B ₈	C ₈
X ₆₁	X ₆₁ + A ₃	X ₆₁ + B ₃	X ₆₁ + C ₃	S	A ₉	B ₉	C ₉
.	.	.	.	O	A ₁₀	B ₁₀	C ₁₀
.	.	.	.	N	A ₁₁	B ₁₁	C ₁₁
.	.	.	.	D	A ₁₂	B ₁₂	C ₁₂
X ₃₆₅	X ₃₆₅ + A ₁₂	X ₃₆₅ + B ₁₂	X ₃₆₅ + C ₁₂				

Anexo11 Cantidad de precipitación(mm) recibida en el ciclo del cultivo de frijol (phaseolus vulgaris L.) en la zona central de Nicaragua.

base	2010c	2030c	2100c	2010d	2030d	2100d	2010a	2030a	2100a
277	257	245	223	257	245	212	256	240	182
351	326	312	285	326	311	271	324	305	237
523	480	456	409	480	455	386	477	445	326
478	443	423	383	443	422	364	441	413	314
516	477	453	415	477	453	393	473	443	336
630	576	546	487	576	544	458	573	532	381
475	441	325	317	441	324	303	457	318	528
398	366	348	340	366	347	320	363	339	269
411	382	516	455	382	515	341	385	504	334
580	534	506	455	534	505	429	530	494	364
411	379	360	323	379	359	306	376	351	259
658	606	577	519	606	575	491	603	563	426
686	635	605	548	635	604	520	602	591	446
248	230	219	199	230	219	189	228	214	170
215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
base	2010c	2030c	2100c	2010d	2030d	2100d	2010a	2030a	2100a
396	362	342	306	362	341	288	359	334	239
405	368	349	297	368	349	280	365	330	236
606	550	514	461	550	512	436	547	501	366
465	420	396	349	420	395	325	417	385	255
794	725	686	575	725	685	541	719	669	454
635	584	552	493	584	551	466	578	538	393
565	519	490	437	519	489	412	516	476	344
519	480	456	401	480	456	379	477	446	324
374	340	324	289	340	323	272	338	315	228
671	610	578	518	610	578	489	606	564	410
979	894	847	757	894	846	713	888	825	596
913	833	790	708	833	788	688	828	770	561
436	401	375	337	401	374	317	398	366	267
575	521	494	442	521	492	417	518	480	351
370	338	316	278	338	316	259	336	309	209
base	2010c	2030c	2100c	2010d	2030d	2100d	2010a	2030a	2100a
395	364	346	312	364	345	293	362	338	248
262	242	230	201	242	223	191	240	218	163
110	102	96	86	102	96	81	101	94	68
475	440	420	381	440	419	362	438	411	312
519	476	453	409	476	452	388	474	442	330
509	464	434	384	464	433	359	461	422	295
513	470	445	397	470	444	374	467	434	312
567	523	497	448	523	496	424	520	485	361
598	554	529	480	554	528	456	551	517	391
620	572	544	489	572	543	463	568	531	393
498	460	438	395	460	437	374	457	428	319
445	403	379	333	403	378	310	400	368	250
414	380	360	320	380	359	302	377	348	253
462	427	406	367	427	405	346	424	397	295
442	407	387	348	407	386	328	405	377	277
base	2010c	2030c	2100c	2010d	2030d	2100d	2010a	2030a	2100a
554	477	452	406	477	452	383	474	441	322

640	640	640	640	640	640	640	640	640	640
517	477	454	410	477	453	388	474	443	330
574	529	504	454	529	503	429	526	491	365
346	318	301	270	318	301	255	316	294	214
809	747	711	644	747	710	610	742	695	522
669	614	583	522	614	582	492	610	568	413
718	655	619	552	655	618	519	650	603	431
630	630	630	630	630	630	630	630	630	630
460	422	400	359	422	400	338	420	390	284
975	900	856	774	900	855	733	894	838	625
653	599	568	508	599	567	478	595	553	400
679	617	584	526	617	583	497	613	571	421
740	679	644	578	679	643	545	675	628	457
444	405	383	340	405	382	319	402	372	264
base	2010c	2030c	2100c	2010d	2030d	2100d	2010a	2030a	2100a
562	501	470	396	501	470	370	498	457	295
522	460	425	382	460	424	360	456	414	304
666	617	582	514	617	581	481	613	566	393
975	718	669	613	718	666	566	712	663	481
642	577	571	474	577	569	437	573	553	380
936	856	803	718	856	801	677	850	782	568
667	605	571	492	605	567	461	600	542	389
1023	960	914	759	960	912	752	953	827	574
948	869	823	735	869	821	693	862	802	579
885	804	762	683	804	761	644	798	743	540
1039	935	884	784	935	879	736	929	858	609
785	724	685	618	724	684	586	720	669	498
847	680	691	483	680	690	570	686	536	342
710	644	608	537	644	606	504	639	591	412
base	2010c	2030c	2100c	2010d	2030d	2100d	2010a	2030a	2100a
345	316	299	267	316	298	251	314	291	209
350	322	306	275	322	305	260	320	298	220
226	208	198	179	208	198	169	207	193	143
259	238	221	198	238	221	187	236	216	158
494	452	433	393	452	432	374	450	423	322
510	471	448	405	471	448	384	468	438	328
393	362	346	312	362	345	295	360	336	254
509	463	437	390	463	437	366	459	426	305
369	340	324	292	340	323	276	338	316	236
354	325	309	275	325	308	260	323	301	220
434	400	380	343	400	380	324	397	371	276
310	285	271	243	285	270	230	283	264	194
283	260	246	221	260	246	209	258	240	175
264	241	228	203	241	228	192	240	223	160
319	290	274	243	290	274	227	289	266	186
base	2010c	2030c	2100c	2010d	2030d	2100d	2010a	2030a	2100a
364	336	319	288	336	319	273	334	312	232
348	321	305	274	321	304	256	319	297	213
287	265	252	226	265	251	214	263	246	178
814	746	707	633	746	705	596	741	689	498
431	398	379	343	398	378	325	395	370	279
431	398	378	341	398	377	322	395	369	274

351	324	309	280	324	309	263	323	302	226
529	487	463	417	487	462	394	484	452	334
583	538	511	462	538	510	437	535	499	372
626	578	549	497	578	548	471	574	537	402
856	785	743	665	785	742	626	780	725	523
342	301	285	261	301	285	249	299	280	217
581	536	509	458	536	508	433	532	516	366
389	355	335	297	355	335	279	353	326	230
319	290	274	243	290	274	227	289	266	186

Anexo 12. Temperatura en ciclo. del cultivo de frijol en la zona central de Nicaragua

		Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)
Optimista	Base	21.3	24.6	24.1	23.1	24.5	27.7	21.2
	2010	21.9	25.4	24.8	23.9	25.3	28.5	22.0
	2030	22.4	25.9	25.2	24.4	25.8	28.9	22.4
	2100	23.4	26.8	25.9	25.3	26.7	29.8	23.4
Moderado	2010	21.9	25.4	24.8	23.9	25.3	28.5	23.4
	2030	22.4	25.9	25.2	24.4	25.8	29.0	22.5
	2100	23.7	27.2	26.3	25.7	27.3	30.2	23.8
Pesimista	2010	22.0	25.5	24.8	24.0	25.4	28.6	22.0
	2030	21.9	26.1	25.4	24.6	26.0	29.1	22.7
	2100	24.9	28.4	27.3	26.9	28.3	31.2	25.0

Anexo 13. Comparación porcentual de las medias del año base, con respecto a los horizontes de tiempo de la zona Central de Nicaragua

Horizontes Escenarios	Temperatura (°C)					
Base	1425.9					
2010	1206.9	1205.0	1193.4	-15.4	-15.5	-16.3
2030	1083.4	1080.7	1036.2	-24.0	-24.2	-27.3
2100	861.5	760.8	520.9	-39.6	-46.6	-63.5
Horizontes Escenarios	Precipitación (mm)					
Base	857.6					
2010	671.7	671.7	660.7	-21.7	-21.7	-23.0
2030	571.6	569.9	534.3	-33.3	-33.6	-37.7
2100	428.4	367.3	249.7	-50.0	-57.2	-70.9

Horizonte Escenarios						
Base	1190.7					
2010	1065.7	1065.7	1055.1	-10.5	-10.5	-11.4
2030	982.0	980.7	946.3	-17.5	-17.6	-20.5
2100	837.5	776.4	633.1	-29.7	-34.8	-46.8
Horizonte Escenarios						
Base	1459.5					
2010	1190.5	1190.5	1170.3	-18.4	-18.4	-19.8
2030	1037.5	1034.0	972.6	-28.9	-29.2	-33.4
2100	780.1	676.7	418.3	-46.5	-53.6	-71.3
Horizonte Escenarios						
Base	2869.6					
2010	2759.5	2759.5	2764.6	-3.7	-3.7	-3.8
2030	2707.9	2689.3	2551.1	-5.2	-5.6	-6.3
2100	2545.5	2406.1	1940.5	-11.1	-26.2	-32.4
Horizonte Escenarios						
Base	2814.4					
2010	2713.9	2713.9	2708.9	-3.6	-3.6	-3.7
2030	2687.2	2687.2	2680.6	-4.5	-4.5	-4.8
2100	2574.1	2575.6	2377.7	-8.5	-8.5	-8.5
Horizonte Escenarios						
Base	1044.2					
2010	844.3	844.3	800.1	-19.1	-19.1	-21.1
2030	760.0	757.3	687.4	-27.2	-27.5	-34.2
2100	428.7	286.5	87.1	-58.9	-72.6	-91.7

Horizonte Escenarios						
Base	1190.7					
2010	1065.7	1065.7	1055.1	-10.5	-10.5	-11.4
2030	982.0	980.7	946.3	-17.5	-17.6	-20.5
2100	837.5	776.4	633.1	-29.7	-34.8	-46.8
Horizonte Escenarios						
Base	1459.5					
2010	1190.5	1190.5	1170.3	-18.4	-18.4	-19.8
2030	1037.5	1034.0	972.6	-28.9	-29.2	-33.4
2100	780.1	676.7	418.3	-46.5	-53.6	-71.3
Horizonte Escenarios						
Base	2869.6					
2010	2759.5	2759.5	2764.6	-3.7	-3.7	-3.8
2030	2707.9	2689.3	2551.1	-5.2	-5.6	-6.3
2100	2545.5	2406.1	1940.5	-11.1	-26.2	-32.4
Horizonte Escenarios						
Base	2814.4					
2010	2713.9	2713.9	2708.9	-3.6	-3.6	-3.7
2030	2687.2	2687.2	2680.6	-4.5	-4.5	-4.8
2100	2574.1	2575.6	2377.7	-8.5	-8.5	-8.5
Horizonte Escenarios						
Base	1044.2					
2010	844.3	844.3	800.1	-19.1	-19.1	-21.1
2030	760.0	757.3	687.4	-27.2	-27.5	-34.2
2100	428.7	286.5	87.1	-58.9	-72.6	-91.7