



UNIVERSIDAD DE CHILE  
VICERRECTORIA DE ASUNTOS ACADEMICOS  
DEPARTAMENTO DE POSGRADO Y POSTITULO  
Programa Inter Facultades

**“Escenarios de Cambio Climático y Evaluación de sus Posibles  
Impactos en el Comportamiento Productivo del Cultivo del  
Arroz en la República de Panamá”**

**Tesis para optar al Grado de Magíster en Gestión y Planificación  
Ambiental**

Autor:

**Andrea Moreno de Buitrago**

**Director de Tesis: Dr. Fernando Santibáñez**

---

Santiago, Chile 2002

UNIVERSIDAD DE CHILE  
VICERRECTORIA DE ASUNTOS ACADEMICOS  
DEPARTAMENTO DE POSGRADO Y POSTITULO  
Programa Inter Facultades

**“Escenarios de Cambio Climático y Evaluación de sus Posibles  
Impactos en el Comportamiento Productivo del Cultivo del  
Arroz en la República de Panamá”**

Andrea Moreno de Buitrago

Calificaciones:

Director de Tesis:

Dr. Fernando Santibáñez

.....

**Comisión de Evaluación de Tesis:**

Presidenta

Dr. Carmen Luz de la Maza

.....

Profesores Informantes

Dr. Víctor García de Cortazar

.....

Dr. Gabriel Sellés

.....

**Dedicatoria:**

*A Dios todopoderoso y eterno;  
A mi esposo Pedro Pablo B.B.;  
A mis hijos Karen, Anya y Pedro Pablo B.M.;  
A mi madre, suegra y hermanas (os);  
A mis amigos y amigas.*

*La humildad trae gracia y felicidad a la vida; permite acomodarse a las situaciones difíciles sin pensar en lo que se está dejando ó renunciando, nos vuelve más sencillos y naturales, permite que nos concentremos en lo que estamos haciendo, y que lo hagamos correctamente.*

*La humildad hace que podamos ver los beneficios en cada escena de la vida, haciendo que nuestras interacciones giren en un ambiente más agradable, así logramos un lugar en el corazón de todos, eliminando en un segundo aquello que nos hiere y no nos deja crecer.*

*Siendo humildes comprenderemos que aún tenemos mucho por mejorar, mucho que aprender y que podemos ocuparnos en la tarea de crecer.*

*Andrea Moreno de Buitrago  
Pensamiento Inédito*

## **Agradecimiento:**

Agradezco a Dios nuestro señor por la oportunidad que he tenido de aprender, mejorar y de crecer junto a personas tan especiales para mí.

Agradecimiento especial para mi Profesor Guía Dr. Fernando Santibáñez, por su amistad, paciencia y su constante apoyo durante el desarrollo de esta tesis. De igual forma deseo expresar mi agradecimiento al Comité Calificador de esta tesis a la Presidenta Dra. Carmen Luz de la Maza y los Profesores Informantes Dr. Víctor García de Cortazar y el Dr. Gabriel Sellés, por su apoyo para la culminación de esta tesis.

A la Autoridad Nacional de Ambiente de la República de Panamá, institución para la cual laboro; al gobierno de Estados Unidos a través de la Agencia Interamericana para el Desarrollo (AID), por la beca otorgada; y a la Agencia de Cooperación Internacional AGCI del gobierno de Chile por el asesoramiento y cooperación en mi estadía en la República de Chile, por la confianza depositada en mí para realizar este Magíster.

Al Departamento de Postgrado y Postítulo, por la beca otorgada para la culminación de esta tesis.

Al coordinador del Magíster Dr. Hugo Romero por su apoyo y amistad.

A los profesores titulares y asistentes de la Universidad de Chile, por los aportes académicos y amistosos.

A la secretaria del Magíster Gestión y Planificación Ambiental de la Universidad de Chile, Sta. Alexia Pereira, por su atención y amistad.

A las secretarías de la Vicerrectoría de Asuntos académicos de la Universidad de Chile, Sras. Marcia Nelly Calfuco y Marcela Lagos, gracias por su colaboración y afecto.

Al personal del Centro de Agronomía y Medio Ambiente por su amistad y cooperación.

A mi familia por tener la paciencia de esperarme con tanta vehemencia.

A mis compañeros y amigos por compartir las angustias y gratificaciones, a todos ellos gracias.

Con mucho cariño, humildemente Andrea Moreno de Buitrago

## RESUMEN

La investigación se enmarca en los posibles impactos de un nuevo escenario climático en la producción agrícola, particularmente en la productividad del arroz (*Oryza sativa*). Con este fin se utilizó el modelo ecofisiológico SIMPROC, que simula el comportamiento del cultivo en un escenario de cambio climático con un aumento de la temperatura de 2,5 °C. Los escenarios climáticos se generaron con el modelo de circulación general HADCM2. A la luz de los resultados se proponen acciones estratégicas para adaptar el sistema de cultivo a los nuevos escenarios climáticos, minimizando los impactos negativos y aprovechando aquellas condiciones favorables que podrían emerger.

El uso del modelo ecofisiológico SIMPROC permitió comprender las relaciones e interacciones entre los factores climáticos y la productividad del arroz, resultando en un adecuado nivel de prognosis en el comportamiento actual del cultivo. Los nuevos escenarios climáticos producirían, eventuales impactos negativos para la producción de arroz en la República de Panamá. Sin embargo, es posible esperar mayor estabilidad en los rendimientos bajo condiciones de riego, cambiando las fechas de siembra y adecuando las prácticas agronómicas.

Los resultados muestran la aceptación de la hipótesis que el clima de la República de Panamá podría sufrir modificaciones que afectarían el comportamiento productivo del cultivo del arroz, a consecuencia de eventuales cambios climáticos globales. Haciendo necesaria la implementación de estrategias de adaptación. El procedimiento estratégico de adaptación, prevé una transformación productiva basada en tres programas que incluyen: Manejo Racional de los Recursos Hídricos, Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas y Alerta Temprana.

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos climáticos de línea base y escenario climático para el año 2010 de las estaciones experimentales de Divisa y David.....	25
Tabla 2. Síntesis de la simulación del modelo SIMPROC, para la Estación David Línea Base 1973 – 2001.....	29
Tabla 3. Síntesis de la salida del modelo SIMPROC, para la Estación David para el escenario futuro 2010.....	29
Tabla 4. Resumen de los datos máximos de uso consumo, eficiencia hídrica, necesidades de riego y rendimiento máximo de arroz en riego y seco, para los escenarios evaluados y línea base.....	37

## INDICE DE FIGURAS

La Figura 1. Localización de las estaciones meteorológicas y los campos experimentales utilizados en el estudio.....	17
Figura 2. Función de la regulación del crecimiento.....	22
Figura 3. Diagrama de flujo de las principales interacciones que integran el modelo SIMPROC.....	23
Figura 4. Línea base y escenario climático del año 2010 correspondientes a las estaciones experimentales de Divisa y David.....	26
Figura 5. Calibración del Modelo SIMPROC.....	28
Figura 6. Rendimientos en riego y secano de la simulación del modelo SIMPROC, para cada una de las fechas de siembra en la Estación David para la línea base 1973 - 2001.....	29
Figura 7. Rendimientos en riego y secano de la simulación del modelo SIMPROC, para cada una de las fechas de siembra en la Estación David para el escenario del año 2010, rendimientos en riego y secano para la línea base.....	30
Figura 8. Rendimientos potenciales de arroz en secano y riego para las áreas de David y Divisa para los escenarios de los años 2010, 2020, 2030, 2040 y 2050 comparado con la línea base.....	31
Figura 9. Simulación del valor semanal de la biomasa total, biomasa de granos y tasa de crecimiento de una siembra de arroz en agosto en el área de David para la línea base, y el escenario 2010.....	32
Figura 10. Simulación de los rendimientos potenciales de arroz en riego para el área de David y Divisa para los escenarios evaluados y la línea base.....	34
Figura 11. Simulación de las variaciones en el uso consumo, el aporte de la precipitación y las necesidades de riego, para diferentes siembras en el área de David para la línea base y el escenario 2010.....	36
Figura 12. Simulación de los rendimientos máximos y la eficiencia productiva del agua de riego, en el área de David para la línea base y los escenarios evaluados.....	37
Figura 13. Esquema de impactos negativos y positivos asociados al cambio climático.....	38