

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
EN CIENCIAS ECONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

"Valoración Económica del Impacto de la Variabilidad
Climática Interanual en el cultivo de Granos Básicos
en Costa Rica a través del uso de Modelos Probabilísticos"

INFORME FINAL

Marcos Adamson Badilla M.Sc.
Investigador

MAYO DEL 2002

Índice General

Página

Capítulo Uno:

| | |
|---|----|
| Resumen de las principales subregiones productoras | 1 |
| 1.1 Justificación de las áreas escogidas para el estudio | 2 |
| 1.1.1 Producción y cultivo de arroz | 2 |
| 1.1.2 Producción y cultivo de frijol | 2 |
| 1.1.3 Producción y cultivo de maíz | 3 |
| 1.2 Análisis de correlación entre los rendimientos por subregión y la MATSM | 7 |
| 1.2.1 Análisis de correlación de los rendimientos del arroz y la MATSM | 7 |
| 1.2.3 Análisis de correlación de los rendimientos del maíz y la MATSM | 18 |

Capítulo Dos

| | |
|---|----|
| Evidencia de la influencia del ENOS sobre los precios, producción y rendimiento de los granos básicos | 22 |
| 2.1 Impacto del ENOS sobre los precios de los granos básicos | 23 |
| 2.2 Estimación de los modelos de producción para las regiones seleccionadas | 35 |
| 2.2.1 Resultados para la producción de arroz | 36 |
| 2.2.2 Resultados para la producción de frijol | 39 |
| 2.2.3 Resultados para la producción de maíz | 42 |
| 2.3 Incidencia del ENOS sobre los rendimientos de granos básicos en Costa Rica. | 51 |
| 2.3.1 Resultados para los rendimientos del cultivo del arroz | 52 |
| 2.2.2 Resultados para los rendimientos del cultivo del frijol | 56 |
| 2.3.3 Resultados para los rendimientos del cultivo del maíz | 56 |
| Conclusiones | 62 |

CAPITULO 1

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES SUBREGIONES PRODUCTORAS

Esta sección presenta un análisis de la correlación entre los rendimientos de arroz, frijol y maíz a nivel de las principales subregiones de planificación y la media móvil de la anomalía de la temperatura de la superficie del mar (MATSM). En primera instancia se señalan las principales subregiones en cada una de los cultivos, y posteriormente se presentan los análisis de correlación.

En la selección de las subregiones de planificación por cultivo a ser estudiadas en esta sección, se consideró fundamentalmente la contribución relativa a la producción

1.1 Justificación de las áreas escogidas para el análisis

En la selección de las subregiones de planificación por cultivo a ser estudiadas en esta sección, se consideró fundamentalmente la contribución relativa a la producción y la extensión cultivada, además de la disponibilidad de datos meteorológicos como lluvias máximas y mínimas, temperaturas, etc.

1.1.1 Producción y cultivo de arroz

En relación con la producción de arroz (cuadro 1.1.1), la región con mayor participación es la Chorotega, con un 46%. Seguidamente aparece la región Brunca con un 22%. El mismo orden anterior se repite al observar el área de siembra del grano, ya que la región Chorotega muestra la mayor importancia relativa (45%) y la región Brunca se ubica de nuevo como segunda (23%).

Las subregiones de planificación de la región Chorotega que contribuyen con la mayoría de la producción y área cultivada de esa zona son Liberia con un 32% y 36% del área y la producción respectivamente, y Cañas que contribuye con un 33% y 35% del área y la producción. Liberia se seleccionó para este análisis, sin embargo para Cañas no se dispone de información meteorológica que permita comparar estos resultados con los de conmovimientos y análisis de frecuencia, por lo que dicha subregión no se considera.¹ Adicionalmente, en arroz se incluyen las subregiones de Santa Cruz (12% y 10%) y Nicoya (11% y 9%).

En la región Brunca, sobresale la subregión de Osa, la cual aporta cerca del 61% y 55% del área cultivada y producción de la región, razón por la cual se incluyó en el análisis.

En resumen, considerando tanto la importancia relativa de la subregión en la producción de arroz de las regiones Chorotega y Brunca, como la disponibilidad de información meteorológica, las subregiones utilizadas son: Liberia, Nicoya, Santa Cruz y Osa.

1.1.2 Producción y cultivo de frijol

La región con mayor participación a nivel nacional en la producción de frijol es la Huetar Norte con un 45%, y en segundo lugar la región Brunca con 30% (cuadro 1.1.2). Por mucho, estas dos regiones son las más importantes, ya que ninguna de las otras zonas sobrepasa el 12% con

¹ Otro factor que es importante considerar es que Cañas ha venido disminuyendo paulatinamente su participación en la producción nacional.

respecto a la producción nacional del grano. Dentro de las subregiones incluidas en esta división, Upala, Pocosol y Pérez Zeledón son las de mayor relevancia, presentando porcentajes de producción a nivel regional de 42%, 45% (Huetar Norte) y 36% (Brunca) respectivamente.

A su vez, la región Brunca es la que dedica más hectáreas al cultivo del frijol (36%), seguida por la región Huetar Norte con un 33% de participación a nivel nacional. Al igual que en el caso de la producción, el resto de las regiones presentan porcentajes por debajo del 15%. Dentro de las zonas pertenecientes a las regiones Brunca y Huetar Norte, las mismas subregiones de Upala, Pocosol y Pérez Zeledón presentan mayores niveles de área cultivada, con un 43%, 42% y 30% respectivamente.

Dadas estas condiciones, las subregiones de Upala, Pocosol y Pérez Zeledón son las que presentan las características idóneas para conformar el grupo de zonas de análisis dentro del estudio, ya que los efectos de las variables climatológicas en variables de la producción pueden ser mejor observados en zonas en donde se produzca y se cultive más abundantemente. Si además se considera la existencia de información meteorológica, se justifica la selección de dichas subregiones.

1.1.3 Producción y cultivo de maíz

En lo concerniente a la producción de maíz, las regiones de mayor importancia son la Brunca y la Huetar Atlántica, con un 32% y un 20% respectivamente (cuadro 1.1.3). Dentro de la región Brunca, las zonas que presentan las mayores producciones son Pérez Zeledón con un 33% y Corredores con un 31% de participación a nivel regional. La región Huetar Atlántica está encabezada por Pocosí con un 62% de producción de esa región.

La región Brunca contribuye con un 29% del área cultivada, y en esa región Corredores aporta un 27% y Pérez Zeledón un 30%. La región Huetar Atlántica cultiva el 17% del área y en ella Pocosí aporta 63%.

Las razones enunciadas anteriormente, junto con la disponibilidad de información meteorológica para la zona, llevan a que las subregiones de Pérez Zeledón, Corredores y Pocosí sean las zonas representativas dentro del estudio, en lo referente a la producción y cultivo del maíz.

Cuadro 1.1.1
Distribución de la producción (tm) y hectáreas cultivadas de arroz
Promedio desde agosto 1985 a julio 1998

| Región | Subregión | Área (ha) | | Producción (tm) | |
|----------------------|-------------------|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| | | I* | II* | I* | II* |
| I. CENTRAL | | 0.19% | | 0.20% | |
| | Meseta Central | | 16.78% | | 18.80% |
| | Puriscal | | 83.22% | | 81.20% |
| | Cartago | | 0.00% | | 0.00% |
| | Grecia | | 0.00% | | 0.00% |
| II. PACIFICO CENTRAL | | 20.87% | | 21.24% | |
| | Orotina | | 10.44% | | 9.34% |
| | Aguirre | | 32.80% | | 33.11% |
| | Parrita | | 46.01% | | 45.86% |
| | Puntarenas | | 8.85% | | 9.96% |
| | Jicaral | | 1.90% | | 1.73% |
| III. CHOROTEGA | | 44.83% | | 46.34% | |
| | <i>Nicoya</i> | | 10.76% | | 9.08% |
| | <i>Santa Cruz</i> | | 11.81% | | 9.79% |
| | Carrillo | | 11.44% | | 9.81% |
| | <i>Liberia</i> | | 32.35% | | 36.04% |
| | Cañas | | 32.65% | | 34.51% |
| | La Cruz | | 0.98% | | 0.76% |
| IV. BRUNCA | | 22.98% | | 21.84% | |
| | Corredores | | 25.39% | | 32.61% |
| | <i>Osa</i> | | 60.95% | | 55.12% |
| | Coto Brus | | 0.00% | | 0.00% |
| | Buenos Aires | | 0.00% | | 0.00% |
| | Pérez Zeledón | | 1.25% | | 1.09% |
| | Golfito | | 12.41% | | 11.18% |
| V. HUETAR NORTE | | 8.04% | | 7.55% | |
| | San Carlos | | 20.79% | | 21.21% |
| | Guatuso | | 8.17% | | 6.82% |
| | Pocosol | | 39.42% | | 40.09% |
| | Upala | | 31.57% | | 31.86% |
| | Sarapiquí | | 0.05% | | 0.02% |
| VI. HUETAR ATLANTICA | | 3.09% | | 2.83% | |
| | Limón | | 82.15% | | 85.74% |
| | Pocosí | | 15.29% | | 12.52% |
| | Guácimo | | 2.56% | | 1.74% |
| TOTAL DEL PAÍS | | 771,793 | | 2,764,113 | |

I* Porcentaje con respecto a la totalidad del país
II* Porcentaje con respecto a la región de planificación nacional

Fuente: Elaborados por el autor con base en información recopilada por el proyecto.

Cuadro 1.1.2
Distribución de la producción (tm) y hectáreas cultivadas de frijol
Promedio desde agosto 1985 a julio 1998

| Región | Subregión | Área (ha) | | Producción (tm) | |
|------------------------|----------------------|-----------|----------------|-----------------|----------------|
| | | I* | II* | I* | II* |
| I. CENTRAL | | 8.97% | | 8.49% | |
| | Meseta Central | | 33.15% | | 41.52% |
| | Puriscal | | 38.51% | | 29.64% |
| | Cartago | | 19.03% | | 17.28% |
| | Grecia | | 9.31% | | 11.56% |
| II. PACIFICO CENTRAL | | 6.59% | | 4.74% | |
| | Orotina | | 15.62% | | 15.92% |
| | Aguirre | | 18.58% | | 16.79% |
| | Parrita | | 30.52% | | 25.62% |
| | Puntarenas | | 28.41% | | 35.20% |
| | Jicaral | | 6.87% | | 6.48% |
| III. CHOROTEGA | | 14.89% | | 11.08% | |
| | Nicoya | | 27.29% | | 18.75% |
| | Santa Cruz | | 15.67% | | 13.02% |
| | Carrillo | | 2.17% | | 2.07% |
| | Liberia | | 4.11% | | 4.60% |
| | La Cruz | | 44.64% | | 56.50% |
| IV. BRUNCA | | 36.22% | | 29.74% | |
| | Corredores | | 13.84% | | 9.78% |
| | Osa | | 11.91% | | 10.22% |
| | Coto Brus | | 13.42% | | 13.08% |
| | Buenos Aires | | 25.13% | | 24.43% |
| | Pérez Zeledón | | 29.95% | | 36.39% |
| | Golfito | | 5.75% | | 6.10% |
| V. HUETAR NORTE | | 32.76% | | 45.36% | |
| | San Carlos | | 8.73% | | 7.51% |
| | Guatuso | | 6.64% | | 5.76% |
| | Pocosol | | 41.77% | | 44.52% |
| | Upala | | 42.77% | | 42.13% |
| | Sarapiquí | | 0.09% | | 0.08% |
| VI. HUETAR ATLANTICA | | 0.60% | | 0.60% | |
| | Limón | | 43.30% | | 48.31% |
| | Pocosí | | 45.09% | | 40.34% |
| | Guácimo | | 11.62% | | 11.35% |
| TOTAL DE L PAÍS | | | 676,824 | | 377,550 |

I* Porcentaje con respecto a la totalidad del país

II* Porcentaje con respecto a la región de planificación nacional

Fuente: Elaborados por el autor con base en información recopilada por el proyecto.

Cuadro 1.1.3
Distribución de la producción (tm) y hectáreas cultivadas de maíz
Promedio desde agosto 1985 a julio 1998

| Región | Subregión | Área (ha) | | Producción (tm) | |
|----------------------|----------------------|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| | | I* | II* | I* | II* |
| I. CENTRAL | | 8.70% | | 7.64% | |
| | Meseta Central | | 38.71% | | 44.58% |
| | Puriscal | | 46.90% | | 42.62% |
| | Cartago | | 7.97% | | 6.94% |
| | Grecia | | 6.43% | | 5.85% |
| II. PACIFICO CENTRAL | | 6.86% | | 8.28% | |
| | Orotina | | 28.09% | | 29.56% |
| | Aguirre | | 16.89% | | 16.78% |
| | Parrita | | 21.00% | | 19.61% |
| | Puntarenas | | 25.55% | | 25.13% |
| | Jicaral | | 8.47% | | 8.92% |
| III. CHOROTEGA | | 20.70% | | 17.75% | |
| | Nicoya | | 30.86% | | 24.18% |
| | Santa Cruz | | 26.50% | | 19.93% |
| | Carrillo | | 6.84% | | 5.78% |
| | Liberia | | 24.06% | | 38.58% |
| | La Cruz | | 1.61% | | 1.17% |
| IV. BRUNCA | | 29.45% | | 32.27% | |
| | <i>Corredores</i> | | 26.55% | | 30.73% |
| | Osa | | 7.66% | | 4.55% |
| | Coto Brus | | 6.08% | | 5.26% |
| | Buenos Aires | | 19.63% | | 17.46% |
| | <i>Pérez Zeledón</i> | | 30.23% | | 33.27% |
| | Golfito | | 9.85% | | 8.73% |
| V. HUETAR NORTE | | 16.86% | | 14.64% | |
| | San Carlos | | 9.00% | | 8.27% |
| | Guatuso | | 9.23% | | 10.25% |
| | Pocosol | | 37.44% | | 42.67% |
| | Upala | | 44.05% | | 38.56% |
| | Sarapiquí | | 0.27% | | 0.25% |
| VI. HUETAR ATLANTICA | | 17.43% | | 19.42% | |
| | Limón | | 13.80% | | 13.72% |
| | <i>Pocosí</i> | | 62.52% | | 61.56% |
| | Guácimo | | 23.68% | | 24.72% |
| TOTAL DEL PAÍS | | 461,136 | | 764,530 | |

I* Porcentaje con respecto a la totalidad del país

II* Porcentaje con respecto a la región de planificación nacional

Fuente: Elaborados por el autor con base en información recopilada por el proyecto.

1.2 Análisis de correlación entre los rendimientos por subregión y la MATSM

Esta sección presenta un análisis de correlación entre los rendimientos de los granos básicos por mes y la media móvil de la anomalía de la temperatura de la superficie del mar (MATSM) para las principales subregiones productoras de arroz, frijol y maíz del país. La relación entre producción y hectáreas cultivadas (rendimiento) es un indicador que resume lo que ha sucedido con el desarrollo del cultivo hasta su cosecha. A su vez, al ser la MATSM un promedio móvil de cinco meses, resume el estado del fenómeno del ENOS durante ese lapso.

Para el análisis de correlación se identificaron las subregiones de planificación que concentran el mayor porcentaje de producción de arroz, frijol y maíz, y de esa manera se realizó un análisis geográficamente más específico. Con el objeto de incorporar el fenómeno de estacionalidad de las cosechas, las correlaciones se efectúan para cada mes de cosecha por separado. Además, con el objetivo de analizar fases frías y cálidas, y los efectos sobre los rendimientos, se calculan tres coeficientes de correlación:

ρ^c indica la correlación entre los MATSM positivas (fase cálida) y los rendimientos.

ρ^f indica la correlación entre los MATSM negativas (fase fría) y los rendimientos.

ρ^g indica la correlación entre MATSM global y los rendimientos.

Esta sección no busca catalogar los eventos como Niño o Niña. Utiliza el MATSM como indicador de que tan fría o cálida es la fase. Se estudian aquellos meses durante los cuales hubo cosecha al menos durante nueve años dentro del periodo de estudio. Esto aunque no permite analizar atrasos o adelantados de las cosechas asociadas al ENOS, si permite detallar la asociación entre los rendimientos en esos meses y la MATSM.²

1.2.1 Análisis de correlación de los rendimientos del arroz y la MATSM

Como se explicó en la sección anterior (sección 6.1.1), las principales subregiones en lo referente a la producción de arroz son Nicoya, Liberia, Santa Cruz (región Chorotega) y Osa (región Brunca), las cuales concentran cerca del 9.08%, 36.04%, 9.79% y 55.12% de la producción con respecto a cada región de planificación nacional, respectivamente.

Nicoya

El gráfico 6.2.1 presenta los diagramas de dispersión entre los rendimientos de producción de arroz en Nicoya y la MATSM para los meses de noviembre y diciembre para los cuales consecutivamente se cosechó durante los trece años. Para ambos meses se observa una asociación negativa entre los rendimientos y la MATSM (para valores negativos y positivos). Esto indica que a mayor intensidad de la fase fría los rendimientos del arroz en Nicoya, tanto en noviembre como en diciembre, se incrementan (se presume que esta relación debe tener un umbral a partir del cual esta asociación no se mantiene). Sin embargo, el gráfico también

² Es claro que aquí se está adoptando un criterio subjetivo de exclusión, sin embargo, lo anterior se hace con el objeto de no “testar” sobre muestras muy pequeñas.

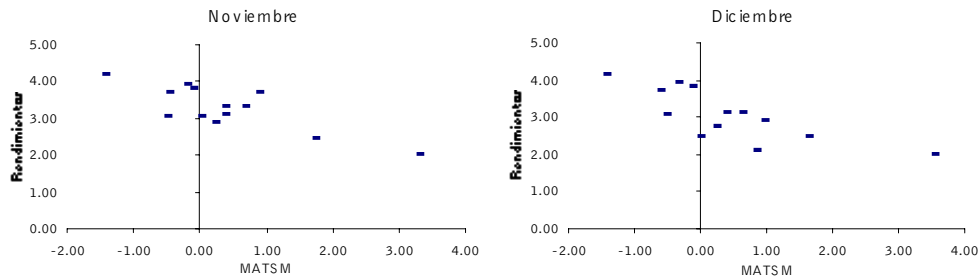
evidencia que entre más intensa sea la fase cálida del fenómeno menores son los rendimientos del arroz.

Para comparar la intensidad y la significancia de esa correlación el cuadro 1.2.1 muestra los resultados de las pruebas de hipótesis, donde la hipótesis nula establece que el coeficiente de correlación es igual a cero y la alternativa que es diferente. El estadístico de prueba sigue una distribución t de student, con n-2 grados de libertad. El estadístico de prueba (t) se define:

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} \quad (1.2.1)$$

Gráfico 1.2.1

Diagramas de Dispersión de los rendimientos de arroz en Nicoya y la MATSM Para los meses de Noviembre y Diciembre (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Cuadro 1.2.1

Coeficientes de correlación y significancia estadística entre los rendimientos y la MATSM de los meses de Noviembre y Diciembre en Nicoya (1985 – 1997)

| | Valores t | Valores P | Muestra | Coef. de Corr. |
|-----------|-----------|-----------|---------|----------------|
| Noviembre | | | | |
| ρ^f | -1.16 | 0.31 | 6 | -0.50 |
| ρ^c | -3.02 | 0.03 | 7 | -0.80 |
| ρ^g | -4.63 | 0.00 | 13 | -0.81 |
| Diciembre | | | | |
| ρ^f | -1.44 | 0.22 | 6 | -0.59 |
| ρ^c | -2.16 | 0.08 | 7 | -0.69 |
| ρ^g | -4.09 | 0.00 | 13 | -0.78 |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Los resultados de las correlaciones y de las pruebas de hipótesis indican que, efectivamente como señala el análisis gráfico, una MATSM más negativa (una fase más fría) incrementa los rendimientos, pero dicha asociación (ρ^f) no es significativa en sentido estadístico. Sin embargo, esa asociación es más fuerte (en valor absoluto, 0.59) en diciembre; y a pesar de que en ambos

casos no se rechaza la hipótesis nula, el ρ^f de diciembre también presenta una mayor significancia estadística (Valor de $P = \alpha = 0.22$).

Por otro lado, se presenta una relación inversa (al igual que en el caso anterior) estadísticamente significativa (al 10%) entre los rendimientos de arroz en Nicoya y valores positivos de la MATSM ($\rho^c < 0$). A diferencia de lo que sucede con la fase fría, ρ^c es mayor y estadísticamente más significativo para el mes de noviembre que para diciembre. Finalmente, en cada mes ρ^c es mayor (en valor absoluto) y estadísticamente más significativa que ρ^f .

Lo anterior indica que al considerar el efecto del ENOS sobre los rendimientos se debe tener en cuenta, tanto la fuerza de la asociación (tamaño de ρ) entre rendimientos y el indicador de ENOS utilizado, así como la significancia estadística de esa relación. En este caso, coincide que la mayor correlación en valor absoluto ρ^c también presenta mayor evidencia empírica de ser diferente de cero.

Al estimar una correlación general (ρ^g), tanto para valores negativos como positivos de MATSM y los rendimientos del arroz por mes en Nicoya, se obtiene un coeficiente de correlación negativo, que en valor absoluto es mayor que los otros coeficientes de correlación parcial (para ambos meses), y además que presenta valores P menores. Es decir, el nivel de α (error tipo I) para el cual no se rechaza la hipótesis nula es menor. En este caso, la mayor correlación (en valor absoluto) y el menor valor de P (o el mayor valor absoluto de t) se presentan para el rendimiento del mes de noviembre.

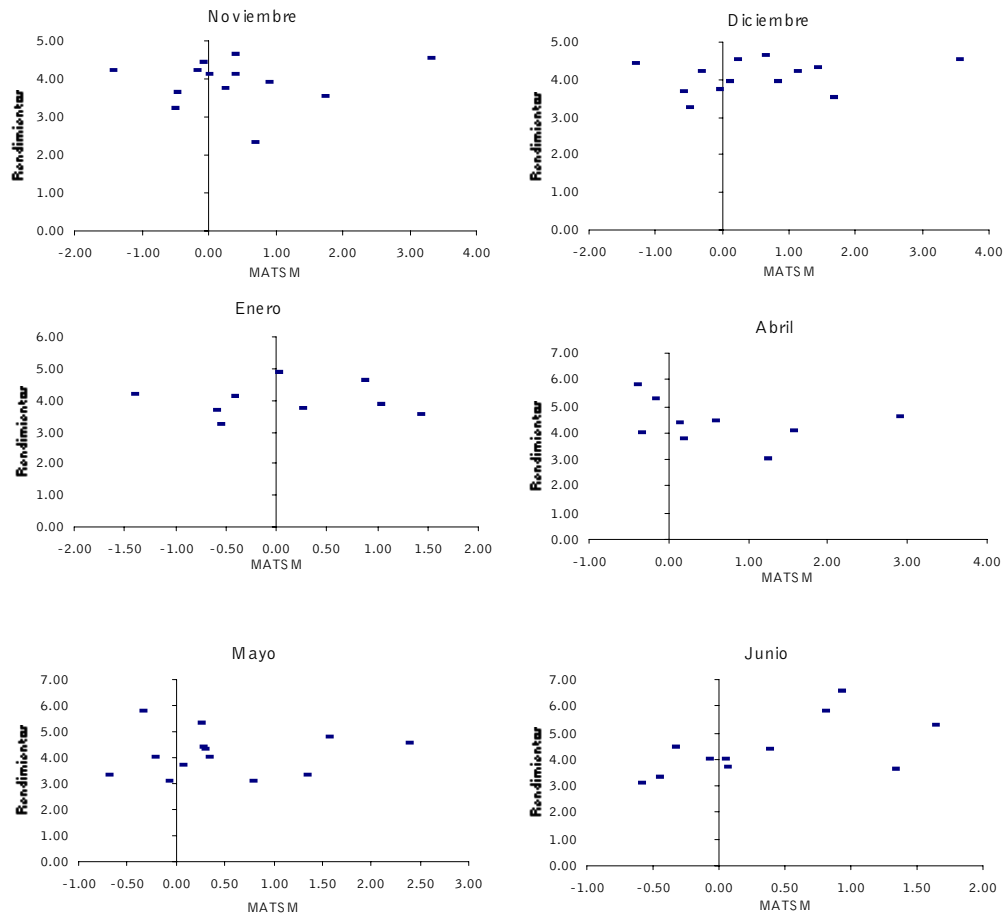
En síntesis de acuerdo con la evidencia empírica, en Nicoya se observa para los meses de noviembre y diciembre, una correlación negativa entre MATSM y los rendimientos de la producción de arroz. En particular, dicha relación es estadísticamente significativa durante fases cálidas, tanto en diciembre como en noviembre. La correlación en fases frías es menos fuerte que ρ^c , y no recibe un importante respaldo empírico. Cuando se estudia la MATSM agregada (fases frías más cálidas) en ambos meses se observa una correlación importante y estadísticamente significativa, siendo ambas mayores para el mes de noviembre.

Liberia

En la subregión de planificación de Liberia, que también pertenece a la región Chorotega, a diferencia de Nicoya, no se observa una asociación entre la MASTM y los rendimientos de la producción de arroz (véase gráfico 1.2.2).

Gráfico 1.2.2

Diagramas de Dispersión de los rendimientos de arroz en Liberia y la MATSM Para los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Abril, Mayo y Junio (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Como muestra el cuadro 1.2.2 solo en el caso de la correlación general (ρ^g) para el mes de junio se encuentra una correlación positiva (0.6) estadísticamente significativa (al 5%). Para los demás meses, las correlaciones o son muy cercanas a cero o no son estadísticamente significativas, tanto en fases frías como cálidas.

Cuadro 1.2.2

Coeficientes de correlación y significancia estadística entre los rendimientos de arroz y la MATSM de los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Abril, Mayo y Junio en Liberia (1985 – 1997)

| | <i>Valores t</i> | <i>Valores P</i> | <i>Muestra</i> | <i>Coef. de Corr.</i> |
|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------------|
| Noviembre | | | | |
| ρ^f | 0.20 | 0.85 | 6 | 0.10 |
| ρ^c | 0.54 | 0.61 | 7 | 0.24 |
| ρ^g | 0.22 | 0.83 | 13 | 0.07 |
| Diciembre | | | | |
| ρ^f | -0.89 | 0.44 | 5 | -0.46 |
| ρ^c | 0.23 | 0.82 | 8 | 0.10 |
| ρ^g | 0.92 | 0.38 | 13 | 0.27 |
| Enero | | | | |
| ρ^f | -0.75 | 0.53 | 4 | -0.47 |
| ρ^c | -1.18 | 0.32 | 5 | -0.56 |
| ρ^g | 0.01 | 0.99 | 9 | 0.00 |
| Abril | | | | |
| ρ^f | -0.02 | 0.99 | 3 | -0.02 |
| ρ^c | 0.38 | 0.73 | 6 | 0.18 |
| ρ^g | -0.88 | 0.41 | 9 | -0.32 |
| Mayo | | | | |
| ρ^f | -0.03 | 0.98 | 4 | -0.02 |
| ρ^c | 0.16 | 0.88 | 9 | 0.06 |
| ρ^g | 0.24 | 0.82 | 13 | 0.07 |
| Junio | | | | |
| ρ^f | 1.49 | 0.27 | 4 | 0.73 |
| ρ^c | 0.90 | 0.41 | 7 | 0.37 |
| ρ^g | 2.24 | 0.05 | 11 | 0.60 |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

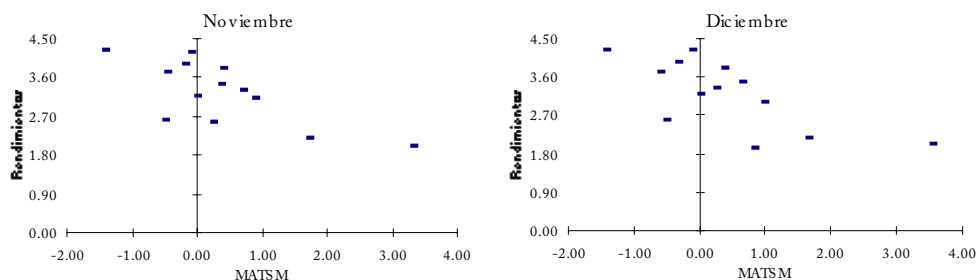
Santa Cruz

El gráfico 1.2.3 evidencia una asociación negativa entre los rendimientos de la producción de arroz en la subregión de Santa Cruz (que también pertenece a la región Chorotega) y la MATSM para los meses de noviembre y diciembre. Es interesante observar que el patrón de comportamiento de las correlaciones (negativas) y sus significancias estadísticas, en esta región, son muy similares a las de Nicoya (cuadro 1.2.3). Las correlaciones durante las fases frías no son estadísticamente significativas y son en valor absoluto para cada mes menores que las

correlaciones durante fases cálidas, las cuales si son estadísticamente significativas. A su vez, la mayor significancia estadística se presenta en la correlación general.

Gráfico 1.2.3

Diagramas de Dispersión de los rendimientos de arroz en Santa Cruz y la MATSM Para los meses de Noviembre y Diciembre (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

En esta región, el valor absoluto de la correlación general (0.72) y su significancia estadística son iguales para ambos meses, lo que indica que la evidencia empírica señala que en ambos meses, el fenómeno por un lado, *afecta* el rendimiento y por otro lo hace con la *misma intensidad o fuerza*. Eso no sucedía en Nicoya, donde la correlación general era más significativa y mayor (en valor absoluto) durante el mes de noviembre.

Cuadro 1.2.3

Coefficientes de correlación y significancia estadística entre los rendimientos de arroz y la MATSM de los meses de Noviembre y Diciembre en Santa Cruz (1985 – 1997)

| | Valores t | Valores P | Muestra | Coef. de Corr. |
|-----------|-------------|-------------|---------|----------------|
| Noviembre | | | | |
| ρ^f | -0.59 | 0.59 | 6 | -0.28 |
| ρ^c | -2.55 | 0.05 | 7 | -0.75 |
| ρ^g | -3.47 | 0.01 | 13 | -0.72 |
| Diciembre | | | | |
| ρ^f | -0.67 | 0.54 | 6 | -0.32 |
| ρ^c | -2.09 | 0.09 | 7 | -0.68 |
| ρ^g | -3.46 | 0.01 | 13 | -0.72 |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Osa

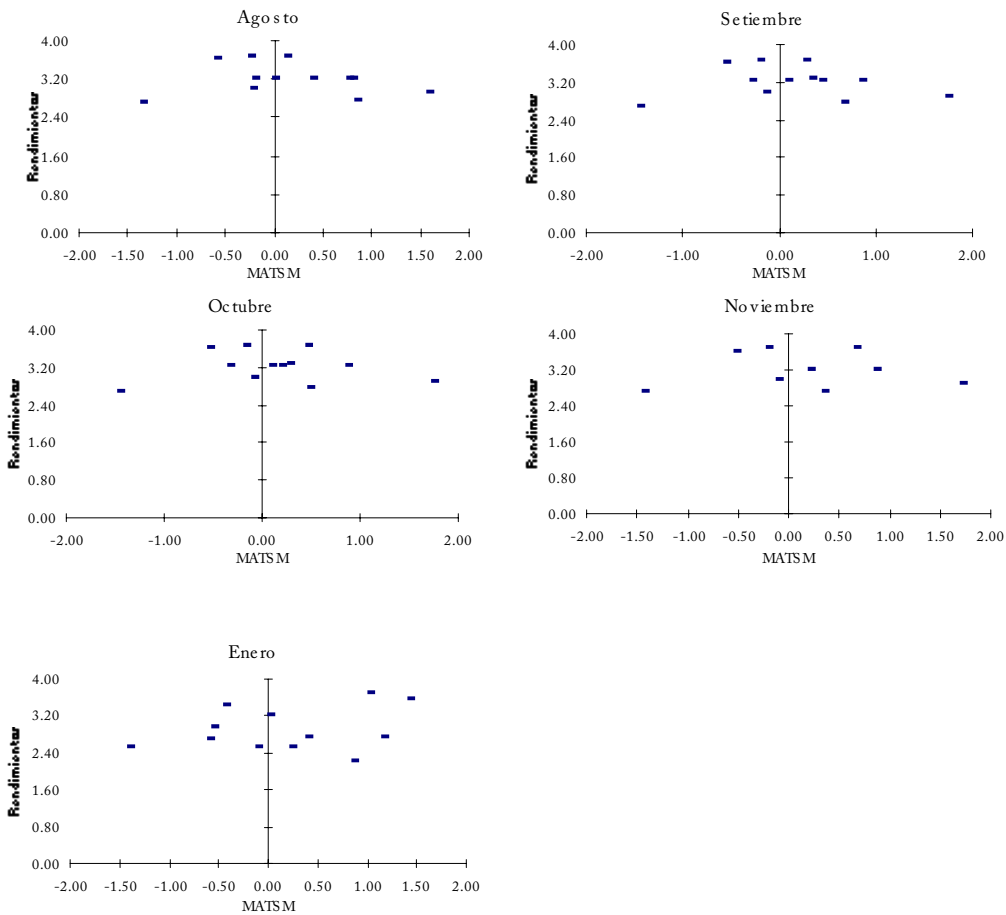
El gráfico 1.2.4 muestra que no existe una correlación importante entre los rendimientos de la producción de arroz y la MATSM en la subregión de Osa (de la región Brunca). El cuadro 1.2.4 también indica que la excepción se presenta durante la fase cálida en el mes de agosto, en el que la correlación es de -0.68 y estadísticamente significativa al 10%. En ese cuadro puede

apreciarse, a pesar de la insignificancia estadística, que durante los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre, la correlación de durante fases frías es negativa y positiva durante fases cálidas. Esto parece indicar que la relación entre rendimientos de la producción del arroz en Osa y MATSM no es lineal, lo cual recibe alguna evidencia empírica, ya que los valores de P (error tipo I) son menores para las correlaciones parciales que para el coeficiente de correlación general, lo que señala una compensación.

Gráfico 1.2.4

Diagramas de Dispersión de los rendimientos de arroz en Osa y la MATSM

Para los meses de Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Enero (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Cuadro 1.2.4

Coefficientes de Correlación y significancia estadística entre los rendimientos de arroz y la MATSM de los meses de Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Enero en Osa (1985 – 1997)

| | <i>Valores t</i> | <i>Valores P</i> | <i>Muestra</i> | <i>Coef. de Corr.</i> |
|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------------|
| Agosto | | | | |
| ρ^f | 1.19 | 0.32 | 5 | 0.57 |
| ρ^c | -2.06 | 0.09 | 7 | -0.68 |
| ρ^g | -0.45 | 0.66 | 12 | -0.14 |
| Setiembre | | | | |
| ρ^f | 1.24 | 0.30 | 5 | 0.58 |
| ρ^c | -1.53 | 0.19 | 7 | -0.57 |
| ρ^g | -0.25 | 0.81 | 12 | -0.08 |
| Octubre | | | | |
| ρ^f | 1.27 | 0.30 | 5 | 0.59 |
| ρ^c | -0.94 | 0.39 | 7 | -0.39 |
| ρ^g | -0.05 | 0.96 | 12 | -0.02 |
| Noviembre | | | | |
| ρ^f | 1.11 | 0.38 | 4 | 0.62 |
| ρ^c | -0.26 | 0.81 | 5 | -0.15 |
| ρ^g | 0.10 | 0.93 | 9 | 0.04 |
| Enero | | | | |
| ρ^f | 0.51 | 0.64 | 5 | 0.28 |
| ρ^c | 0.75 | 0.49 | 7 | 0.32 |
| ρ^g | 0.96 | 0.36 | 12 | 0.29 |

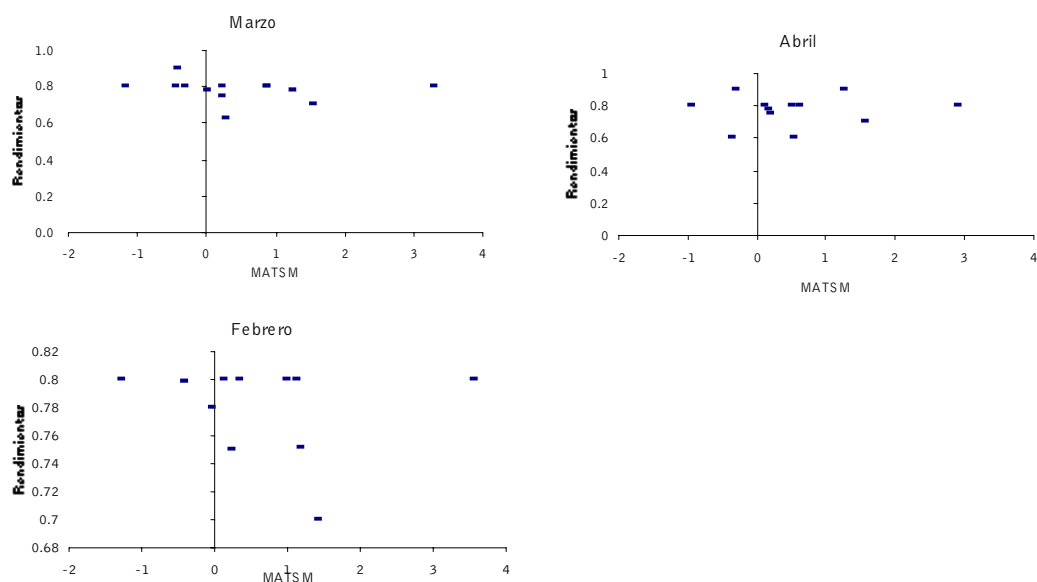
Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

1.2.2 Análisis de correlación de los rendimientos del frijol y la MATSM

Los gráficos 1.2.5, 1.2.6 y 1.2.7 no evidencian correlación entre los rendimientos de la producción de frijol en Upala, Pocosol y Pérez Zeledón y la MATSM respectivamente. A su vez los cuadros 1.2.5, 1.2.6 y 1.2.7 presentan correlaciones, en general, muy pequeñas y con muy poca significancia estadística. La excepción se presenta durante el mes de setiembre en Pérez Zeledón, con una correlación 0.6. Aún cuando dicha correlación presenta la mejor significancia estadística, esta es relativamente baja (0.21).

Gráfico 1.2.5

Diagramas de Dispersión de los rendimientos de frijol en Upala y la MASTM Para los meses de Marzo, Abril y Febrero (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Cuadro 1.2.5

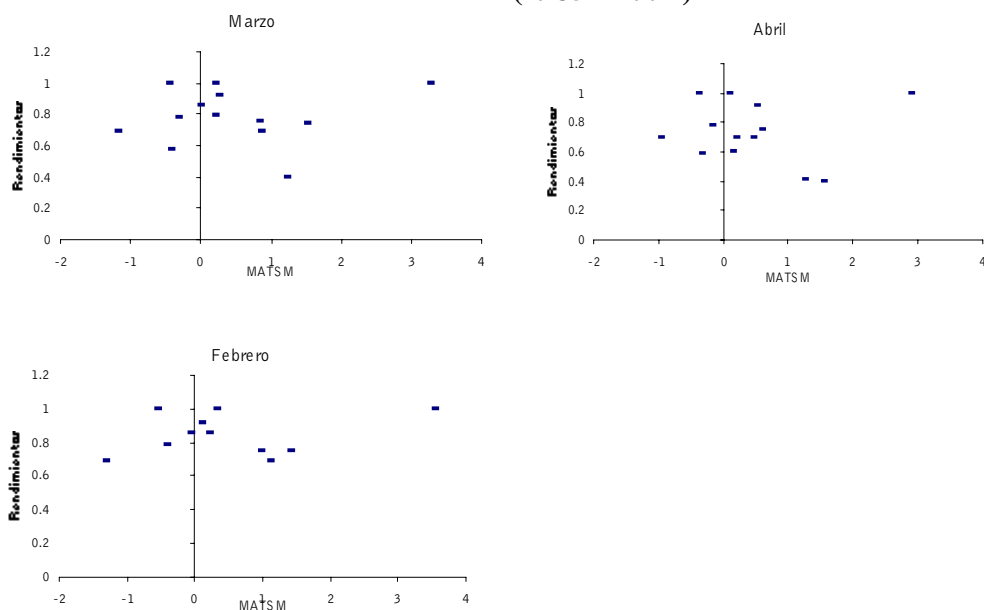
Coefficientes de Correlación y significancia estadística entre los rendimientos de frijol y la MATSM de los meses de Marzo, Abril y Febrero en Upala (1985 – 1997)

| | <i>Valores t</i> | <i>Valores P</i> | <i>Muestra</i> | <i>Coef. de Corr.</i> |
|----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------------|
| Marzo | | | | |
| ρ^f | -0.10 | 0.93 | 5 | -0.06 |
| ρ^c | 0.72 | 0.50 | 8 | 0.28 |
| ρ^g | -0.61 | 0.55 | 13 | -0.18 |
| Abril | | | | |
| ρ^f | -0.11 | 0.93 | 3 | -0.11 |
| ρ^c | 0.37 | 0.72 | 9 | 0.14 |
| ρ^g | 0.25 | 0.81 | 12 | 0.08 |
| Febrero | | | | |
| ρ^f | -0.55 | 0.68 | 3 | -0.48 |
| ρ^c | 0.15 | 0.89 | 8 | 0.06 |
| ρ^g | -0.49 | 0.64 | 11 | -0.16 |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Gráfico 1.2.6

Diagramas de Dispersión de los rendimientos de frijol en Pocosol y la MASTM Para los meses de Marzo, Abril y Febrero (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Cuadro 1.2.6

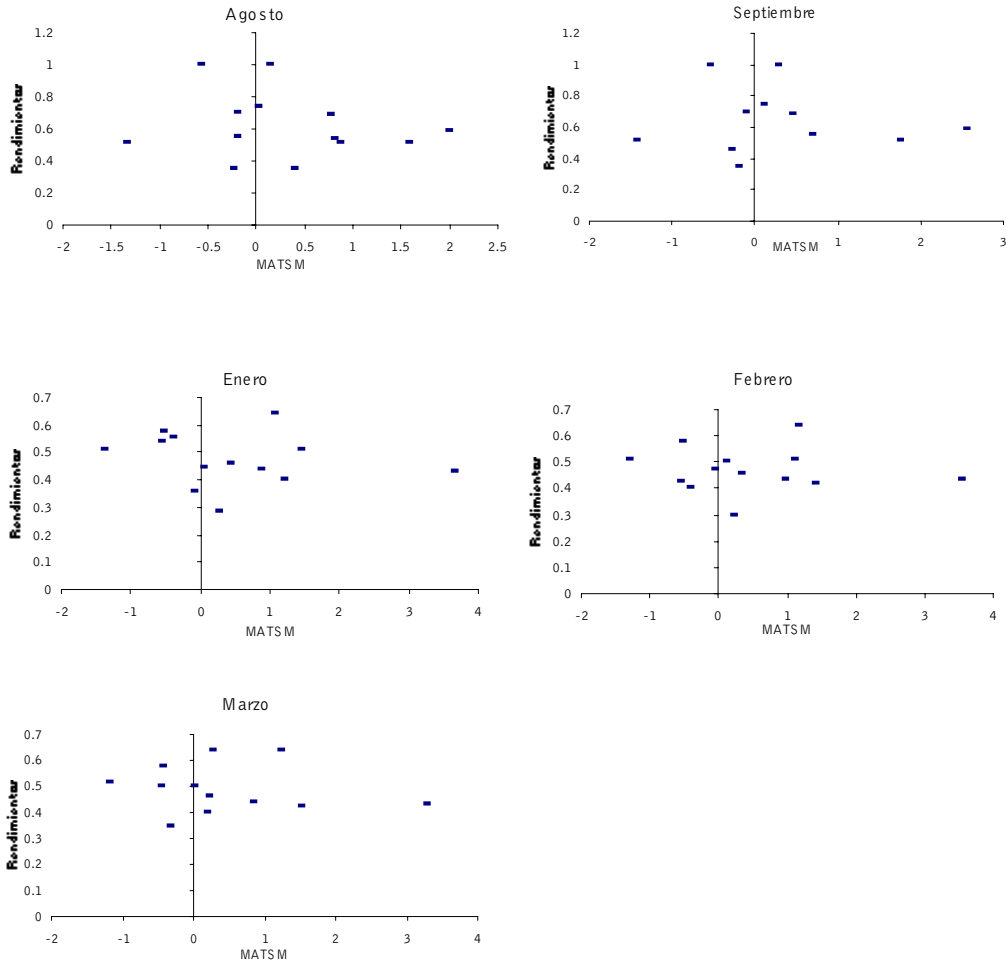
Coefficientes de Correlación y significancia estadística entre los rendimientos de frijol y la MATSM de los meses de Marzo, Abril y Febrero en Pocosol (1985 – 1997)

| | Valores <i>t</i> | Valores <i>P</i> | Muestra | Coef. de Corr. |
|----------------|------------------|------------------|---------|----------------|
| Marzo | | | | |
| ρ^f | 0.62 | 0.58 | 5 | 0.34 |
| ρ^c | 0.20 | 0.84 | 8 | 0.08 |
| ρ^g | 0.34 | 0.74 | 13 | 0.10 |
| Abril | | | | |
| ρ^f | 0.28 | 0.81 | 4 | 0.19 |
| ρ^c | 0.07 | 0.95 | 9 | 0.03 |
| ρ^g | -0.12 | 0.91 | 13 | -0.03 |
| Febrero | | | | |
| ρ^f | 0.88 | 0.47 | 4 | 0.53 |
| ρ^c | 0.41 | 0.70 | 7 | 0.18 |
| ρ^g | 0.71 | 0.49 | 11 | 0.23 |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Gráfico 1.2.7

Diagramas de Dispersión de los rendimientos de frijol en Pérez Zeledón y la MASTM Para los meses de Agosto, Setiembre, Enero, Febrero y Marzo (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Cuadro 1.2.7

Coeficientes de Correlación y significancia estadística entre los rendimientos de frijol y la MATSM de los meses de Agosto, Setiembre, Enero, Febrero y Marzo en Pérez Zeledón (1985 – 1997)

| | <i>Valores t</i> | <i>Valores P</i> | <i>Muestra</i> | <i>Coef. de Corr.</i> |
|-----------|------------------|------------------|----------------|-----------------------|
| Agosto | | | | |
| ρ^f | 0.16 | 0.88 | 6 | 0.08 |
| ρ^c | -0.75 | 0.49 | 7 | -0.32 |
| ρ^g | -0.60 | 0.56 | 13 | -0.18 |
| Setiembre | | | | |
| ρ^f | -0.03 | 0.98 | 5 | -0.02 |
| ρ^c | -1.48 | 0.21 | 6 | -0.60 |
| ρ^g | -0.28 | 0.79 | 11 | -0.09 |
| Enero | | | | |
| ρ^f | -0.72 | 0.52 | 5 | -0.38 |
| ρ^c | 0.32 | 0.76 | 8 | 0.13 |
| ρ^g | -0.63 | 0.54 | 13 | -0.19 |
| Febrero | | | | |
| ρ^f | -0.50 | 0.65 | 5 | -0.28 |
| ρ^c | 0.10 | 0.92 | 8 | 0.04 |
| ρ^g | -0.25 | 0.81 | 13 | -0.08 |
| Marzo | | | | |
| ρ^f | -0.33 | 0.76 | 5 | -0.19 |
| ρ^c | -0.48 | 0.65 | 7 | -0.21 |
| ρ^g | -0.43 | 0.68 | 12 | -0.13 |

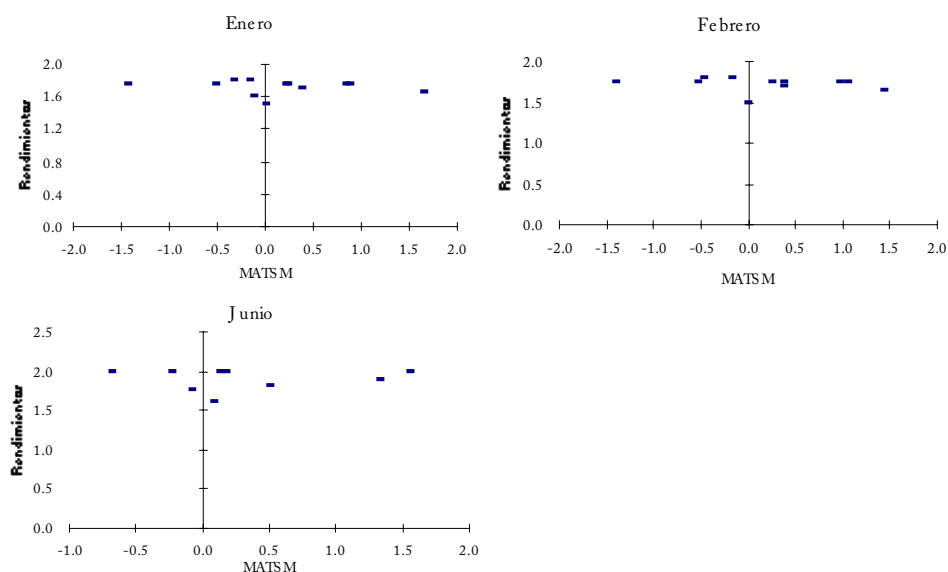
Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

1.2.3 Análisis de correlación de los rendimientos del maíz y la MATSM

De los gráficos de dispersión entre la MATSM y los rendimientos del maíz en Pocosí (Huetar Atlántico), Pérez Zeledón y Corredores (Brunca) (1.2.8, 1.2.9 y 1.2.10 respectivamente), se aprecia una escasa correlación entre ambas variables. Para el caso de Pocosí (cuadro 1.2.8) durante el mes de enero, en la fase cálida, se presenta una correlación de -0.7 significativa al 10%, y en junio, durante la fase fría, de -0.68 . significativa al 13%. Las demás correlaciones presentan pobres significancias estadísticas. En Pérez Zeledón (cuadro 1.2.9), se encuentra una correlación en fase cálida (-0.79) para el mes de noviembre la cual es estadísticamente significativa (al 6%). En Corredores la correlación del mes octubre de la fase cálida (0.74) es significativa al 5% (la correlación general para ese mes también es significativa al 7%).

Gráfico 1.2.8

Diagramas de Dispersión de los rendimientos de maíz en Pocosí y la MASTM Para los meses de Enero, Febrero y Junio (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Cuadro 1.2.8

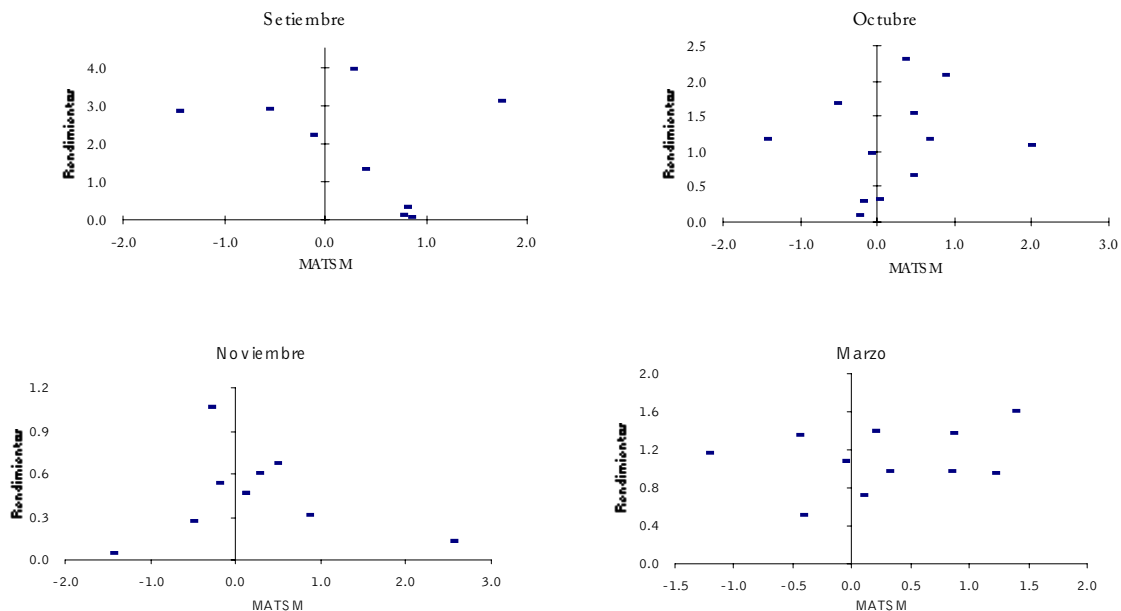
Coefficientes de Correlación y significancia estadística entre los rendimientos de maíz y la MASTM de los meses de Enero, Febrero y Junio en Pocosí (1985 – 1997)

| | Valores <i>t</i> | Valores <i>P</i> | Muestra | Coef. de Corr. |
|----------|------------------|------------------|---------|----------------|
| Enero | | | | |
| ρ^f | -0.9264 | 0.41 | 6 | -0.4203 |
| ρ^c | -2.1115 | 0.10 | 6 | -0.7260 |
| ρ^g | -0.6071 | 0.56 | 12 | -0.1886 |
| Febrero | | | | |
| ρ^f | 1.2620 | 0.33 | 4 | 0.6658 |
| ρ^c | 0.6827 | 0.53 | 7 | 0.2920 |
| ρ^g | -0.7018 | 0.50 | 11 | -0.2278 |
| Junio | | | | |
| ρ^f | -1.8941 | 0.13 | 6 | -0.6876 |
| ρ^c | 0.3287 | 0.80 | 3 | 0.3122 |
| ρ^g | 0.0964 | 0.93 | 9 | 0.0364 |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Gráfico 1.2.9

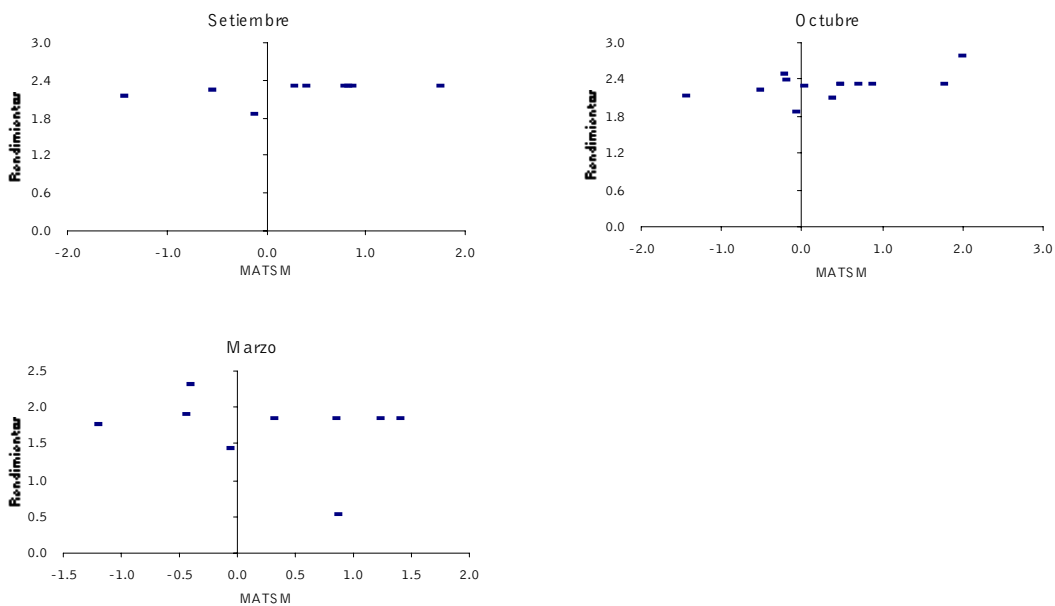
Diagramas de Dispersión de los rendimientos de maíz en Pérez Zeledón y la MASTM Para los meses de Setiembre, Octubre, Noviembre y Marzo (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Gráfico 1.2.10

Diagramas de Dispersión de los rendimientos de maíz en Corredores y la MASTM Para los meses de Setiembre, Octubre y Marzo (1985 – 1997)



Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

Cuadro 1.2.10

Coefficientes de Correlación y significancia estadística entre los rendimientos de maíz y la MATSM de los meses de Setiembre, Octubre y Marzo en Corredores (1985 – 1997)

| | <i>Valores t</i> | <i>Valores P</i> | Muestra | <i>Coef. de Corr.</i> |
|-----------|------------------|------------------|---------|-----------------------|
| Setiembre | | | | |
| ρ^f | -0.6488 | 0.63 | 3 | -0.5443 |
| ρ^c | 0.0000 | 1.00 | 6 | 0.0000 |
| ρ^g | 1.5363 | 0.17 | 9 | 0.5021 |
| Octubre | | | | |
| ρ^f | 0.2701 | 0.80 | 6 | 0.1339 |
| ρ^c | 2.5314 | 0.05 | 7 | 0.7495 |
| ρ^g | 2.0065 | 0.07 | 13 | 0.5176 |
| Marzo | | | | |
| ρ^f | -0.2446 | 0.83 | 4 | -0.1704 |
| ρ^c | 0.1511 | 0.89 | 5 | 0.0869 |
| ρ^g | -0.6834 | 0.52 | 9 | -0.2501 |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recolectados por el proyecto.

CAPITULO 2

EVIDENCIA DE LA INFLUENCIA DEL ENOS SOBRE LOS PRECIOS, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE LOS GRANOS BÁSICOS

2.1 Impacto del ENOS sobre los precios de los granos básicos

En esta sección se realiza una estimación de las variaciones de los precios de los granos básicos (arroz, frijol y maíz) por medio de un proceso de mínimos cuadrados ordinarios, corrigiendo autocorrelación (cuando es necesario) por máxima verosimilitud. Todas las variaciones de los precios son explicadas por la constante y la Media Móvil de la Temperatura de la Superficie del Mar (MATSM).

Como primer paso, se identificaron los periodos en los cuales se presentó el fenómeno el Niño en Costa Rica (según la definición de la AJM). Para cada uno de esos periodos, se establecieron modelos de estimaciones de variaciones en los precios. Además se estimaron dos modelos adicionales: uno para la totalidad del periodo de estudio y otro que va desde junio de 1995 a noviembre de 1998. A partir de esa fecha (junio de 1995), se presenta una variabilidad mucho mayor en los precios de los granos (ver gráfico 2.1.1), que podría deberse a la liberalización de precios del frijol y del maíz, que inicia en enero de 1995 con el establecimiento de la Ley de Promoción de la Competencia y Defensa Efectiva del Consumidor.² Debe considerarse que actualmente el precio del arroz se encuentra regulado por Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC).

De todos los modelos estimados, se encontraron resultados estadísticamente significativos para los correspondientes a los fenómenos de junio de 1972 a octubre de 1973, de setiembre de 1976 a setiembre de 1977, de noviembre de 1986 a agosto de 1988 y de junio de 1997 a diciembre de 1998. En el siguiente cuadro se presentan los modelos para los cuales se encontraron resultados estadísticamente no significativos o coeficientes de determinación negativos.

² Publicada en la Gaceta N^o 14, del 19 de enero de 1995.

Cuadro 2.1.1

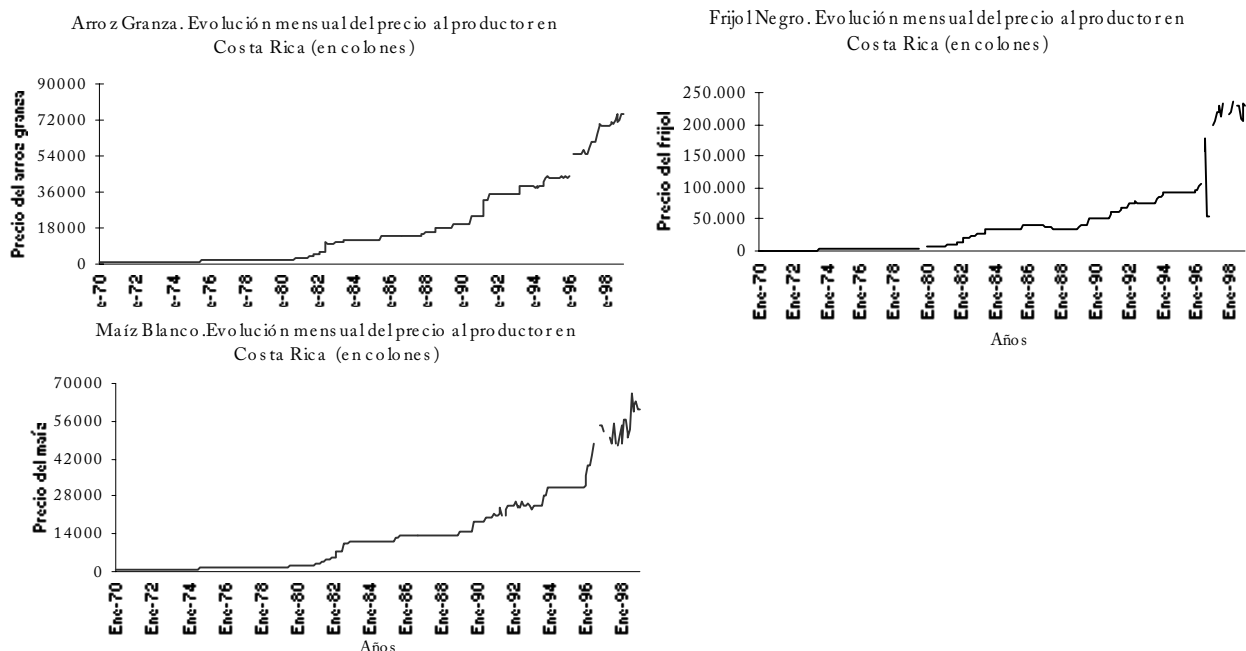
Modelos de estimación de variaciones de precios que presentan resultados estadísticamente no significativos o coeficientes de determinación negativos

| Fenómeno | Fecha | Producto |
|----------|-------------------------------------|-------------------------|
| Niño | Junio de 1982 a Abril de 1984 | Arroz Frijol Maíz |
| Niño | Junio de 1991 a Diciembre de 1998 | Arroz Frijol Maíz |
| Niño | Febrero de 1970 a Diciembre de 1998 | Arroz Frijol Maíz |
| Niño | Junio de 1995 a Noviembre de 1998 | Arroz Frijol Maíz |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto

Gráfico 2.1.1

Evolución mensual del precio al productor de los granos básicos en Costa Rica (en colones). Periodo 1970 - 1998



Fuente. Elaborado por el autor a partir de dato recopilados por el proyecto

Los modelos de estimación de variaciones de precios de los granos básicos que presentan resultados estadísticamente significativos con coeficientes de determinación positivos son detallados a continuación.

El cuadro 2.1.2 presenta los detalles del modelo perteneciente al fenómeno que inició en junio de 1972 y culminó en octubre de 1973. El modelo que tiene como variable dependiente las variaciones en el precio del arroz, rechazaría la hipótesis nula a un 15% de significancia, es decir, con un nivel de significancia superior al 14%, la MATSM es una variable explicativa de las variaciones en el precio del arroz en ese periodo. La magnitud del efecto de la MATSM sobre el precio de arroz es negativa, sumamente pequeña y poco significativa. Con respecto al coeficiente de determinación, un 8.4% de la variación en el precio del arroz está explicada por la MATSM.

Para el modelo de estimación de las variaciones del precio del frijol se rechaza la hipótesis nula al mismo nivel de significancia que el anterior (15%). La proporción de la variación total en la variable dependiente (precio del frijol) explicada por la variable independiente (MATSM), también es la misma que en el caso anterior (8.4%). La magnitud del efecto de esta variable sobre las variaciones en el precio del frijol es un poco mayor que el caso del arroz, aunque esta es también pequeña y negativa.

Con un nivel de significancia de 20% se rechaza la hipótesis nula y la MATSM explica parte de las variaciones en el precio del maíz. La magnitud del efecto de la MATSM sobre esta variable es reducida, aunque de todos los modelos para este periodo es la mayor. Al igual que en los casos anteriores, la dirección es inversa. La variación en el precio del maíz está explicada en un 4.8% (R^2) por la MATSM.

En particular, en ninguno de los modelos estimados para este periodo (junio de 1972 a 1973) fue necesario corregir por el método de máxima verosimilitud, ya que para el número de variables explicativas de cada uno de los modelos y las observaciones incluidas, el estadístico Durbin Watson muestra que no existe correlación serial en los residuos.

En general, en estos modelos se aprecia que la MATSM explica de forma medianamente significativa variaciones muy pequeñas en los precios de los granos básicos. Estos modelos indican que ante movimientos en la MATSM disminuirán las variaciones en los precios de los granos básicos en Costa Rica, durante ese periodo.

Esa forma de incidir el ENOS sobre los precios, que parece ser contraria a la que podría esperarse, puede deberse a que como en ese periodo los precios eran fijados por el CNP, durante los meses de mayor impacto negativo del ENOS sobre la producción local, el CNP subsidió en exceso las diferencias de precios (en época de escasez el CNP importaba granos y los vendía a precios bajos a los consumidores nacionales).³

De los modelos estimados para el fenómeno de setiembre de 1976 a setiembre de 1977, solamente el modelo de variaciones en el precio del arroz presentó resultados estadísticamente

³ Sin embargo, debe reconocerse que esa afirmación es una especulación y se podría elaborar otros argumentos.

significativos y coeficientes de determinación positivos. En el cuadro 2.1.3 se presentan los detalles del mismo.

El modelo de estimación de las variaciones en el precio del arroz, rechazaría la hipótesis nula a cualquier nivel de significancia mayor al 11%, estableciendo a la MATSM como variable explicativa de las variaciones en el precio del arroz. Este efecto estimado sobre la variable dependiente es de poca magnitud y negativo. La MATSM explica en un 14.7% el comportamiento de la variable independiente. En este modelo no se presenta correlación serial de los residuos.

Al igual que en el caso anterior, para las estimaciones que abarcan el fenómeno de noviembre de 1986 a octubre de 1988 (Cuadro 2.1.4), solo en el caso del precio arroz se presentan resultados estadísticamente significativos (y un coeficiente de determinación positivo). En este modelo se aceptaría la hipótesis de que la MATSM es una variable explicativa de las variaciones en el precio del arroz para niveles de significancia mayores a 14.7%. La magnitud del efecto de la MATSM sobre esta variable es pequeña, y como en todos los casos anteriores, la dirección es del efecto es inversa. Para este caso, las variaciones en el precio del arroz están explicadas en un 5.7% por la MATSM. Nótese que para esta fecha todavía no se había liberalizado el precio del arroz.

Cuadro 2.1.2

Modelo de estimación de la tasa de crecimiento de los precios de los granos básicos durante en Niño de Junio de 1972 a Octubre de 1973

| Var. dependiente | Tasa de crec. de P _A | | | | Tasa de crec. de P _F | | | | Tasa de crec. de P _M | | | |
|-------------------------|---------------------------------|----------|----------|-------|---------------------------------|----------|----------|-------|---------------------------------|----------|----------|-------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media |
| C | 0.010 | 1.797 | 0.093 | | 0.017 | 1.797 | 0.093 | | 0.027 | 1.883 | 0.079 | |
| MATSM | -0.006 | -1.571 | 0.137 | 0.885 | -0.011 | -1.571 | 0.137 | 0.885 | -0.014 | -1.345 | 0.199 | 0.885 |
| R ² ajustado | 0.084 | | | | 0.084 | | | | 0.048 | | | |
| Observaciones | 17.000 | | | | 17.000 | | | | 17.000 | | | |
| F[N1, N2] = | 2.470 | | | | 2.470 | | | | 1.810 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.137 | | | | 0.137 | | | | 0.199 | | | |
| Estadístico D-W | 2.449 | | | | 2.449 | | | | 2.467 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.1.3

Modelo de estimación de la tasa de crecimiento de los precios de los granos básicos durante en Niño de Setiembre de 1976 a Setiembre de 1977

| Var. dependiente | Tasa de crec. de P_A | | | | Tasa de crec. de P_F | | | | Tasa de crec. de P_M | | | |
|---------------------|------------------------|----------|------------|-------|--|----------|------------|-------|--|----------|------------|-------|
| | Coef. | Estad. T | $P[Z >z]$ | Media | Coef. | Estad. T | $P[Z >z]$ | Media | Coef. | Estad. T | $P[Z >z]$ | Media |
| C | 0.016 | 2.058 | 0.064 | | Se presentaron coeficientes de determinación negativos | | | | Se presentaron coeficientes de determinación negativos | | | |
| MATSM | -0.018 | -1.751 | 0.108 | 0.666 | | | | | | | | |
| R^2 ajustado | 0.147 | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | 13.000 | | | | | | | | | | | |
| $F[N_1, N_2] =$ | 3.070 | | | | | | | | | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.108 | | | | | | | | | | | |
| Estadístico D-W | 2.604 | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

En las estimaciones realizadas para el periodo desde junio de 1997 a diciembre de 1998, el modelo que tiene como variable dependiente las variaciones en el precio del maíz es el único que presenta resultados estadísticamente significativos y un coeficiente de determinación positivo. En este modelo, la hipótesis alternativa es aceptada para cualquier nivel de significancia mayor a 5% (Cuadro 2.1.5). En este caso, al contrario de todos los anteriores, el efecto de la MATSM sobre las variaciones en el precio del grano es positivo. Es decir, en este Niño, incrementos en la MATSM aumentan la variabilidad en los precios (aunque ese incremento es relativamente pequeño). Nuevamente, la dirección de efecto puede deberse a que ya se había liberado el precio del maíz, lo que parece indicar que entre mayor sea la intensidad del fenómeno, mayor será la variabilidad de los precios del maíz. Las variaciones en el precio del arroz están explicadas en un 10% por la MATSM. En un principio, el modelo presentaba correlación serial de los residuos, según el estadístico Durbin Watson, por lo que tuvo que ser corregido mediante un proceso de máxima verosimilitud.

Dada la poca influencia que tuvo la MATSM sobre las variaciones en los precios de los granos (para el mejor de los casos las variaciones en el precio del grano están explicadas en un 14.7% por la MATSM), se estructuró un modelo que valore el mercado externo como mecanismo de escape para los efectos de la MATSM sobre la producción y el consumo nacional. Para este modelo se define el consumo interno del grano como la producción nacional menos las exportaciones netas.

$$\begin{aligned}
 CI &= Y + M - X \\
 CI &= Y - XN
 \end{aligned}
 \tag{2.1.1}$$

A la vez, la proporción de las exportaciones netas respecto a la producción es un indicador de la proporción de la producción nacional que absorbe el resto del mundo, por lo que se podría expresar de la siguiente manera.

$$\begin{aligned}
 CI/Y &= 1 - XN/Y \\
 XN/Y &= 1 - CI/Y
 \end{aligned}
 \tag{2.1.2}$$

En la ecuación 2.1.2 la absorción externa de la producción nacional está definida como 1 menos el nivel de absorción interno. Este indicador de exportaciones netas entre la producción es utilizado en el modelo para evaluar el mercado externo como válvula de escape para los efectos del Niño. El modelo define las variaciones en XN/Y como la variable dependiente, mientras que la MATSM es la variable explicativa (los detalles se presentan en el cuadro 2.1.6). A diferencia de los modelos anteriores, la periodicidad de las variables es anual y el periodo de los datos abarca desde 1970 a 1995. El comportamiento de las exportaciones netas en el periodo de estudio puede observarse en el gráfico 2.1.2.

Solamente el modelo de estimación de las variaciones de XN/Y para maíz presentó resultados estadísticamente significativos y un coeficiente de determinación positivo. En ese caso, la variable MATSM es altamente significativa en términos estadísticos (mayor a 6%). La dirección del efecto de la MATSM es positiva.

Un aumento en la intensidad del Niño ocasionaría un aumento en la variabilidad XN/Y de maíz, o lo que es lo mismo una disminución en el nivel de absorción interno del grano. En este modelo, las variaciones en las exportaciones netas entre la producción de maíz están explicadas en un 11.3% por la MATS.

Cuadro 2.1.4

Modelo de estimación de la tasa de crecimiento de los precios de los granos básicos durante en Niño de Noviembre de 1986 a Agosto de 1988

| Var. dependiente | Tasa de crec. de P _A | | | | Tasa de crec. de P _F | | | | Tasa de crec. de P _M | | | |
|-------------------------|---------------------------------|----------|----------|-------|---------------------------------|----------|----------|-------|---------------------------------|----------|----------|-------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media |
| C | 0.020 | 2.316 | 0.031 | | Se presentaron coeficientes de | | | | Se presentaron coeficientes de | | | |
| MATSM | -0.011 | -1.509 | 0.147 | 0.873 | Determinación negativos | | | | determinación negativos | | | |
| R ² ajustado | 0.057 | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | 22.000 | | | | | | | | | | | |
| F[N1, N2] = | 2.280 | | | | | | | | | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.147 | | | | | | | | | | | |
| Estadístico D-W | 1.679 | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.1.5

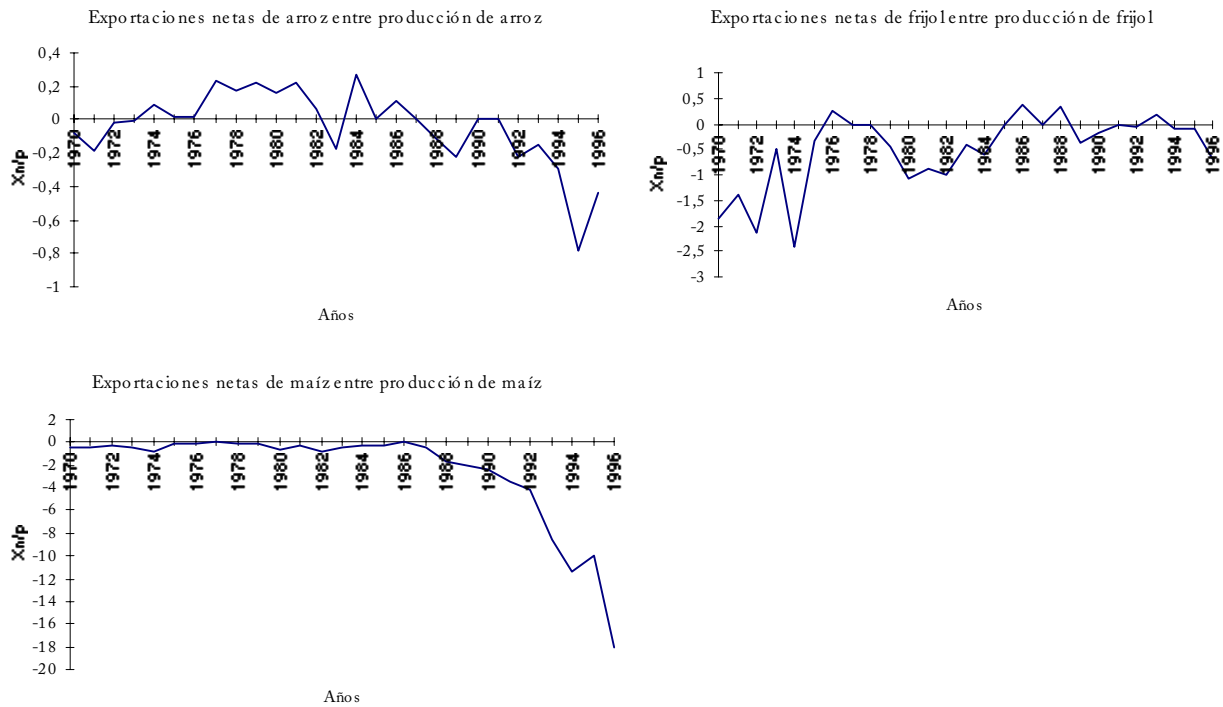
Modelo de estimación de la tasa de crecimiento de los precios de los granos básicos durante en Niño de Junio de 1997 a Diciembre de 1998

| Var. dependiente | Tasa de crec. de P _A | | | | Tasa de crec. de P _F | | | | Tasa de crec. de P _M | | | |
|-------------------------|--|----------|----------|-------|--|----------|----------|-------|---------------------------------|----------|----------|-------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media |
| C | Se presentaron coeficientes de determinación negativos | | | | Se presentaron coeficientes de Determinación negativos | | | | -0.013 | -0.537 | 0.591 | |
| MATSM | | | | | | | | | 0.023 | 1.994 | 0.046 | 1.430 |
| Rho | | | | | | | | | -0.383 | -1.375 | 0.169 | |
| R ² ajustado | | | | | | | | | 0.099 | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | 12.000 | | | |
| F[N1, N2] = | | | | | | | | | 2.210 | | | |
| Prob(F-estadística) | | | | | | | | | 0.168 | | | |
| Estadístico D-W | | | | | | | | | 2.295 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Gráfico 2.1.2

Evolución anual de las exportaciones netas respecto a la producción de granos básicos en Costa Rica. Periodo 1970 - 1998



Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.1.6
Modelo de estimación de la tasa de crecimiento las exportaciones netas
con respecto a la producción. Periodo 1970 - 1996

| Var. dependiente | Xn/p (arroz) | | | | Xn/p (frijol) | | | | Xn/p (maíz) | | | |
|-------------------------|--|----------|----------|-------|--|----------|----------|-------|-------------|----------|----------|-------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media |
| C | Se presentaron coeficientes de determinación negativos | | | | Se presentaron coeficientes de determinación negativos | | | | 9.306 | 0.529 | 0.602 | |
| MATSM | | | | | | | | | 53.246 | 2.044 | 0.052 | 0.170 |
| R ² ajustado | | | | | | | | | 0.113 | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | 26.000 | | | |
| F[N1, N2] = | | | | | | | | | 4.180 | | | |
| Prob(F-estadística) | | | | | | | | | 0.052 | | | |
| Estadístico D-W | | | | | | | | | 1.831 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto

2.2 Estimación de los modelos de producción para las regiones seleccionadas

En esta sección se presentan estimaciones de la función de producción de granos (arroz, frijoles y maíz) a partir de una serie de variables explicativas. En este modelo la producción está determinada por las hectáreas cultivadas, la tecnología y el clima.

$$y = f(\text{hect}, \text{tecnol}, \text{clima}) \quad (2.2.1)$$

Ante los problemas de cuantificar los avances tecnológicos en el sector agropecuario, se creó una variable que crece aritméticamente (y que se estima usando logaritmo natural). Esta variable trata de capturar las mejoras tecnológicas en el sector.

La variable para capturar el fenómeno del ENOS que resume la información climática se incorpora en el análisis de tres maneras diferentes: el primer modelo toma como variable explicativa la MATSM, que al ser un promedio móvil muestra un efecto de “memoria”, de la magnitud de la temperatura de la superficie del mar. El segundo modelo introduce una variable dummy (llamada Dum) que toma el valor de uno cuando ocurre un evento Niño y cero en cualquier evento (según la definición de la AMJ). En el tercer modelo esta dummy es remplazada por otra variable del mismo tipo (llamada Dummy) que asume valores de uno cuando ocurre cualquier evento (Niño o Niña) y cero en cualquier otro caso. Estas especificaciones permiten introducir en la función de producción la información climática de diversas maneras; capturando cada modelo elementos diferentes. En el primer modelo se mide la magnitud de la temperatura de la superficie del mar, en el segundo se introduce solamente información relacionada con la presencia del fenómeno del Niño, ya que para el caso de Costa Rica este es el evento que se ha manifestado más veces y ha provocado las mayores pérdidas en los cultivos. En el tercer modelo se introduce una variable en la función de producción que refleja la aparición de cualquier evento, sea este Niña o Niño.

Para la estimación se establece una función de producción tipo Cobb Douglas, en la cual los coeficientes de las variables explicativas son a la vez las elasticidades de la función (excepto para el caso de la MATSM). La función de producción para cada uno de los modelos adopta la siguiente forma:

Modelo 1

$$y = C + \alpha \ln(\text{tiempo}) + \beta \ln(\text{hect}) + \lambda \text{MATSM} \quad (2.2.2)$$

Modelo 2

$$y = C + \alpha \ln(\text{tiempo}) + \beta \ln(\text{hect}) + \lambda \text{dummy}(\text{niño}) \quad (2.2.3)$$

Modelo 3

$$y = C + \alpha \ln(\text{tiempo}) + \beta \ln(\text{hect}) + \lambda \text{dummy}(\text{enos}) \quad (2.2.4)$$

Estas estimaciones se llevaron a cabo en las regiones seleccionadas para cada cultivo.

2.2.1 Resultados para la producción de arroz

Los resultados de las estimaciones para Liberia (cuadro 2.2.1) indican que los modelos explican la mayoría de la variabilidad de la producción de arroz ($R^2 = 0.981$). Los coeficientes de las variables hectárea y tiempo presentan altos niveles de significancia estadística y signos esperados (positivos). Los modelos dos y tres presentaron problemas de correlación serial de los residuos por lo que fueron corregidos utilizando máxima verosimilitud mediante un proceso AR(1).

Con relación a las tres variables que cuantifican de diferente forma el fenómeno del ENOS, se tiene que la MATSM presenta un coeficiente positivo pero muy poco significativo; la variable Dum que captura el efecto del Niño presenta un coeficiente negativo pero con una menor significancia estadística y al considerar conjuntamente El Niño y La Niña (variable Dummy) se encuentra también un coeficiente negativo con una mayor significancia estadística (de que el coeficiente es estadísticamente diferente de cero), la cual aún sigue siendo baja ($P=0.35$).

En resumen, la evidencia empírica parece indicar que El Niño y La Niña afectan de manera poco significativa la producción absoluta de arroz en Liberia, y que el Niño individualmente ha tenido una menor incidencia sobre el nivel absoluto de producción en esa zona.

Los resultados para Nicoya (cuadro 2.2.2) indican que las variables hectáreas, tiempo y las climáticas explican más del 93% de la variabilidad de la producción de arroz en Nicoya. En particular, nuevamente las dos primeras presentan elevados niveles de significancia estadística asociados a sus parámetros estimados. El coeficiente del tiempo presenta un signo negativo en el modelo 3, lo cual es contrario a lo esperado. Al igual que para el caso de Liberia, los modelos dos y tres necesitaron ser corregidos de autocorrelación serial de los residuos mediante un proceso AR(1).

Con relación al efecto del ENOS, la variable MATSM presenta una elevada significancia estadística asociada a su parámetro y el signo indica que a mayor TSM menor será el nivel de producción de arroz en dicha zona. El coeficiente estimado de la variable que captura el efecto de EL Niño (Dum) presenta una elevada significancia estadística ($P=0.02$) y su signo también es negativo. El menor nivel de P (0.2) asociado a la variable que captura el efecto Niño y Niña de manera conjunta (la variable Dummy, la cual también muestra un signo negativo), parece indicar el Niño tiene una mayor incidencia en la determinación del nivel de producción de arroz en Nicoya.

Los modelos estimados para la función de producción en Osa (cuadro 2.2.3) también presenta elevados R^2 (el menor es de 0.982). Los coeficientes asociados a las variables hectáreas y tiempo muestran elevados t-estadísticos (alta significancia de que son estadísticamente diferentes de cero); aunque el coeficiente de la variable tiempo en los modelos 2 y 3 presenta un signo negativo, el cual es contrario a lo esperado. Todos los modelos se estimaron bajo un proceso de máxima verosimilitud, dada la correlación serial de los residuos.

Cuadro 2.2.1
Funciones de producción de arroz para la región de Liberia

| | Modelo 1 | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | 0.966 | 6.707 | 0.000 | | 0.965 | 6.695 | 0.000 | | 1.004 | 6.751 | 0.000 | |
| ln (tiempo) | 0.115 | 4.469 | 0.000 | 4.115 | 0.116 | 4.622 | 0.000 | 4.115 | 0.112 | 4.435 | 0.000 | 4.115 |
| ln (hect) | 0.995 | 64.631 | 0.000 | 6.779 | 0.995 | 64.433 | 0.000 | 6.779 | 0.994 | 64.957 | 0.000 | 6.779 |
| MATSM | 0.003 | 0.118 | 0.906 | 0.393 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | -0.001 | -0.021 | 0.983 | 0.364 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | -0.037 | -0.926 | 0.354 | 0.506 |
| Rho | 0.225 | 2.009 | 0.045 | | 0.225 | 2.014 | 0.044 | | 0.227 | 2.030 | 0.042 | |
| R ² ajustado | 0.981 | | | | 0.981 | | | | 0.981 | | | |
| F[N1, N2] = | 1293.92 | | | | 1293.350 | | | | 1308.35 | | | |
| | 0 | | | | | | | | 0 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 77.000 | | | | 77.000 | | | | 77.000 | | | |
| Estadístico D-W | 1.950 | | | | 1.950 | | | | 1.956 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.2.2

Funciones de producción de arroz para la región de Nicoya

| | Modelo 1* | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|-----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | 1.210 | 4.702 | 0.000 | | 1.133 | 2.883 | 0.004 | | 1.257 | 2.697 | 0.007 | |
| ln (tiempo) | 0.055 | 2.488 | 0.020 | 3.959 | 0.011 | 0.252 | 0.801 | 3.959 | -0.019 | -0.298 | 0.766 | 3.959 |
| ln (hect) | 0.965 | 28.950 | 0.000 | 6.892 | 1.003 | 21.540 | 0.000 | 6.892 | 0.997 | 20.763 | 0.000 | 6.892 |
| MATSM | -0.173 | -8.385 | 0.000 | 0.470 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | -0.245 | -3.104 | 0.002 | 0.379 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | -0.111 | -1.275 | 0.202 | 0.586 |
| Rho | | | | | 0.269 | 1.476 | 0.140 | | 0.475 | 2.860 | 0.004 | |
| R ² ajustado | 0.981 | | | | 0.953 | | | | 0.934 | | | |
| F[N1, N2] = | 481.980 | | | | 188.510 | | | | 133.260 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 29.000 | | | | 29.000 | | | | 29.000 | | | |
| Estadístico D-W | 2.129 | | | | 1.955 | | | | 1.882 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Con relación al clima se encontró que la MATSM presenta menor evidencia estadística de ser relevante para explicar el nivel de producción de arroz de esa zona ($P=0.86$). Sin embargo, cuando el modelo se estima con la variable Dum se encontró mayor evidencia empírica de que EL Niño afecta negativamente la producción ($P=0.16$). La variable Dummy, que captura el efecto tanto de los Niños como de las Niñas (de manera conjunta) sobre el nivel de producción de Osa muestra un coeficiente negativo el cual es estadísticamente diferente de cero ($P=0.000$). Lo anterior indica que el ENOS, tanto durante eventos Niños como Niñas, afecta de manera negativa y significativa la producción de arroz en Osa.

En los modelos que estiman las funciones de producción para Santa Cruz (cuadro 2.2.4), se presentan diversos coeficientes de determinación, en donde el menor R^2 encontrado fue de 87.1% (modelo 3). La elasticidad de la variable hectáreas presentó altos niveles de significancia estadística y signo esperado, mientras que la variable tiempo presentó en el modelo tres un nivel de significancia pobre. Solamente el modelo uno estuvo exento de ser corregido de autocorrelación serial de los residuos.

Para los tres modelos los coeficientes de la variable que captura el efecto del clima son altamente significativos. Se encontró evidencia de que la variable MATSM tiene un efecto negativo estadísticamente significativo sobre la producción ($P=0$), situación que se repite en la variable dum que capta el efecto del Niño. Con respecto a la variable dummy que considera a la vez al Niño y la Niña, el coeficiente estimado presenta signo negativo, y es estadísticamente significativo para cualquier nivel de P mayor a 5.5%.

En la zona de Santa Cruz la evidencia empírica parece indicar que los fenómenos del Niño y la Niña afectan conjuntamente de manera significativa la producción de arroz. Sin embargo, el Niño individualmente ha tenido más incidencia en la determinación de producción del grano en la zona.

2.2.2 Resultados para la producción de frijol

En las estimaciones de la función de producción para la región de Pérez Zeledón (cuadro 2.2.5), las variables de tiempo, hectáreas y clima explican en conjunto un alto porcentaje (95.8%) de las variaciones en la producción de frijol. Los coeficientes correspondientes a las variables de tiempo y hectáreas presentan inmejorables niveles de significancia ($P=0$). Sin embargo, el signo de la variable tiempo es el contrario el esperado (negativo). Los tres modelos se corrigieron de autocorrelación por el método de máxima verosimilitud.

La significancia estadística de los coeficientes de las variables que denotan el efecto del clima sobre la función de producción es muy baja (en el mejor de los casos $P=0.63$). Al contrario de lo esperado, el coeficiente de la variable MATSM en el modelo 1 indica una relación directa positiva con la producción de frijol. En el modelo 2 y 3 el coeficiente estimado para las variables Dum y Dummy clima si está de acuerdo con lo esperado, es decir, afecta la producción negativamente.

Cuadro 2.2.3
Funciones de producción de arroz para la región de Osa

| | Modelo 1 | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | 1.240 | 10.499 | 0.000 | | 1.245 | 10.731 | 0.000 | | 1.385 | 12.012 | 0.000 | |
| ln (tiempo) | -0.045 | -2.005 | 0.045 | 3.993 | -0.043 | -1.992 | 0.046 | 3.993 | -0.061 | -2.966 | 0.003 | 3.993 |
| ln (hect) | 1.007 | 81.210 | 0.000 | 6.936 | 1.008 | 82.417 | 0.000 | 6.936 | 1.003 | 87.220 | 0.000 | 6.936 |
| MATSM | -0.003 | -0.177 | 0.860 | 0.379 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | -0.049 | -1.382 | 0.167 | 0.347 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | -0.109 | -3.528 | 0.000 | 0.520 |
| Rho | 0.522 | 5.258 | 0.000 | | 0.526 | 5.325 | 0.000 | | 0.519 | 5.227 | 0.000 | |
| R ² ajustado | 0.982 | | | | 0.982 | | | | 0.985 | | | |
| F[N1, N2] = | 1356.17 | | | | 1384.920 | | | | 1602.85 | | | |
| | 0 | | | | | | | | 0 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 75.000 | | | | 75.000 | | | | 75.000 | | | |
| Estadístico D-W | 1.743 | | | | 1.781 | | | | 1.829 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.2.4
Funciones de producción de arroz para la región de Santa Cruz

| | Modelo 1* | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|-----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | 1.053 | 2.977 | 0.006 | | 1.177 | 2.350 | 0.019 | | 1.393 | 2.404 | 0.016 | |
| ln (tiempo) | 0.118 | 4.592 | 0.000 | 3.959 | 0.068 | 1.447 | 0.148 | 3.959 | 0.020 | 0.291 | 0.771 | 3.959 |
| ln (hect) | 0.954 | 22.804 | 0.000 | 7.049 | 0.968 | 16.968 | 0.000 | 7.049 | 0.961 | 16.475 | 0.000 | 7.049 |
| MATSM | -0.192 | -9.927 | 0.000 | 0.470 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | -0.316 | -3.929 | 0.000 | 0.379 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | -0.182 | -1.929 | 0.054 | 0.586 |
| Rho | | | | | 0.257 | 1.409 | 0.159 | | 0.476 | 2.867 | 0.004 | |
| R ² ajustado | 0.965 | | | | 0.912 | | | | 0.871 | | | |
| F[N1, N2] = | 261.000 | | | | 97.700 | | | | 64.110 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 29.000 | | | | 29.000 | | | | 29.000 | | | |
| Estadístico D-W | 2.359 | | | | 2.003 | | | | 1.935 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

En relación a las funciones de producción estimadas para Pocosol (cuadro 7.2.6), se tiene que el conjunto de las variable incluidas en los modelos (tiempo, hectáreas y clima) explican en alta medida la producción de frijol de la región (el R^2 menos es de 96%). En los tres modelos estimados, las variables tiempo y hect presentan coeficientes con signos positivos (esperados) y altos niveles de significancia de que son diferentes de cero. Al igual que en el caso anterior, los tres modelos fueron estimados bajo un proceso AR(1), corrigiendo la correlación serial de los residuos.

Los coeficientes de las variable que denotan el impacto del ENOS en la función de producción presentan el signo esperado en todos los modelos (negativo), con una alta significancia estadística en las variables Dum (que capta el efecto del Niño) y Dummy (que capta el efecto del Niño y la Niña conjuntamente). Por su parte, el coeficiente de la variable MATSM presenta un bajo nivel de significancia, lo que parece indicar que el Niño afecta de manera más significativa la producción de arroz en Pocosol.

Para la región de Upala (cuadro 2.2.7), los R^2 correspondientes a las funciones de producción estimadas indican que las variables de tiempo, hectáreas y clima explican más de un 99% de la variabilidad de la producción de la región. Por su parte, según el coeficiente de la variable tiempo, aumentos en la variable que capta las mejoras tecnológicas en el sector llevaría a una disminución de la producción de frijol de la zona. La variable de hectáreas si presenta el coeficiente esperado (positivo). Tanto la variable tiempo como hectáreas, presentan coeficientes con altos niveles de significancia. Los tres modelos presentaron problemas de autocorrelación, por lo que fue necesario utilizar un método de máxima verosimilitud.

Las variables que denota el impacto del ENOS en la producción de frijol para la región de Upala, no presentan el mismo comportamiento en todos los modelos. Si bien es cierto, para ninguno de los modelos existe evidencia empírica de que esta variable afecta la producción de frijol de la zona, en el caso de la MATSM y la Dummy (modelo 3) se presentan coeficientes contrarios a los esperados (positivos), mientras que la variable dum si presenta el signo negativo.

2.2.3 Resultados para la producción de maíz

Para los modelos de producción estimados para la región de Corredores (cuadro 2.2.8), las variables de tiempo, hectáreas y clima explican en conjunto cerca de un 97% del comportamiento de la producción de maíz en la región. El coeficiente de la variable de tiempo, al igual que la de hectáreas, presenta una relación positiva directa con la producción de maíz de la zona, sin embargo, esta presenta pobres niveles de significancia dentro del modelo (a diferencia de la de hectáreas). En todos las funciones estimadas para la zona de Corredores se corrigió de autocorrelación serial de los residuos por máxima verosimilitud, a través de un proceso AR(1).

En los modelos 2 y 3 se encontró evidencia empírica de que las variables dum (que captura la información sobre la influencia del Niño) y Dummy (que capta el impacto del Niño y la Niña conjuntamente) influyen en el comportamiento de la producción de maíz en la región

de Corredores, mientras que el modelo 1 presenta un coeficiente de la variable clima (MATSM) que no es estadísticamente significativo. Todos los signos corresponden a los esperados (negativos).

Por su parte, la producción de maíz de Pérez Zeledón (cuadro 2.2.9) es explicada en un 97% por el conjunto de variables incluidas en los modelos estimados (tiempo, hectáreas y clima). En estos modelos, los coeficientes de las variables tiempo y hect presentan signos esperados (positivos) en todos los casos. Sin embargo, son significativos solamente para el caso de la variable hectáreas. Para los tres modelos se presentó correlación serial de los residuos, por lo que fueron estimados por un método AR(1).

Con respecto a las variables que denotan el efecto del ENOS en la producción de maíz, los coeficientes de las mismas presentan signos esperados (negativos), sin embargo la significancia estadística de estos es apenas medianamente buena. En este caso no parece existir evidencia empírica de una fuerte influencia del fenómeno el Niño en la producción de maíz para la región de Corredores ($P=25\%$), sin embargo, la significancia de la variable que capta el efecto del Niño y la Niña conjuntamente en la producción si es alta ($P=0.13$).

Los resultados para Pocosí (cuadro 2.2.10) indican que las variables de tiempo, hectáreas y clima explican mas del 99% de las variaciones en la producción de maíz para la región. En la estimación de las funciones se presenta una relación positiva y directa entre las elasticidades de las variables de tiempo y hectáreas con la producción de maíz (como se esperaba). La variable de hectáreas presenta un alto nivel de significancia dentro de los modelos ($P=0$), contrario a lo presentado por la variable de tiempo. En la estimación de los tres modelos fue necesario utilizar un método AR(1), que eliminara la correlación serial de los residuos.

Cuadro 2.2.5
Funciones de producción de frijol para la región de Pérez Zeledón

| | Modelo 1 | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | 0.236 | 0.963 | 0.335 | | 0.234 | 0.958 | 0.338 | | 0.257 | 1.032 | 0.302 | |
| ln (tiempo) | -0.181 | -3.937 | 0.000 | 4.073 | -0.180 | -3.989 | 0.000 | 4.073 | -0.183 | -4.027 | 0.000 | 4.073 |
| ln (hect) | 0.977 | 47.222 | 0.000 | 6.387 | 0.977 | 47.344 | 0.000 | 6.387 | 0.978 | 47.390 | 0.000 | 6.387 |
| MATSM | 0.004 | 0.117 | 0.907 | 0.360 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | -0.005 | -0.065 | 0.948 | 0.365 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | -0.031 | -0.484 | 0.629 | 0.514 |
| Rho | 0.459 | 4.412 | 0.000 | | 0.460 | 4.432 | 0.000 | | 0.464 | 4.476 | 0.000 | |
| R ² ajustado | 0.958 | | | | 0.958 | | | | 0.958 | | | |
| F[N1, N2] = | 557.200 | | | | 556.980 | | | | 556.100 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 74.000 | | | | 74.000 | | | | 74.000 | | | |
| Estadístico D-W | 1.797 | | | | 1.796 | | | | 1.798 | | | |

Fuente. Elaborado por el autor a partir de dato recopilados por el proyecto

Cuadro 2.2.6
Funciones de producción de frijol para la región de Pocosol

| | Modelo 1 | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | -1.436 | -4.600 | 0.000 | | -1.458 | -5.363 | 0.000 | | -1.401 | -4.932 | 0.000 | |
| ln (tiempo) | 0.230 | 4.091 | 0.000 | 4.241 | 0.215 | 4.380 | 0.000 | 4.241 | 0.210 | 3.985 | 0.000 | 4.241 |
| ln (hect) | 1.028 | 26.511 | 0.000 | 7.519 | 1.047 | 29.652 | 0.000 | 7.519 | 1.043 | 28.959 | 0.000 | 7.519 |
| MATSM | -0.041 | -1.224 | 0.221 | 0.434 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | -0.211 | -3.183 | 0.002 | 0.351 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | -0.175 | -2.680 | 0.007 | 0.459 |
| Rho | 0.198 | 1.212 | 0.226 | | 0.189 | 1.156 | 0.248 | | 0.226 | 1.392 | 0.164 | |
| R ² ajustado | 0.961 | | | | 0.969 | | | | 0.967 | | | |
| F[N1, N2] = | 300.410 | | | | 381.190 | | | | 348.870 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 37.000 | | | | 37.000 | | | | 37.000 | | | |
| Estadístico D-W | 1.980 | | | | 1.971 | | | | 1.965 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.2.7

Funciones de producción de frijol para la región de Upala

| | Modelo 1 | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|--------------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|--------------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | 0.118 | 0.942 | 0.346 | | 0.118 | 0.943 | 0.346 | | 0.117 | 0.933 | 0.351 | |
| ln (tiempo) | -0.051 | -2.305 | 0.021 | 4.122 | -0.051 | -2.330 | 0.020 | 4.122 | -0.051 | -2.367 | 0.018 | 4.122 |
| ln (hect) | 0.978 | 76.644 | 0.000 | 7.412 | 0.978 | 76.909 | 0.000 | 7.412 | 0.978 | 76.792 | 0.000 | 7.412 |
| MATSM | 0.001 | 0.035 | 0.972 | 0.479 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | -0.002 | -0.064 | 0.949 | 0.378 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | 0.002 | 0.074 | 0.941 | 0.459 |
| Rho | 0.218 | 1.339 | 0.181 | | 0.239 | 1.476 | 0.140 | | 0.229 | 1.413 | 0.158 | |
| R ² ajustado | 0.994 | | | | 0.994 | | | | 0.994 | | | |
| F[N1, N2] = | 1849.01 0 | | | | 1853.100 | | | | 1861.33 0 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 37.000 | | | | 37.000 | | | | 37.000 | | | |
| Estadístico D-W | 1.995 | | | | 1.991 | | | | 1.995 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.2.8
Funciones de producción de maíz para la región de Corredores

| | Modelo 1 | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|--------------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|--------------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | 0.608 | 3.013 | 0.003 | | 0.590 | 2.885 | 0.004 | | 0.677 | 3.258 | 0.001 | |
| ln (tiempo) | 0.014 | 0.400 | 0.689 | 3.927 | 0.022 | 0.620 | 0.535 | 3.927 | 0.003 | 0.099 | 0.921 | 3.927 |
| ln (hect) | 1.010 | 50.674 | 0.000 | 5.339 | 1.014 | 51.289 | 0.000 | 5.339 | 1.013 | 51.275 | 0.000 | 5.339 |
| MATSM | -0.004 | -0.139 | 0.890 | 0.351 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | -0.107 | -1.658 | 0.097 | 0.329 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | -0.095 | -1.574 | 0.115 | 0.474 |
| Rho | 0.190 | 1.674 | 0.094 | | 0.267 | 2.399 | 0.017 | | 0.249 | 2.230 | 0.026 | |
| R ² ajustado | 0.978 | | | | 0.978 | | | | 0.978 | | | |
| F[N1, N2] = | 1087.93 0 | | | | 1097.240 | | | | 1100.08 0 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 76.000 | | | | 76.000 | | | | 76.000 | | | |
| Estadístico D-W | 2.021 | | | | 2.049 | | | | 2.044 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Para los tres modelos, el nivel de significancia de la variable clima es aproximadamente de un 30%, lo cual indica que hay poca evidencia que señale la existencia de una relación entre esta variable y la producción de maíz en la región de Pocosí. En todos los casos el coeficiente de la variable clima resultó ser contrario al esperado (positivo).

A nivel general, en la mayoría de los casos se observa que aumentos en la temperatura de la superficie del mar (indicativos del Niño) provocan disminuciones en la producción de granos básicos. Además, fuertes disminuciones en esta variable también llegan a disminuir la producción de granos (indicativos de Niña), como lo señala el signo positivo en algunos de los coeficientes de la MATSM dentro de las funciones de producción estimadas. Si bien es cierto en Costa Rica es más evidente la influencia del fenómeno el Niño en la producción pesquera, estos resultados evidencian la importancia del fenómeno la Niña en la producción de granos básicos.

La elasticidad de la función de producción con respecto a las hectáreas resultó ser según lo esperado. Es decir, que ante aumentos en las hectáreas cultivadas de grano, la producción aumenta en todos los modelos estimados. El coeficiente de la variable tiempo varía según el cultivo y la región en donde se haya estimado el modelo.

Para granos y regiones, la mayoría de los niveles de bondad de ajuste de los modelos son muy favorables, lo que indica que la variación en la producción está explicada en un alto porcentaje por las variables incluidas (clima, tiempo y hectáreas) en las estimaciones.

Cuadro 2.2.9
Funciones de producción de maíz para la región de Pérez Zeledón

| | Modelo 1 | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | 0.690 | 3.288 | 0.001 | | 0.729 | 3.644 | 0.000 | | 0.803 | 3.941 | 0.000 | |
| ln (tiempo) | 0.048 | 0.992 | 0.321 | 4.010 | 0.039 | 0.865 | 0.387 | 4.010 | 0.025 | 0.544 | 0.586 | 4.010 |
| ln (hect) | 0.976 | 82.930 | 0.000 | 5.605 | 0.976 | 82.064 | 0.000 | 5.605 | 0.977 | 82.454 | 0.000 | 5.605 |
| MATSM | -0.045 | -1.245 | 0.213 | 0.284 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | -0.066 | -1.153 | 0.249 | 0.294 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | -0.077 | -1.528 | 0.127 | 0.447 |
| Rho | 0.672 | 8.327 | 0.000 | | 0.653 | 7.901 | 0.000 | | 0.649 | 7.826 | 0.000 | |
| R ² ajustado | 0.968 | | | | 0.970 | | | | 0.971 | | | |
| F[N1, N2] = | 861.500 | | | | 906.480 | | | | 930.010 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 85.000 | | | | 85.000 | | | | 85.000 | | | |
| Estadístico D-W | 1.786 | | | | 1.796 | | | | 1.796 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.2.10
Funciones de producción de maíz para la región de Pocosí

| | Modelo 1 | | | | Modelo 2 | | | | Modelo 3 | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X | Coef. | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| Var. Depend: | | | | | | | | | | | | |
| ln(prod) | | | | | | | | | | | | |
| C | 0.427 | 4.524 | 0.000 | | 0.404 | 4.310 | 0.000 | | 0.386 | 3.960 | 0.000 | |
| ln (tiempo) | 0.020 | 1.056 | 0.291 | 4.057 | 0.024 | 1.256 | 0.209 | 4.057 | 0.028 | 1.429 | 0.153 | 4.057 |
| ln (hect) | 1.013 | 186.02 | 0.000 | 5.116 | 1.014 | 187.10 | 0.000 | 5.116 | 1.014 | 185.90 | 0.000 | 5.116 |
| | | 2 | | | | 3 | | | | 5 | | |
| MATSM | 0.016 | 1.026 | 0.305 | 0.237 | | | | | | | | |
| Dum | | | | | 0.022 | 1.050 | 0.294 | 0.351 | | | | |
| Dummy | | | | | | | | | 0.019 | 1.040 | 0.298 | 0.514 |
| Rho | 0.529 | 5.328 | 0.000 | | 0.517 | 5.156 | 0.000 | | 0.506 | 5.019 | 0.000 | |
| R ² ajustado | 0.998 | | | | 0.998 | | | | 0.998 | | | |
| F[N1, N2] = | 15936.38 | | | | 15947.03 | | | | 15982.26 | | | |
| | 0 | | | | 0 | | | | 0 | | | |
| Prob(F-estadística) | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 | | | |
| Observaciones | 74.000 | | | | 74.000 | | | | 74.000 | | | |
| Estadístico D-W | 1.735 | | | | 1.735 | | | | 1.721 | | | |

Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

2.3 Incidencia del ENOS sobre los rendimientos de granos básicos en Costa Rica.

Esta sección utiliza modelos probabilísticos para determinar la incidencia del ENOS sobre los rendimientos de los granos básicos en las subregiones de planificación seleccionadas.

El modelo:

Sea, R_i la función de rendimiento (toneladas por hectárea) del cultivo i bajo condiciones climáticas normales, el cual se expresa como:

$$R_i = R_i(h, p, t, C) \quad (2.3.1)$$

Donde, h es la cantidad de hectáreas cultivadas, p la producción, t indica la tecnología utilizada y C es un indicador de las condiciones climáticas. En este caso, cuando el ENOS está en su fase cálida, y según la definición de la AJM se presenta un Niño $R_i = R_{i,niño}$. Si el ENSO no está en su fase cálida ni fría $R_i = R_{i,normal}$.

$$\text{Sea } (R_{i,normal} - R_{i,niño}) = G_i(B, Z, \varepsilon) \quad (2.3.2)$$

Donde G_i es una función no observable. Durante eventos Niño se observa $R_{i,niño}$ y durante fases neutras se observa $R_{i,normal}$. Por lo tanto, se define $Y = 1$, si el rendimiento (promedio) calculado durante los periodos neutros es mayor que el rendimiento del mes j durante un Niño, e $Y = 0$ en la situación contraria. Además, se asume que ε se distribuye normal estándar.

Si el rendimiento normal es mayor que el rendimiento durante fase cálida, se tiene que:

$$\begin{aligned} \Pr(G > 0) &= \Pr(B'Z + \varepsilon > 0 \mid Z) \\ \Pr(G > 0) &= \Pr(\varepsilon > -B'Z), \quad \text{por simetría} \\ \Pr(G > 0) &= \Pr(\varepsilon < B'Z) \\ \Pr(Y = 1) &= \int_{-\infty}^{\beta'Z} \phi(t) dt, \quad \text{donde } \phi \text{ es la función de densidad normal estándar} \\ &= \Phi(\beta'Z) \end{aligned} \quad (2.3.3)$$

La contribución marginal que tiene la variable Z_1 sobre la probabilidad está dada por:

$$\frac{\partial \Phi(\beta'Z_1)}{\partial Z_1} = \phi(\beta'Z_1)\beta \quad (2.3.4)$$

En este caso, para medir C se utiliza la MATSM, y la definición de la AJM para definir periodo neutro y niño. El mismo razonamiento aplica para los rendimientos durante episodios Niña ($R_{i,niña}$). Como indicador del cambio tecnológico se utiliza la variable “tiempo” la cual crece aritméticamente.

Metodología

En este caso se realizan tres pruebas: la primera utiliza el rendimiento del cultivo i durante una fase ENOS, independientemente de que sea Niño o Niña. El modelo estima, por máxima verosimilitud, los parámetros asociados a la ecuación 2.3.3, es decir a la probabilidad de que dicho rendimiento (R_{enos}) sea menor que el rendimiento normal ($R_{i,normal}$). En este caso, la forma de estimación del modelo resume los efectos tanto del Niño y la Niña, y produce un signo y coeficiente “ponderado”. El segundo grupo de estimaciones muestra los resultados para el caso de los parámetros de la función de probabilidad de que el $R_{i,normal}$ sea mayor que el $R_{i,niño}$, y el tercer grupo de estimaciones muestra el caso para la comparación entre $R_{i,normal}$ y el $R_{i,niña}$. En este caso interesa contrastar la dirección y significancia estadística del efecto por evento sobre los rendimientos. Todos las ecuaciones se estiman utilizando el modelo Probit (ecuación 2.3.3), es decir se asume que ε se distribuye normal estándar.

2.3.1 Resultados para los rendimientos del cultivo del arroz

Los modelos estimados para los rendimientos de arroz, en Liberia, Nicoya y Osa, en sus tres definiciones, presentan un ajuste con un alto nivel de bondad, tal y como lo muestra los elevados valores de la Chi-cuadrado (para la prueba de hipótesis nula de pendientes iguales a cero⁴) y los bajos niveles de significancia asociados (el nivel de significancia mayor al cual no se rechazaría la hipótesis nula de pendientes iguales a cero es de 1.7%, un valor por debajo de los niveles de significancia usuales). Además, los P-seudo R^2 de McFadden son relativamente altos (Greene, 1997). En el caso de Liberia, no fue posible estimar el modelo de $P [R_{normal} > R_{niña}]$ debido a que durante todas las Niñas, se encontró que el $R_{normal} > R_{niña}$. Esto indica que con probabilidad de 1, bajo la Niña, los rendimientos del arroz en Liberia serán menores que los que se obtendrían bajo fase neutra.

El cuadro 2.3.1 presenta los resultados para los rendimientos del arroz en Liberia. El primer modelo (parte superior del cuadro) presenta los coeficientes estimados a la ecuación de que la probabilidad del rendimiento normal sea mayor que el rendimiento durante cualquier fase ENOS ($P [R_{normal} > R_{enos}]$), y se encontró que un incremento de la MATSM, sea durante un Niño, disminuye la probabilidad de que el rendimiento del arroz sea menor que el normal. Es decir, durante Niños o Niñas incrementos en los episodios, la MATSM tiende a incrementar los rendimientos respecto a la media de rendimientos neutros y dicho incremento es estadísticamente significativo a niveles mayores al 9%. El mismo comportamiento favorable sobre la probabilidad de mayores rendimientos Niños (respecto a los rendimientos neutros) muestra la MASTM en el segundo bloque, solo que esta vez con niveles de significancia estadística muy pobres. Como ya se indicó, los rendimientos durante Niñas siempre se mantuvieron por debajo del rendimiento normal.

⁴ En cada caso se estima la función de verosimilitud del modelo y una función de verosimilitud donde se restringe a que los parámetros (diferentes a la constante) sean iguales a cero. La Chi-cuadrado se estima como $-2 \ln(\lambda)$, donde $\lambda =$ función verosimilitud estimada restringida/función verosimilitud estimada sin restringir, y se distribuye como una Chi-cuadrado con grados de libertad igual al número de restricciones (Greene, 1997).

Cuadro 2.3.1

Modelo probabilístico del efecto del ENOS en el rendimiento de arroz en Liberia

| | Coef. | Marginales | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
|--|--|------------|----------|----------|------------|
| P[R_n > R_{cnos}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 38.723 | | 1.544 | 0.132 | 1.000 |
| ln (hect) | -0.460 | -1.368E-05 | -0.694 | 0.493 | 6.752 |
| MATSM | -2.730 | -8.114E-05 | -1.769 | 0.086 | 0.787 |
| ln (tiempo) | -7.363 | -2.188E-04 | -1.597 | 0.119 | 3.953 |
| Chi-cuadrado | 39.171 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.000 | | | | |
| Observaciones | 39.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.754 | | | | |
| P[R_n > R_{nino}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 35.924 | | 1.286 | 0.211 | 1.000 |
| ln (hect) | -0.453 | -0.109 | -0.613 | 0.546 | 6.679 |
| MATSM | -1.817 | -0.435 | -0.899 | 0.378 | 1.436 |
| ln (tiempo) | -6.969 | -1.670 | -1.376 | 0.182 | 4.201 |
| Chi-cuadrado | 26.566 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.000 | | | | |
| Observaciones | 28.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.687 | | | | |
| P[R_n > R_{niña}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | En todos los casos el rendimiento neutro promedio es mayor al rendimiento de los meses Niña (No se puede estimar función de verosimilitud) | | | | |
| ln (hect) | | | | | |
| MATSM | | | | | |
| ln (tiempo) | | | | | |
| Chi-cuadrado | | | | | |
| Nivel de significancia | | | | | |
| Observaciones | | | | | |
| R2 McFadden | | | | | |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

En resumen, en Liberia un incremento de la MATSM, durante Niños o Niñas aumenta la probabilidad de que los rendimientos del arroz se incrementen (respecto al rendimiento normal) y dicho incremento es estadísticamente significativo. Al separar eventos se encuentra un coeficiente asociado a la MATSM en la misma dirección, pero que no es estadísticamente significativo. Durante Niñas los rendimientos del arroz en dicha localidad siempre han sido menores al rendimiento durante fases neutras.

En el caso de la subregión de planificación de Nicoya, fue posible sólo estimar el modelo agregado durante Niños y Niñas conjuntamente, ya que como lo muestra el cuadro 2.3.2, la función de verosimilitud de los modelos por fase separada no convergió. En ese caso, un incremento de la MATSM aumentan la probabilidad de que los rendimientos sean menores durante fases neutras, aunque dicho efecto es estadísticamente muy poco significativo.

Cuadro 2.3.2

Modelo probabilístico del efecto del ENOS en el rendimiento de arroz en Nicoya

| | Coef. | Marginales | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
|--|--------|--|----------|----------|------------|
| P[R _n > R _{enos}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 49.388 | | 0.946 | 0.360 | 1.000 |
| ln (hect) | -5.107 | -5.434E-10 | -0.881 | 0.393 | 6.720 |
| MATSM | 3.738 | 3.978E-10 | 0.867 | 0.401 | 0.808 |
| ln (tiempo) | -3.224 | -3.431E-10 | -1.056 | 0.309 | 3.550 |
| Chi-cuadrado | 15.232 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.002 | | | | |
| Observaciones | 18.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.799 | | | | |
| P[R _n > R _{niño}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| ln (hect) | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| MATSM | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| ln (tiempo) | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| Chi-cuadrado | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| Nivel de significancia | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| Observaciones | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| R2 McFadden | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| P[R _n > R _{niña}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| ln (hect) | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| MATSM | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| ln (tiempo) | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| Chi-cuadrado | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| Nivel de significancia | | La función de verosimilitud no converge | | | |
| R2 McFadden | | La función de verosimilitud no converge | | | |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto

En la subregión de Osa (cuadro 2.3.3) se encuentra que incrementos en la MATSM durante Niños o Niñas aumenta la probabilidad de que los rendimientos del arroz sean mayores -- respecto al rendimiento neutro—. Sin embargo, dicho coeficiente muestra poca significancia estadística (alto valor de $P[|Z|>z]$). Sin embargo, un incremento de la MATSM durante Niños incrementa la probabilidad de que los rendimientos del arroz sean menores y dicho coeficiente presenta una mayor significancia estadística. La función de verosimilitud para episodios Niña no convergió.

Cuadro 2.3.3
Modelo probabilístico del efecto del ENOS en el rendimiento de arroz en Osa

| | Coef. | Marginales | Estad. T | $P[Z >z]$ | Media de X |
|------------------------------|---|------------|----------|------------|------------|
| $P[R_n > R_{enos}] = P(Y=1)$ | | | | | |
| C | -1.686 | | -1.013 | 0.318 | 1.000 |
| ln (hect) | -0.026 | -0.009 | -0.115 | 0.909 | 6.761 |
| MATSM | -0.119 | -0.043 | -0.619 | 0.540 | 0.699 |
| ln (tiempo) | 0.654 | 0.234 | 2.717 | 0.010 | 3.695 |
| Chi-cuadrado | 10.227 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.017 | | | | |
| Observaciones | 39.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.206 | | | | |
| $P[R_n > R_{niño}] = P(Y=1)$ | | | | | |
| C | -315.737 | | -1.467 | 0.156 | 1.000 |
| ln (hect) | 2.184 | 2.444E-14 | 1.471 | 0.155 | 6.865 |
| MATSM | 83.895 | 9.386E-13 | 1.458 | 0.159 | 1.534 |
| ln (tiempo) | 53.009 | 5.931E-13 | 1.433 | 0.166 | 4.130 |
| Chi-cuadrado | 28.378 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.000 | | | | |
| Observaciones | 26.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.846 | | | | |
| $P[R_n > R_{niña}] = P(Y=1)$ | | | | | |
| C | La función de verosimilitud no converge | | | | |
| ln (hect) | | | | | |
| MATSM | | | | | |
| ln (tiempo) | | | | | |
| Chi-cuadrado | | | | | |
| Nivel de significancia | | | | | |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto

En la subregión de Santa Cruz, no fue posible estimar los modelos agregados para ninguna de las fases del ENOS, ya que la función de verosimilitud en esos casos no convergió. Lo mismo sucede para el modelo que tiene como variable explicativa a la MATSM.

Al intentar extraer una conclusión, se nota que incrementos en la MATSM actúan de forma diferenciada sobre el rendimiento del arroz, dependiendo de la región y el tipo de fenómeno (Niño o Niña). Además, dicho efecto presenta contribuciones marginales y significancia estadística diferenciadas. Cuáles factores expliquen dichas diferencias no son claros y se presume que responden más a fenómenos meteorológicos y/o de comportamiento (por ejemplo, expectativas) de los agentes económicos, en este caso de los productores que pueden reaccionar (ex-ante o ex-post a un evento).⁵

2.3.2 Resultados para los rendimientos del cultivo del frijol

A diferencia de los modelos de arroz, los modelos estimados de frijol –para las subregiones de Pérez Zeledón, cuadro 2.3.4 y Upala, cuadro 2.3.5--, presentan niveles de bondad de ajuste bastantes pobres, lo cual es corroborado por los bajos valores de la Chi-cuadrado y los altos valores del “nivel de significancia asociados”. Para el caso de Pocosol, las estimaciones para el Niño y ENOS no convergieron, mientras que para el caso de la Nina, la función de verosimilitud no pudo ser estimada dado que todos los valores de la variable dependiente eran iguales. El único modelo que al 5% de significancia muestra una bondad de ajuste favorable es el modelo para el caso de rendimientos del frijol, durante Niños y Niñas, en Pérez Zeledón. Sin embargo, aún en ese modelo los coeficientes asociados a MATSM muestran poca significancia estadística, lo que apunta a concluir que el fenómeno de EL ENOS no está afectando dichos rendimientos. El modelo de rendimiento de frijol para Pocosol no se pudo estimar, ya que la función de verosimilitud no convergió.

2.3.3 Resultados para los rendimientos del cultivo del maíz

Los modelos estimados para los rendimientos del cultivo de maíz en Corredores (cuadro 2.3.6) muestran niveles de bondad muy pobres o la función de verosimilitud no convergió, y para las subregiones de Pérez Zeledón (cuadro 7.3.7) y Pocosí (cuadro 2.3.8), a pesar de que los niveles de bondad de ajuste son buenos, la significancia estadística asociada al parámetro de la MATSM es muy baja, lo cual muestra poca evidencia empírica de que el fenómeno de EL ENOS esté afectando dichos rendimientos en esas localidades.

⁵ Por ejemplo, modificando los temporadas de siembra o los lugares de cultivo, etc. Sin embargo, cualquier historia que se pueda elaborar sería meramente especulativa, pues no se cuentan con los datos para someterla a verificación.

Cuadro 2.3.4
Modelo probabilístico del efecto del ENOS en el rendimiento de frijol en Pérez Zeledón

| | Coef. | Marginales | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
|--|--|------------|----------|----------|------------|
| P[R _n > R _{cnos}] = | | | | | |
| P(Y=1) | | | | | |
| C | -4.489 | | -2.137 | 0.040 | 1.000 |
| ln (hect) | 0.311 | 0.119 | 1.391 | 0.173 | 6.547 |
| MATSM | -0.209 | -0.080 | -1.045 | 0.303 | 0.737 |
| ln (tiempo) | 0.745 | 0.286 | 2.659 | 0.012 | 3.874 |
| Chi-cuadrado | 8.937 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.030 | | | | |
| Observaciones | 38.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.175 | | | | |
| P[R _n > R _{niño}] = | | | | | |
| P(Y=1) | | | | | |
| C | -3.774 | | -1.501 | 0.147 | 1.000 |
| ln (hect) | 0.383 | 0.148 | 1.536 | 0.138 | 6.432 |
| MATSM | 0.463 | 0.178 | 1.195 | 0.244 | 1.418 |
| ln (tiempo) | 0.220 | 0.085 | 0.583 | 0.566 | 4.187 |
| Chi-cuadrado | 4.102 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.251 | | | | |
| Observaciones | 27.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.112 | | | | |
| P[R _n > R _{niña}] = | | | | | |
| P(Y=1) | | | | | |
| C | La función de verosimilitud no converge | | | | |
| ln (hect) | | | | | |
| MATSM | | | | | |
| ln (tiempo) | | | | | |
| Chi-cuadrado | | | | | |
| Nivel de significancia | | | | | |
| Observaciones | | | | | |
| R2 McFadden | | | | | |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.3.5
Modelo probabilístico del efecto del ENOS en el rendimiento de frijol en Upala

| | Coef. | Marginales | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
|---|--|------------|----------|----------|------------|
| P[R_n > R_{enoso}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 0.603 | | 0.205 | 0.841 | 1.000 |
| ln (hect) | 0.269 | 0.086 | 0.739 | 0.473 | 7.426 |
| MATSM | 0.451 | 0.145 | 1.212 | 0.247 | 1.072 |
| ln (tiempo) | -0.906 | -0.292 | -1.562 | 0.142 | 4.122 |
| Chi-cuadrado | 3.142 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.370 | | | | |
| Observaciones | 17.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.153 | | | | |
| P[R_n > R_{niño}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 1.004 | | 0.332 | 0.747 | 1.000 |
| ln (hect) | 0.178 | 0.065 | 0.468 | 0.650 | 7.447 |
| MATSM | 0.042 | 0.015 | 0.073 | 0.943 | 1.555 |
| ln (tiempo) | -0.672 | -0.246 | -1.131 | 0.284 | 4.190 |
| Chi-cuadrado | 1.880 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.598 | | | | |
| Observaciones | 14.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.103 | | | | |
| P[R_n > R_{niña}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | En todos los casos el rendimiento neutro promedio es mayor al rendimiento de los meses Niña (No se puede estimar función de verosimilitud) | | | | |
| ln (hect) | | | | | |
| MATSM | | | | | |
| ln (tiempo) | | | | | |
| Chi-cuadrado | | | | | |
| Nivel de significancia | | | | | |
| Observaciones | | | | | |
| R2 McFadden | | | | | |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.3.6

Modelo probabilístico del efecto del ENOS en el rendimiento de maíz en Corredores

| | Coef. | Marginales | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
|--|--|------------|----------|----------|------------|
| P[R_n > R_{cnos}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 3.027 | | 1.767 | 0.087 | 1.000 |
| ln (hect) | -0.424 | -0.169 | -2.071 | 0.047 | 5.641 |
| MATSM | 0.009 | 0.004 | 0.046 | 0.964 | 0.750 |
| ln (tiempo) | -0.170 | -0.068 | -0.692 | 0.494 | 3.695 |
| Chi-cuadrado | 5.420 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.143 | | | | |
| Observaciones | 36.000 | | | | |
| R McFadden | 0.109 | | | | |
| P[R_n > R_{nino}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 7.135 | | 1.869 | 0.076 | 1.000 |
| ln (hect) | -0.537 | -0.213 | -1.698 | 0.104 | 5.409 |
| MATSM | 0.238 | 0.094 | 0.637 | 0.531 | 1.525 |
| ln (tiempo) | -1.080 | -0.428 | -1.893 | 0.072 | 4.139 |
| Chi-cuadrado | 6.219 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.101 | | | | |
| Observaciones | 25.000 | | | | |
| R McFadden | 0.180 | | | | |
| P[R_n > R_{nina}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | La función de verosimilitud no converge | | | | |
| ln (hect) | | | | | |
| MATSM | | | | | |
| ln (tiempo) | | | | | |
| Chi-cuadrado | | | | | |
| Nivel de significancia | | | | | |
| Observaciones | | | | | |
| R McFadden | | | | | |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.3.7

Modelo probabilístico del efecto del ENOS en el rendimiento de maíz en Pérez Zeledón

| | Coef. | Marginales | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
|--|--|------------|----------|----------|------------|
| P[$R_n > R_{\text{enos}}$] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 44.456 | 4.974E-13 | 1.502 | 0.143 | 1.000 |
| ln (hect) | 1.078 | 1.206E-14 | 1.607 | 0.117 | 5.762 |
| MATSM | 1.637 | 1.831E-14 | 1.305 | 0.201 | 0.619 |
| ln (tiempo) | -11.086 | -1.240E-13 | -1.551 | 0.130 | 3.698 |
| Chi-cuadrado | 24.555 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.000 | | | | |
| Observaciones | 38.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.741 | | | | |
| P[$R_n > R_{\text{niño}}$] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 44.449 | 2.925E-09 | 1.500 | 0.149 | 1.000 |
| ln (hect) | 1.078 | 7.093E-11 | 1.607 | 0.123 | 5.770 |
| MATSM | 1.637 | 1.077E-10 | 1.305 | 0.206 | 1.434 |
| ln (tiempo) | -11.084 | -7.293E-10 | -1.550 | 0.136 | 4.177 |
| Chi-cuadrado | 16.426 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.001 | | | | |
| Grados de libertad | 25.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.657 | | | | |
| P[$R_n > R_{\text{niña}}$] = P(Y=1) | | | | | |
| C | La función de verosimilitud no converge | | | | |
| ln (hect) | | | | | |
| MATSM | | | | | |
| ln (tiempo) | | | | | |
| Chi-cuadrado | | | | | |
| Nivel de significancia | | | | | |
| Observaciones | | | | | |
| R McFadden | | | | | |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto.

Cuadro 2.3.8

Modelo probabilístico del efecto del ENOS en el rendimiento de maíz en Pocosí

| Modelo 3 | | | | | |
|---|--|------------|----------|----------|------------|
| | Coef. | Marginales | Estad. T | P[Z >z] | Media de X |
| P[R_n > R_{enos.}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 9.320 | | 2.324 | 0.026 | 1.000 |
| ln (hect) | -0.289 | -0.092 | -1.235 | 0.225 | 5.476 |
| MATSM | -0.156 | -0.050 | -0.582 | 0.564 | 0.481 |
| ln (tiempo) | -1.857 | -0.595 | -2.571 | 0.015 | 3.770 |
| Chi-cuadrado | 16.145 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.001 | | | | |
| Observaciones | 38.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.323 | | | | |
| P[R_n > R_{niño.}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | 18.392 | | 2.276 | 0.033 | 1.000 |
| ln (hect) | -1.070 | -0.370 | -2.022 | 0.056 | 5.521 |
| MATSM | 0.481 | 0.167 | 0.406 | 0.689 | 1.121 |
| ln (tiempo) | -3.193 | -1.105 | -2.428 | 0.024 | 3.912 |
| Chi-cuadrado | 13.162 | | | | |
| Nivel de significancia | 0.004 | | | | |
| Observaciones | 26.000 | | | | |
| R2 McFadden | 0.372 | | | | |
| P[R_n > R_{niña.}] = P(Y=1) | | | | | |
| C | La función de verosimilitud no converge | | | | |
| ln (hect) | | | | | |
| MATSM | | | | | |
| ln (tiempo) | | | | | |
| Chi-cuadrado | | | | | |
| Nivel de significancia | | | | | |
| Observaciones | | | | | |
| R2 McFadden | | | | | |

Fuente: Elaborados por el autor a partir de datos recopilados por el proyecto

CONCLUSIONES

- Los rendimientos de la producción de arroz de Nicoya y Santa Cruz, para el mes de noviembre y los valores positivos MATSM (etapas cálidas) presentan una correlación negativa significativa. Con la excepción del mes de junio en Liberia, y agosto en Osa, no se encuentran correlaciones estadísticamente significativas (al 10%) en esas dos subregiones.
- Para las tres principales subregiones de planificación productoras de frijol (Upala, Pocosol y Pérez Zeledón) no se encuentra para ninguno de los meses estudiados una correlación significativa entre los rendimientos de frijol y la MATSM.
- Finalmente, el rendimiento del maíz muestra una correlación negativa significativa con la MATSM, durante los meses de enero y junio en Pocosí y en noviembre en Pérez Zeledón. En el caso de Corredores se encuentra una correlación positiva significativa durante el mes de octubre.
- La evidencia empírica parece señalar que incrementos en la intensidad del Niño afectan mínimamente las variaciones en los precios de los granos básicos cuando estos precios han estado bajo control. Por otro lado para el caso del maíz, después de liberalizado el precio del grano, se encuentra una relación positiva y significativamente estadística entre incrementos en la intensidad del Niño y la variación en el precio del grano. Lo anterior parece indicar que durante episodios Niño, el control de precios llevó a los mismos a disminuir su volatilidad y después de liberalizado el precio del grano, incrementos en la intensidad del Niño incrementan el precio del maíz.
- En el caso del precio del arroz, único producto que permanece bajo control, se encuentra que incrementos en la intensidad de episodios Niño, afectan inversamente la variabilidad de su precio. Finalmente, como mecanismo de ajuste del mercado, en el caso del maíz se encuentra evidencia empírica que indica que el mercado externo ha funcionado como amortiguador de los excedentes o faltantes para satisfacer el consumo interno.
- Con respecto a los modelos probabilísticos, dentro de los modelos estimados para el cultivo de arroz, en Liberia un incremento en la MATSM durante Niños o Niñas aumentan la probabilidad de que los rendimientos del arroz se incrementan. En la subregión de Osa incrementos en la MATSM durante eventos Niño, incrementa la probabilidad de que los rendimientos del arroz sean menores, y dicho incremento es estadísticamente significativo.
- En frijol, para el conjunto de datos y subregiones de planificación seleccionadas (Pérez Zeledón, Upala Y Pocosol), no se encuentra evidencia de que el Niño o la Niña afectan significativamente los rendimientos.
- En maíz, para las subregiones de Corredores, Pérez Zeledón y Pocosí, no se encuentra evidencia empírica de que el Niño y la Niña afecten los rendimientos de ese cultivo.