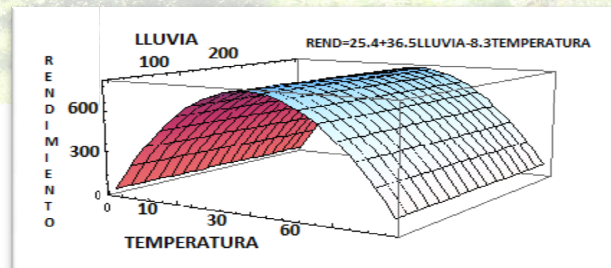


**ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA DE LA
REGIÓN PIURA- PERÚ. CASO: PRINCIPALES PRODUCTOS
AGROEXPORTABLES**

Proyecto breve PB cerrado

INFORME FINAL

RESPONSABLE: Econ. Lina Torres Ruiz de Castilla



Piura - 2010

Mis agradecimientos especiales a todos los que colaboraron con la presente investigación:

En el del financiamiento y apoyo en la revisión de avances e informe final al CONSORCIO DE INVESTIGACION ECONOMICA Y SOCIAL (CIES), en el apoyo de trabajo de campo a Joisi Paico y Cinthia Salas; en el aporte de información estadística al Br. Kieff Arroyo del BCRP-Piura y Deysi Silva de la Región Piura. En el asesoramiento especializado, a los Ingenieros Cardoza y Sandoval de la Facultad de Agronomía; al Decano de la Facultad de Economía Econ. Juan Francisco Silva Juárez por su apoyo institucional, y en la apreciación y alcances del tema al Econ. Humberto Correa Cánova.

Índice

RESUMEN**Introducción****Capítulo I: Marco Teórico**

1.1. Cambio Climático	9
1.1.1 Efecto del cambio climático en la agricultura	11
1.1.2 Consecuencias del cambio climático en el Perú	14
1.1.3 El cambio climático en la región Piura	17
1.2. Función de producción agrícolas	20
1.2.1 Modelos agrícolas con énfasis en variables edafo-climáticas	21
1.2.2 Enfoques metodológicos para estimar efectos del cambio climático en la agricultura.	22
1.2.3 Evidencia Empírica	25

Capítulo II: Descripción de la zona en estudio

2.1. Características generales de la región Piura	30
2.1.1. Suelo	30
2.1.2. Clima y Temperatura	30
2.1.3. Recurso hídrico	31
2.2. Características de los principales productos agrícolas exportables de la región	32
2.2.1 El Mango	36
2.2.2 El Limón	39
2.2.3 El Café	42
2.2.4 El Plátano	45

CAPITULO III. Determinación del Impactos del Cambio Climático en la Agricultura.

3.1. Factores que determinan la producción agrícola	49
3.2. Especificación del modelo	51
3.3. Correlación de las variables y Test de Cointegración	54
3.4. Estimación por cultivo	55
3.5. Análisis de los resultados	67
3.6. Análisis de Predicción al 2030	68
3.6.1 Predicción en el rendimiento por cultivo	68
3.6.2 Variación en el ingreso por cultivo	70
3.6.3 Medidas a adoptar por cultivo	72

CONCLUSIONES.

RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS.

ABSTRACT

Piura is located on the north coast of Peru, very close to the Ecuador, where the high temperature is near to the thermal threshold of the plants.

The principal activity of the Piura as a region is the export agriculture because of their contribution to the regional and national agricultural PBI. The main export crops are mango, lemon, banana and coffee; crops that are perennial up to 3 to 4 years of maturity and live for more than 20 years, in other words they have a lot of investment on it.

The aim of this study is to quantify the impact of climate change on crops mentioned above, from a production function relating the yield of each crop over the climatic variables, temperature, precipitation and El Niño. The results tell us that the yields of the crops studied are explained in more than 50% by climatic variables.

Based on estimates of the proposed models quantified the losses in crop yields in 2030 will be 3.86% for the mango. The banana also will be negatively affected on average by 2.5% in the target year, but in the case of coffee is ambiguous depending on high or low values predicted, a further increase in temperature to the crop will benefit up to 24.91%; in the case of lemon also occurs an increase in yield of 1.5% to 8% depending on low or high forecast.

It is important to implement agro-meteorological assistance and early warning systems at stations close to the crops and with access and guidance to farmers to take early action.

Besides taking measures differ by crop, but research is generally management to mitigate the negative effects or increase positive effects, depending on the crop.

RESUMEN

Piura se ubica en la costa norte del Perú, muy cercana al Ecuador, por tanto vulnerable al cambio climático por las altas temperaturas que ya experimenta y cercano al umbral térmico de las plantas.

La actividad principal de la región Piura es la agricultura de exportación por su aporte al PBI agrícola regional y nacional. Los principales cultivos de exportación son el mango, limón, plátano y café; cultivos que son perennes hasta de 3 a 4 años de maduración y más de 20 años de vida, es decir tienen mucha inversión incorporada.

El objetivo del estudio es cuantificar el impacto del Cambio Climático en los cultivos antes señalados, a partir de una función de producción, relacionando el rendimiento de cada cultivo respecto a las variables climáticas; temperatura, precipitación y fenómeno del niño. Los resultados nos dicen que los rendimientos de los cultivos estudiados son explicados en más del 50% por las variables climáticas.

En base a las estimaciones de los modelos propuestos se cuantifica que las pérdidas en el rendimiento de los cultivos en el año 2030 serán de 7,48% para el mango. El plátano también será afectado negativamente en promedio en 38.51% en el año proyectado; pero en el caso del café un mayor aumento de la temperatura a este cultivo le beneficia hasta en un 41.1%; en el caso del limón ocurre también un aumento en el rendimiento de 52.74% dependiendo del valor bajo o alto de la temperatura pronosticada.

Es importante que se implemente asistencia agro-meteorológica y sistemas de alerta temprana en las estaciones cercanas a los cultivos y con acceso y orientación a los agricultores para que tomen acciones anticipadas.

Además las medidas a tomar difieren por cultivo; pero en general se requiere investigación para el manejo de cultivos que permitan mitigar los efectos negativos o incrementar los efectos positivos, según cada cultivo.

INTRODUCCION

Los graves problemas ambientales observados a fines del siglo pasado demostraron que es necesario profundizar los conocimientos sobre el cambio climático e iniciar un análisis integrado de las posibles consecuencias del calentamiento global y desarrollar opciones para hacer frente a sus efectos ambientales y socio-económicos. A partir de los estudios, liderados por el IPCC¹, donde se afirma que el cambio climático es un hecho; como consecuencia de las acciones antropogénicas, y sus efectos por lo menos durarán 100 años².

El problema es que aún no se tiene internalizado los efectos del cambio climático (CC), por carecer del conocimiento técnico necesario, esto hace que los planes de adaptación sean lentos, se tienen pocas experiencias consistentes en planificación para adaptarse a sus efectos, debido a la incertidumbre que existe respecto al mismo.

La actividad directamente afectada por el CC es la agricultura, los cultivos son sensibles a las temperaturas y a las precipitaciones, manifestaciones principales del CC. Estos efectos en la agricultura no serán homogéneos en todas las regiones del planeta. Mientras que en las regiones montañosas y del ártico se elevará la cantidad de tierra cultivada, en las regiones tropicales decrecería la productividad agrícola ante una reducción de la humedad del suelo³.

¹ IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, por sus siglas en ingles

² Si se considera la anomalía positiva del año 1000, donde los niveles de temperatura aumentaron y permanecieron 100 años.

³ Cepal (2010): "ISTMO Centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura" México.

El Perú es uno de los países que va a ser muy afectado por el CC por su posición geográfica y por ser un país en desarrollo⁴; sin embargo se cuenta con pocos estudios al respecto que respalden programas de ayuda y mitigación; por lo que es necesario hacer investigación al respecto, así como lo hacen otros países en el mundo.

El departamentos más afectado del país será Piura, debido a su ubicación geográfica cerca de la línea ecuatorial, y las temperaturas de estas regiones ya son elevadas aun sin el cambio climático, la actividad agrícola sería insostenible con temperaturas mayores a las actuales, lo que afectaría el umbral térmico de las plantas, creando problemas en los cultivos.

La actividad económica más importante en la región Piura es la agricultura (34.8% PEA)⁵; el desarrollo económico se basa en el comercio de sus principales productos agrícolas, integrando costa y sierra por la demanda de mano de obra en la agricultura de exportación. La agricultura representa el 7% del PBI regional y aporta 5% al PBI agrícola nacional. La región Piura tiene un área potencialmente agrícola de 277.372 has de las cuales 157.798 has son irrigadas y están ubicadas en los valles de Alto, Medio y Bajo Piura; Chira y San Lorenzo.

Los principales cultivos de Piura, aparte del arroz y el algodón, son los de exportación: el mango, el limón y el plátano en la costa y en la sierra el café; cultivos que además de demandar mano de obra, generan ingresos y divisas, y su importancia se reconoce a nivel nacional. La característica de estos cultivos es que son permanentes, y para la primera producción requieren en promedio de 3 a 4 años y su periodo de vida supera los 20 años. Estos cultivos requieren fuerte inversión, por ello no es fácil sustituirlos por los costos de inversión incurridos.

Si los efectos del CC se intensifican, las pérdidas serán considerables para los agricultores de este tipo de cultivos de exportación, no sólo por la disminución en la producción sino además por la pérdida de años de inversión.

⁴ En base a la afirmación de Cline(2007)

⁵ Abramonte M(2006) "APORTES PARA EL GOBIERNO REGIONAL 2007 – 2010 Región Piura"-Gobierno Regional de Piura-CIPCA-CIES .

Ante la problemática planteada, se realiza el presente trabajo de investigación que tiene por ***objetivo cuantificar el impacto del cambio climático en la agricultura piurana, en especial en los principales productos agroexportables como es el mango, limón, café y plátano.***

Las variables principales en que se manifiesta el CC, son las variaciones en las temperaturas máximas y mínimas, el nivel de las precipitaciones, y los eventos extremos que se acentúan tanto en intensidad como en frecuencia; estos afectarán el rendimiento de los cultivos en diferente grado dependiendo de las necesidades y características de cada cultivo.

La tarea en la presente investigación es analizar la relación de las variables climáticas con el rendimiento de los cultivos seleccionados en el periodo 1970-2009, para luego medir los impactos del cambio climático en el rendimiento de cada cultivo y pronosticar para el 2030. Esto nos permitirá resaltar la importancia de estos efectos y proponer medidas que permitan mitigarlos.

Para lograr el objetivo, se divide el trabajo en tres capítulos, el primer capítulo nos permite entender el cambio climático, enfatizando sus manifestaciones en la agricultura y en la región de Piura. También se hace una revisión de la literatura de los diversos modelos agrícolas con énfasis en las variables climáticas para el análisis de los efectos del cambio climático.

En el segundo capítulo se explica el contexto geográfico y de la zona de estudio y las características de cada cultivo, enfatizando en sus requerimientos climáticos.

En el tercer capítulo se estima la relación del rendimiento del cultivo dependiendo de sus principales requerimientos climáticos utilizando el enfoque estructural en base a una función de producción, con datos anuales de rendimiento y variables climáticas para el periodo de estudio aunque sí con ciertas limitaciones de disponibilidad de información.

Se obtiene para cada caso un modelo que permite hacer estimaciones preliminares de los efectos del cambio climático en cada cultivo, estas predicciones se realizan a su vez en

base a los pronósticos del Senamhi en lo que respecta a las variables temperatura mínima y máxima y precipitación pluvial.

De los resultados, concluimos que para el año 2030, el cultivo más afectado será el mango, su rendimiento disminuiría en 7.48%, en el caso del limón, éste aumentará su rendimiento más de 52,74%, en relación al café aumentaría hasta en 41.1% si se toman en cuenta los valores altos. Los pronósticos señalan que el rendimiento del plátano disminuye en 38.5%.

El total de los ingresos de los agricultores disminuirá a pesar del incremento en el limón y el café, principalmente porque el mango es el producto de más has de producción y precio; los cálculos se realizan en base a la producción del 2008 y precios del 2009.

Estudios que midan el impacto del cambio climático en la Agricultura, existen muchos a nivel mundial, pero no en el país y menos aún en la región. El presente estudio tiene sus limitaciones, principalmente por la escases de la información a nivel regional, sin embargo permite tener una visión técnica de la agricultura en relación al CC y base para futuras investigaciones, dado el gran potencial agrícola del país y la región.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 CAMBIO CLIMATICO

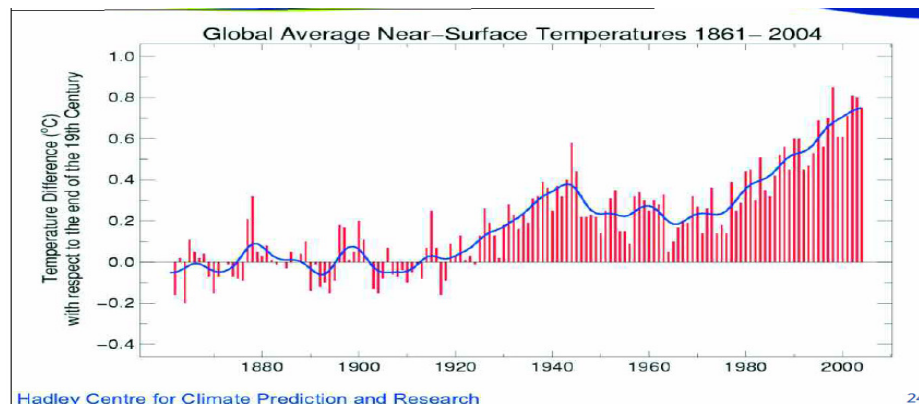
El Cambio Climático Global (CCG) fue definido por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como “el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.⁶

Una de las principales causas subyacentes del CCG es el incremento de forma artificial de las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, provocando el aumento de la temperatura media, a raíz de lo cual retiene más calor y de esa manera se produce el Calentamiento Global.⁷

GRÁFICO N°1.1: TEMPERATURA PROMEDIO GLOBAL DEL PLANETA 1861-2004

⁶ Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Naciones Unidas. 1992. Art. I, Definiciones. Inc. 2

⁷ Carnero Contenti Vanesa, “Comunidad internacional y Cambio Climático Global. A propósito de nuevas tendencias y escenarios” (CAEI) disponible en la pagina web. <http://www.caei.com.ar/ebooks/ebook14.pdf>



Fuente: John Mitchell "Climate change and the greenhouse effect"⁸

El Gráfico N°1.1 muestra el cambio de la temperatura media mundial de la superficie del suelo desde el año 1861 hasta el año 2004, la línea azul muestra la tendencia suavizada de los promedios anuales individuales, en ambos, se ve claramente que el incremento de la temperatura es notable desde 1920.

La información del Hadley Centre for Climatic Prediction and Research incluye el análisis de otras variables climáticas, como la temperatura del aire del mar en la noche, y la temperatura de la superficie del mar, todas ellas se han incrementado desde 1920⁹.

Se sostiene también que las temperaturas nocturnas se han incrementado, desde 1950, se experimenta un crecimiento de aproximadamente 0,2°C por década, y en cuanto a las temperaturas mínimas, éstas han disminuido; es decir la variabilidad de las temperaturas se acentúa más; incluso se ha incrementado el número de días con heladas y la amplitud de las estaciones.

No sólo son las elevadas temperaturas las que indican el cambio climático; también están los cambios en otras variables climáticas, como son las precipitaciones pluviales, sequías prolongadas y bajas temperaturas, todas estas con mayor incidencia que antes, esto es lo que se denomina anomalías, es decir están fuera del promedio.

⁸ Mitchell John (2005) "Climate change and the greenhouse effect"-A briefing from the Hadley Center-Met office Hadley Center.

⁹ Explicado en Mitchell John (2005) "Climate change and the greenhouse effect"-A briefing from the Hadley Center-Met office Hadley Center

Las precipitaciones pluviales son más intensas, principalmente porque el ciclo del agua ha variado, el nivel del mar ha aumentado, así como su salinidad ha disminuido, el aumento del vapor de agua se ha incrementado (documentado en gran parte de América del Norte y en los trópicos por IPCC, 2001), el vapor de agua es el gas invernadero más importante en la atmósfera.

También se observa otros cambios importantes como las variaciones en la circulación oceánica, estas incluyen al Fenómeno del Niño, el índice Oscilación Sur (ENOS), índice Oscilación del Atlántico Norte (OAN) e índice de patrón de circulación del Pacífico-Nor América (PNA). Los registros muestran información interesante, hay variaciones decadales y multidecadales, pero es demasiado pronto para detectar cualquier tendencia a largo plazo.

Existen pruebas de que los fenómenos de El Niño (ENSO) han variado en el período, tanto en intervalos de recurrencia, y fuerza del impacto. Un cambio más abrupto en ENSO y otros aspectos de la circulación atmosférica parece haber ocurrido alrededor de 1976-1977. Más ENSOs y más frecuente, con ocurrencias raras en su otro extremo (Fenómeno La Niña) se convirtió en mucho más frecuente.

El fenómeno "El Niño", conocido también con el nombre científico de "El Niño - Oscilación del Sur" ENSO; es un evento a gran escala, que se extiende más allá del Pacífico Sur. Este Fenómeno se da por el aumento generalizado de la temperatura de la superficie del mar en gran parte del sector Oriental y Central del Pacífico Ecuatorial y simultáneamente una disminución de la presión atmosférica en el Pacífico Sur Oriental (costa de Sudamérica) y aumento en la región de Oceanía.

En la Figura N°1.1 claramente se aprecia el cambio de los factores que desencadena el Fenómeno del Niño, esto ocurre frente a las costas peruanas, especialmente en la zona norte, la que es afectada por las aguas calientes provenientes del oeste, lo que provoca la evaporación y la intensidad de las lluvias¹⁰.

¹⁰ Corporación Andina de Fomento " EL FENOMENO EL NIÑO 1997- 1998 MEMORIA, RETOS Y SOLUCIONES"- VOLUMEN V:PERU disponible pag web: <http://www.unisdr.org/eng/library/Literature/8766.pdf> - visitado 12/03/10

FIGURA N° 1.1: PERÚ-COMPORTAMIENTO DE LOS FACTORES MODIFICADORES DEL CLIMA DURANTE EL EVENTO EL NIÑO 1997-98



Fuente: SENAMHI- extraído de Corporación Andina de Fomento¹¹

Woodman Pollitt Ronald (1998)¹², detalla este fenómeno, como el resultado de un proceso de convección, cuando las aguas calientes se encuentran en el extremo oriental del Pacífico se desplazan hacia el este en ondas (denominadas Kelvin), incidiendo sobre la costa de Sudamérica, aquí se produce un engrosamiento del termoclina el que se propaga hacia el sur y al norte, invadiendo con aguas calientes las costas, principalmente la costa norte del Perú, lo que da lugar a la intensidad de las precipitaciones en esta región del País.

Sandra Barreira y María Elena Segura (2001)¹³ explican que hoy se cuenta con modelos de pronóstico potentes, los grandes centros mundiales de procesamiento han reconstruido el estado de las temperaturas del mar desde mediados del siglo XIX hasta la fecha. Con estos datos se ha podido determinar los años en los que se han presentado los eventos cálidos (Niño) y los eventos fríos (Niña) a lo largo del siglo XX y a partir de ello, realizar diferentes estudios de recurrencia del fenómeno.

1.1.1 Efecto del cambio climático en la agricultura

¹¹ Ibid, pag 19.

¹² Woodman Pollitt Ronald (1998): "El Fenómeno El Niño y el Clima en el Perú" Publicado por el Congreso de la República en "El Perú en los Albores del Siglo XXI/2"; Ciclo de Conferencias 1997-1998", Ediciones del Congreso del Perú, Lima-Perú, pág. 201-242.

¹³ Barreira Sandra y Segura María Elena (2001): "Pronóstico Climático De Temperatura Y Precipitación Basado En El Estado De Las Temperaturas Del Mar En El Pacífico Ecuatorial"- *Boletín del Servicio de Hidrografía Naval*- Año IV – N° 1 – 2001

Al depender la agricultura de factores climáticos, es natural pensar que ésta se verá afectada por los efectos del cambio climático, toda vez que las emisiones de gases efecto invernadero aumentan con el crecimiento económico, y éstas son la causa principal del calentamiento global.

La base del análisis se sustenta en que la evaporación del suelo se acelera cuando las temperaturas aumentan y con ella aumenta la transpiración de las plantas, lo que ocasiona más humedad en sus hojas, el efecto combinado es denominado "evapotranspiración." Debido al calentamiento global aumenta la probabilidad de las precipitaciones, el efecto neto de las altas temperaturas y mayor disponibilidad de agua, es una carrera entre una mayor evapotranspiración y precipitación más alta. Por lo general, se observa que gana el aumento de la evapotranspiración, Cline W.R (2007)¹⁴

También se sostiene que el impacto del cambio climático en la agricultura es complejo, niveles altos de concentración de CO₂ tiene un impacto positivo, mientras que el aumento de la temperatura, al principio es positivo en el rendimiento del cultivo; pero después de ciertos límites es negativo, esto también sucede con las precipitaciones pluviales¹⁵.

La variabilidad del clima, consecuencia de los diversos fenómenos naturales que se ha venido discutiendo; hace que los productos agrícolas en sus épocas de floración, etapa más importante para las plantas, no estén a su temperatura ideal para su desarrollo si no que estén por encima de su temperatura óptima o por debajo de ella. La producción de las plantas también responde a las variaciones del recurso hídrico, principalmente los procedentes de las precipitaciones, tanto por su intensidad como por la temporada.

Cline (2007), realizó estudios sobre los impactos del cambio climático en las cosechas, él estimó que estos impactos serían negativos, más aún, sostiene que en países en desarrollo las pérdidas serán mayores, y hasta de 50 % de pérdida en los países más

¹⁴ Cline W.R.(2007)"global warming and agricultural: impact estimates by country" center for global development an Peterson Institute for international economics, Washington, D.C.

¹⁵ Galindo Luis M (2009) en "La Economía del Cambio Climático en México" Síntesis 2009 pág 21.

pobres (Senegal y Sudan)¹⁶. También remarca que los daños serán mayores en los países más cercanos al ecuador, donde las temperaturas ya se acercan a los niveles de tolerancia de los cultivos y éste sería el caso de Perú, en la zona norte principalmente.

Estudios como el de Jones et al. (1997), plantean que los efectos directos serían sobre el rendimiento y manejo de cultivos, y que los efectos indirectos influirían en aspectos de análisis técnico económico de implementación de nuevas políticas y alternativas.

Mohamed A Ben y otros (2002)¹⁷, en sus recomendaciones para hacer frente al CC sugiere la mejora tecnológica en cuanto al uso eficiente del agua, consistente en técnicas de riego y uso de fertilizantes como abonos orgánicos que permitan mantener la humedad del suelo y mayor absorción de las plantas., contrarrestado la pérdida de éstos debido al aumento de las temperaturas y disminución de las lluvias.

1.1.2 Consecuencias del cambio climático en el Perú

Cline (2007) y otros estudios, sostienen que el impacto del cambio climático será heterogéneo dependiendo de la zona geográfica; esto es importante ya que el Perú consta de muchos microclimas constituyendo 84 zonas de vida de las 114 a nivel mundial y 28 tipos de clima de los 34 existentes en el planeta.

De acuerdo a lo anterior el CC en el Perú tendrá diversos efectos dependiendo de las zonas y climas existentes lo que hará que las manifestaciones climáticas en unas regiones sean beneficiosas, incrementando las áreas de cultivo en las regiones frías y en otras sean perjudiciales como en la región Piura por el incremento de la temperatura que actualmente está en niveles muy altos; aun más por la recurrencia e intensidad de eventos extremos como el Fenómeno de el Niño.

Vargas Paola (2009), describe 3 manifestaciones del cambio climático en el Perú debido al aumento de la temperatura global. La primera es la desglaciación de los principales

¹⁶ Cline William R (2008) "Calentamiento mundial y agricultura" en Finanzas y Desarrollo Marzo 2008 pág 25.

¹⁷ Mohamed A. Ben, Duivenbooden N. Van and Abdoussallam S (2002) "Impact of climate change on agricultural production in the Sahel – part 1. Methodological approach and case study for millet in Niger- *Climatic Change* 54: 327–348.

nevados que ocasiona la pérdida de agua, fenómeno que se da desde 1987¹⁸, demostrado con fotografías y los inventario hechos por el CONAM que en 1997 estos nevados habían disminuído hasta en 40%, fenómeno que afecta a las latitudes altas y en general por la menor reserva de agua a nivel nacional.

La segunda manifestación se refiere a la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño, que afecta al Perú sobre todo en la parte norte, provoca inundaciones y pérdidas considerables principalmente en la agricultura. En el Sur estos eventos son escasos, pero pueden sobrevenir y son a menudo devastadores dándose el fenómeno contrario que es la sequía prolongada.

Observamos en el cuadro 1.1 los eventos Niño calificados de muy fuertes, estos han sobrevenido desde 1578, se podrían comparar con los eventos de 1982-83 y de 1997-98, son 9 eventos muy fuertes ocurridos en 475 años, aproximadamente cada 50 años.¹⁹

CUADRO N° 1.1 EVENTOS NIÑOS SEGÚN INTENSIDAD

Año	Magnitud	ATSM*	Año	Magnitud	ATSM*
1578	Muy severo	>8 °C	1953	Débil	2°C
1728	Muy severo	>8 °C	1957	Severo	6°C
1790	Muy severo	>8 °C	1965	Débil	2°C
1793	Muy severo	>8 °C	1972	Severo	6°C
1828	Muy severo	>8 °C	1977	Débil	2°C
1891	Muy severo	>8 °C	1978	Débil	2°C
1926	Muy severo	>8 °C	1983	Muy severo	>8 °C
1932	Débil	2°C	1987	Débil	2°C
1933	Severo	6°C	1992	Débil	2°C
1939	Débil	2°C	1998	Muy severo	>8 °C
1941	Severo	6°C	2008	Débil	<6°C
1943	Débil	2°C			

Fuente: Elaboración propia – Tomado de:

-Vargas Paola (2009) "El Cambio Climático y sus Efectos en el Perú" BCRP-Serie de Documentos de Trabajo julio 2009.

-"Plan de Contingencia del Fenómeno del Niño (INDECI 2002)".

(*) Anomalías de la temperatura superficial del mar

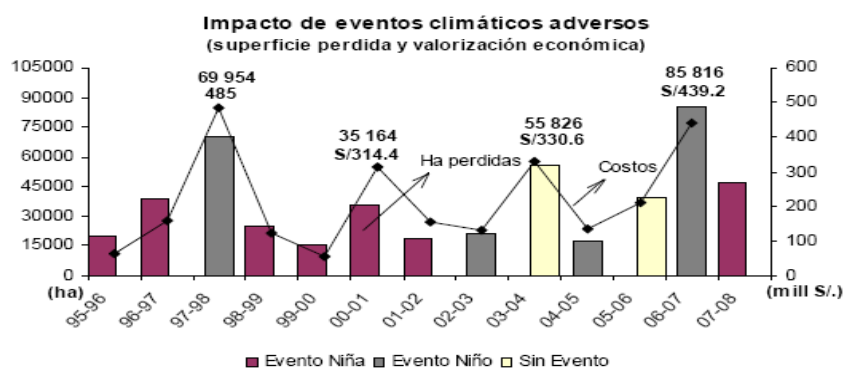
¹⁸ Información obtenida de Gen Torres en http://www.comunidadandina.org/desarrollo/cl_LuisGeng.pdf

Tomado de http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/latin_america/newsid_6368000/6368609.stm Revisado 16.02.2007
Proyecciones OMA-MVCS.

¹⁹ Estudio Hidrológico - Meteorológico en la Vertiente del Pacífico del Perú con Fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno El Niño para Prevención y Mitigación de Desastres. Lima. 1999

En el Gráfico N° 1.3, se aprecia los eventos extremos Niño y Niña ocurridos en los diferentes años, vemos en este cuadro que estos eventos son más frecuentes en los últimos años y cada vez de mayor impacto, dato importante a ser considerado en el presente estudio.

GRAFICO N°1.3: IMPACTOS DE EVENTOS NIÑO Y NIÑA EN EL PERU



Fuente: Ministerio de Agricultura

Yamina Vidal, investigadora del Instituto Geofísico, pronosticó que: en las décadas de los 80 y 90 se estaba en la fase cálida de la Oscilación Interdecadal del Pacífico. Y que desde 1999, aproximadamente, estamos en la fase fría, por lo que la tendencia positiva en la temperatura del Pacífico está de alguna manera disminuida. Es posible, por eso, que a partir de 2025 los impactos sean parecidos o incluso mayores a los 80 y 90", recalzó.

La tercera manifestación importante del cambio climático en el Perú, explicada por Vargas es la elevación del nivel del mar por cambios térmicos en la densidad del agua, causando su dilatación y por el derretimiento de los glaciares cuyas aguas van a parar al mar, se observa una tendencia lineal de elevación del nivel del mar en 0.55 cm./año para el mar del Callao (1976-1988), y de 0.24 cm./año para el mar de Paita desde 1988, que provoca pérdida de terrenos en el litoral.

A lo anterior se debe tener en cuenta lo que sostiene Pablo Lagos (2010)... "El Perú está entre los países más vulnerables a los efectos del cambio climático por su ubicación en la región tropical y porque está expuesto a mayor radiación solar. En el Perú la zona andina

es la más vulnerable por su rápida variación altitudinal, mayor gradiente térmico y mayor exposición a los eventos climáticos extremos”.

Los pronósticos del clima al año 2099²⁰, la temperatura promedio en el Perú superará los 3°C, y este no será compensada por las precipitaciones pluviales (0.22 mm por día), donde las plantas requieren más agua para sustituir la humedad perdida a causa de la mayor temperatura del ambiente definido evapotranspiración de las plantas.

En el mismo pronóstico se ve que otros países estarán en peor situación a la nuestra porque no sólo experimentarán incremento en la temperatura sino además las precipitaciones pluviales en promedio por día disminuirán, (caso de Egipto con más de 4°C de temperatura y caída en sus precipitaciones de 0.20 mm por día), ver cuadro 1.2, esto hará que los efectos negativos en la agricultura serán considerables.

Cuadro N° 1.2 Presente y futuro del Promedio de temperatura y precipitación)

(°C y mm por día, promedios anuales)

País	T presente 1961-90	Futuro 2070-99	Precipitación presente	Precipitación future
Egipto	22.16	26.79	0.12	0.12
Francia	10.56	14.95	2.33	2.13
Alemania	8.26	12.7	2	2.09
Afganistan	13.10	18.75	0.86	0.86
Algeria	22.67	27.81	0.22	0.23
Angola	21.52	25.53	2.75	2.62
Argentina	14.65	17.89	1.63	1.66
Brazil	26.04	30.38	5.97	5.84
America central	24.23	27.76	6.51	6.18
Chile	9.01	11.91	1.52	1.43
Colombia	24.31	27.81	7.25	7.44
Cuba	25.25	28.19	3.57	3.50
Canada Central	-0.47	5.41	1.21	1.41
Ecuador	22.15	25.36	5.52	6.01

²⁰ Cline W. (2007): GLOBAL WARMING AND AGRICULTURE Impact Estimate by Country.- Center Institute for International Economics—Washington DC. Cap 4. Country-level climate projections págs. 38-39

Pakistan	19.91	24.76	0.83	0.96
Peru	19.52	23.34	4.22	4.42
Venezuela	25.44	29.17	5.33	5.31

Elaboración propia , extraído de William R. Cline (2007): GLOBAL WARMING AND AGRICULTURE Impact estimate by Country.- Center Institute for International Economics—Washington DC. Cap 4. Country-level climate projections págs. 38-39.

1.1.3 El cambio climático en la región Piura:

Piura, es una de las regiones más vulnerables a la variabilidad climática, por dos razones, la primera es su situación geográfica, muy cerca al ecuador, con un clima semi tropical, hace que los aumentos de las temperaturas pasen el límite de requerimiento de plantas y animales. La segunda razón es que se encuentra en el litoral costero, y justo frente a sus costas es la zona de convectiva donde se origina los eventos Niño, siendo afectado por intensas lluvias; además la temperatura del nivel del mar lo afectan directamente, en el caso de las temperaturas mínimas, dan origen a los eventos Niña.

En el Cuadro N°1.3, muestra la variación de la temperatura mínima y máxima para los principales valles de la región, estas variaciones son menores a nivel interdecadal. El de mayor variación, es la temperatura mínima y más aún en el valle del Chira, y en cuanto a la temperatura máxima la mayor es la de San Lorenzo.

Se resalta de este cuadro los pronósticos de temperatura mínima y máxima para el año 2030; de 0.8 a 1.6 °C en la temperatura mínima y de 0.4 a 1.2 °C en la temperatura máxima.

CUADRO N°1.3: VARIACION DE LA TEMPERATURA MINIMA Y MAXIMA EN LOS VALLES DE PIURA

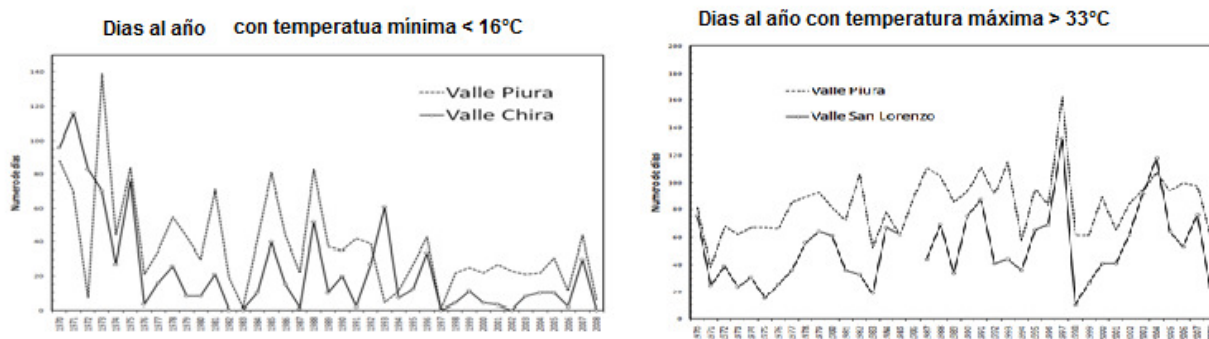
Valle	Variación Temperatura Mínima		Variación Temperatura Máxima	
	°C/39 años	°C/10 años	°C/39 años	°C/10 años
Piura	0.975	0.25	0.053	0.014
Chira	1.465	0.375	-0.131	-0.033
San Lorenzo	0.384	0.098	0.479	0.123
Proyección al 2030	0.8 a 1.6 °C		0.4 - 1.2 °C	

Fuente: Senamhi – Piura- Exposición AGRORED-NORTE

Ing. Yauri-Funcionario especialista Meteorólogo.

En el Gráfico 1.4, se observa una reducción en la frecuencia de los umbrales inferiores de temperatura mínima ($<16^{\circ}\text{C}$). En los valles de Piura y Chira esta reducción interdecadal varía entre 51 a 62 %. En el valle de San Lorenzo la disminución es significativa con $T_{\text{min}} < 15^{\circ}\text{C}$ (53 %). Se observa un aumento en la frecuencia de los umbrales superiores de temperatura máxima ($>33^{\circ}\text{C}$). En los valles de Piura y San Lorenzo este incremento varía entre 15 a 32 %. En el valle del Chira no se evidencia un incremento significativo de la temperatura crítica superior.²¹.

GRAFICON° 1.4: FRECUENCIA DE DIAS AL AÑO: TEMPERATURAS MINIMA $< 16^{\circ}\text{C}$ Y TEMPERATURA MAXIMA $> 33^{\circ}\text{C}$ -VALLES DEL CHIRA Y PIURA

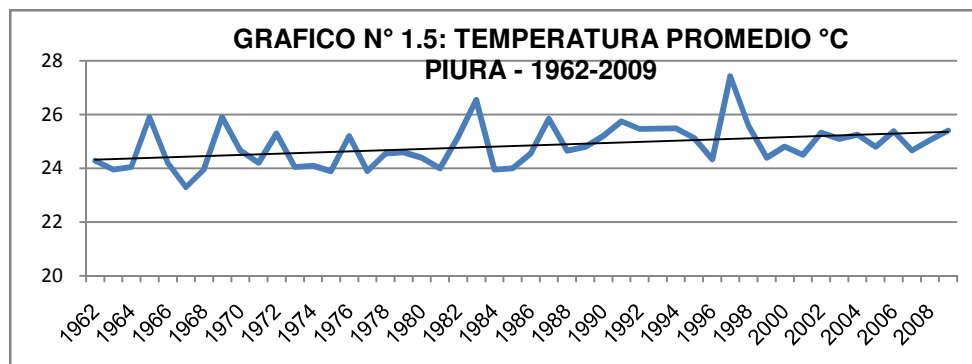


Fuente: Senamhi – Piura- Exposición AGRORED NORTE
Ing. Yauri-Funcionario Especialista Meteorólogo.

Por otro lado, los días de mayor temperatura en la región también aumentaron y el máximo fue en el año 1998 (evento Niño). Se observa un aumento en la frecuencia de los umbrales superiores de temperatura máxima ($>33^{\circ}\text{C}$). En los valles de Piura y San Lorenzo este incremento varía entre 15 a 32 %. En el valle del Chira no se evidencia un incremento significativo de la temperatura crítica superior.

La variación de la temperatura promedio en base a la información de la Estación de Miraflores en Piura, tiene una tendencia creciente, lo que se observa en el gráfico.

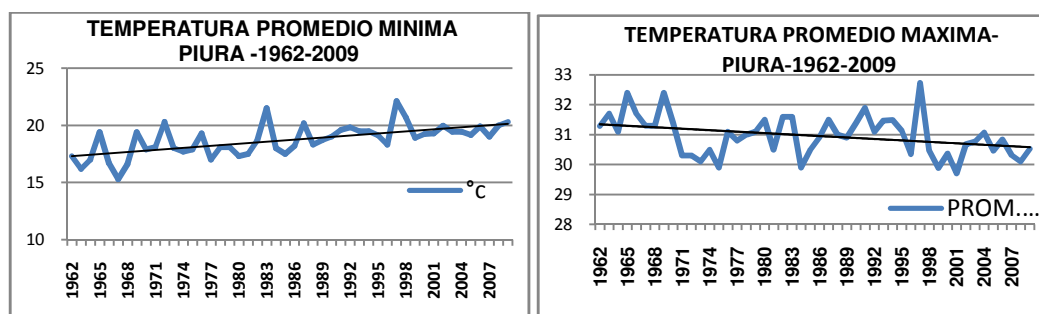
²¹ Información obtenida directamente de la oficina del **Senamhi – Piura**.
Exposición AGRORED-NORTE- Ing. Yauri-Funcionario especialista Meteorólogo.



FUENTE: ESTACION MIRAFLORES – SENAMHI-PIURA
Elaboración propia.

La temperatura mínima en promedio tiene una tendencia creciente, mientras que la temperatura máxima es decreciente. Consultando con el especialista de la Oficina Senamhi-Piura, explica que la variabilidad climática se da por ciclos y que estamos comenzando otra fase, la fase caliente, lo que indicaría que aumente en promedio ambas temperaturas. Lo que se aprecia en el siguiente gráfico.

**GRAFICO N° 1.6: PROMEDIO DE TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA
PIURA 1962-2009**



FUENTE: ESTACION MIRAFLORES – SENAMHI-PIURA- Elaboración propia

Considerando las características geográficas de la región, en el informe de PROCLIM²² (2004) se indica que la cuenca del río Piura es una de las más vulnerables del Pacífico a los eventos climáticos extremos, debido particularmente a las anomalías océano-atmosféricas que se presentan en el Pacífico Ecuatorial central y occidental, donde se genera

²² PROCLIM: Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire.

el Fenómeno de El Niño²³. Este fenómeno afecta principalmente la agricultura como se experimentó en años pasados.²⁴

La preocupación es válida porque las proyecciones de las precipitaciones en los siguientes años hasta 2045, en la cuenca media del Río Piura, muestran que las precipitaciones serán más frecuentes y más intensas, estas predicciones coinciden con lo expuesto por la Ing. Yamina Vidal. De ser así se afectarán los rendimientos de los cultivos, tanto por los excesos de recurso hídrico, por plagas y enfermedades a las plantas, como por los daños en la infraestructura sistemas de riego y transporte.

1.2 FUNCION DE PRODUCCION AGRICOLA

Al revisar la literatura con respecto a los modelos de producción agrícola se encuentra que la especificación difiere entre corrientes económicas. El pionero es Adam Smith (1776), considera que la función de producción depende no sólo de los factores productivos, sino además de los recursos naturales y de las instituciones que intervienen en el sistema económico. Esta función de producción es formalizada matemáticamente en sus argumentos por Aldeman (1978: 37-50) donde toma en cuenta el capital (K), trabajo (L), los recursos naturales (N) y las instituciones (U) que colaboran para que la actividad se realice.

$$Y = f(K, L, N, U) \quad (1.1)$$

En los últimos 20 años la preocupación por incorporar las variables edáficas y climáticas va en aumento por los crecientes problemas ambientales, que hacen que los cambios en estas variables sean considerables y al parecer el avance tecnológico no compensará estos cambios para reducir las pérdidas económicas. Es así que se cuentan con diversos modelos de producción agraria, propiamente dichos, que datan de hace muy poco tiempo donde cada economía desarrollada toma en cuenta todas las necesidades que requiere en la producción de un bien agrícola.

1.2.1 Modelos agrícolas con énfasis en variables edafo-climáticos

²³ Ministerio del Ambiente-Región Piura-GTZ (2009) "Piura una Región que se adapta al cambio Climático"

²⁴ Ibid pág. 11.

Los modelos de producción agrícola se fundamentan en la función de producción clásica, remarcando los recursos propios que interviene en él, incluyendo, en la medida de la información disponible, mano de obra, capital, semilla, fertilizantes y otros insumos; además incorpora el clima y la cuota de agua de riego.

En los últimos años, a consecuencia de los problemas ambientales, en especial por el calentamiento global, se desarrollan modelos propiamente que incorporan variables edafo-climáticas. Precisando que estas no son lineales, Sebastian Ramon A. y Rodriguez B. José E (1978), presentan funciones de producción agrícola de cuatro tipos cuadrática, raíz cuadrada, tres medios y potencial²⁵.

De la literatura revisada, podemos inferir que la preocupación por incorporar otros factores en los modelos de producción agrícola, propios de la agricultura, se inicia en base a los estudios del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA)²⁶, y el primero de estos estudios fue en respuesta, al impacto de la erosión en la productividad del suelo, modelos EPIC (Erosion/Productivity Impact Calculator) desarrollados en la década de los 80´.

También se diseñaron los modelos CROPGRO que ven las diferencias en capacidad genéticas entre cultivos, explican el desarrollo, crecimiento y rendimiento como respuesta fisiológica a los factores combinados del ambiente y manejo, se resumen a través de un grupo de parámetros denominados coeficientes genéticos.

Todos estos modelos son de simulación para diferentes tipos de suelo y manejo de riego y ver las respuestas de los cambios en los parámetros de rendimiento de los cultivos.

²⁵ Sebastian Ramon A. y Rodriguez B. José E. (1978): "Análisis Económico de las funciones de producción agrícola. Una aplicación al cultivo del trigo". Universidad politécnica de Madrid. Presenta en su investigación las tres funciones agrícolas como resultado para el trigo.

Función cuadrática: $Y = 2.850,464 + 16,021 X_1 + 11,502X_2 - 0.044X_1^2 - 0.019X_2^2 + 0.009(X_1X_2)^2$

Función raíz cuadrada: $Y = 1.156,887 - 8,094 X_1 - 11,153X_2 + 165.229X_1^{1/2} + 378,863X_2^{1/2} + 5879(X_1X_2)^{1/2}$

Función tres medios: $Y = 2.593,39 + 25,65 X_1 + 19,34X_2 - 1,311X_1^{3/2} - 0,752X_2^{3/2} + 0,009(X_1X_2)$

Función Potencial : $Y = 1.974.75X_1^{(0,044)} X_2^{(0,159)}$

²⁶ Estudios en base a La Ley 1977 de Conservación de Recursos (RCA) a cargo del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA), evaluar el estado del suelo y el agua recursos. La primera evaluación realizada en 1980 RCA reveló una significativa necesidad de una mejor tecnología para evaluar los impactos de la erosión del suelo en la productividad (Putnam, Williams, y Sawyer, 1988)

Seo (2005)²⁷ los denomina modelos Agro-económicos, estos utilizan una combinación de experimentos controlados en determinados cultivos, sin embargo en base a la cita de Mendelsohn y Neumann (1999), explican que estos modelos en países en desarrollo tienen serias limitaciones en sus estimaciones porque subestiman los cambios a la adaptación, no se hacen suficientes experimentos para determinar las respuestas y por último están mal estimados o evaluados.

1.2.2 Enfoques metodológicos para estimar efectos del cambio climático en la agricultura.

Además de los modelos explicados, que son netamente agronómico, o agroeconómicos de simulación, están los que atañen propiamente a una investigación con visión económica para estimar efectos del cambio climático, estos son clasificados por Ramirez D y otros (2010), en dos enfoques, el enfoque estructural y el enfoque espacial²⁸, que se explica a continuación:

Enfoque estructural:

El modelo que se especifica, parte de la función de producción, que relaciona la cantidad producida con los diferentes factores requeridos, trabajo, tierra, capital, semillas, agua de riego, fertilizantes y factores climáticos. En términos formales Ramirez(2010), expresa:

$$Q_t = f(m_t, x_t, z_t) \quad (1.2)$$

Donde, **m** es la variable características del agricultor, incluido capital humano; **x** son factores como capital, trabajo, insumos; **z** son variables climáticas, temperatura, lluvia; el sub-índice t es el tiempo o periodo considerado.

De lo anterior la función de beneficios del agricultor se expresa para n cultivos:

²⁷ S, Mendelsohn R y ²⁷ Seo Niggol Munasinghe M (2005) "Climate change and agriculture in Sri Lanka: A Ricardian Valuation"- *Environment and Development Economics* 10: 581–596 c _ 2005 Cambridge University Press doi:10.1017/S1355770X05002044 Printed in the United Kingdom.

²⁸ Ramírez D.y otros (2010): "Belice: Efectos del cambio climático Sobre la agricultura" CEPAL-CCAD-DEFID-NACIONES UNIDAS – MEXICO .junio 2010.

$$\pi_t = \sum_{j=1}^n (p_{jt}, Q_{jt}(m_t, x_t, z_t) - w_t x_{jt}); \quad j = 1, 2, 3 \dots n \text{ cultivos} \quad (1.3)$$

Donde p_{jt} , se refiere al precio de cada cultivo j y w_t es el precio de cada insumo del producto j . Si se quiere saber la utilización óptima de los insumos que maximicen los ingresos de los agricultores, esta satisface la condición:

$$p_j \frac{\partial Q}{\partial x_t} = w; \quad j = 1, 2, 3 \dots n \quad (1.4)$$

Este enfoque de función de producción agrícola descrito, permite analizar los requerimientos de cada cultivo, incluido las variables climáticas, especificados de la forma:

$$\text{cultivo}_{it} = f(m_{it}, x_{it}, z_{it}); \quad i = 1, \dots N \text{ cultivos} \quad t = 1 \dots T \text{ periodos} \quad (1.5)$$

Así el modelo sirve para analizar un cultivo específico **a través del tiempo**. Es necesario considerar que son funciones de producción agrícola, en principio funciones cuadráticas u otras formas exponenciales como señala Sebastian y Rodriguez(1978) que al considerar sólo las variables climáticas, su forma funcional cuadrática se expresa como:

$$Q_{it} = A + \alpha_1 \text{Temp}_{it} + \alpha_2 \text{Temp}_{it}^2 + \alpha_3 \text{lluv}_{it} + \alpha_4 \text{lluv}_{it}^2 \quad (1.6)$$

La ventaja de estos modelos es que se obtienen respuestas físicas, biológicas y económicas en el rendimiento del cultivo, utilizando en sus estimaciones variables observadas en el tiempo, **las que captan la variabilidad del clima, en las temperaturas y precipitaciones**. También permite identificar los umbrales de variables climáticas de máximos y mínimos como la temperatura y la precipitación. Pero su desventaja resaltante es que no recoge las respuestas de los agricultores ante cambios desfavorables, por lo que se supondría que son agricultores ingenuos. También otra desventaja que podemos agregar en base a la apreciación de Mendelsohn y Neumann (1999), en países en desarrollo la información no es suficiente y confiable que permita una buena estimación.

Enfoque espacial:

Este enfoque es más conocido y se basa en la estimación de los efectos de los cambios climáticos en la agricultura recogiendo como variable endógena **el valor de la tierra** en función de las variables determinantes de la función de producción agrícola mencionadas en el enfoque anterior. Este enfoque es apropiado **para estimaciones de corte transversal**, mediante encuestas a los agricultores de diferentes regiones.

Estos son los denominados modelos Ricardianos, modelos de Equilibrio General Computable²⁹, modelos de sistemas de información geográfica y otros³⁰; el más conocido es el primero y a continuación se explica.

Modelo Ricardiano³¹

Modelos básicos de aproximación, son de corte transversal; explican cómo el Cambio Climático afecta el valor de las tierras agrícolas (para EE.UU: Mendelsohn, 1994; Mendelsohn y Nordhaus, 1996; Mendelsohn y Neumann, 1999).

Este modelo fue designado así por los estudios de Ricardo que relacionan al valor de la tierra en función del ingreso neto. En consecuencia, el ingreso neto refleja el valor presente y futuro de la productividad neta³²:

$$V = PLE e^{\phi} \square_t = f[\sum PQ(X, F, Z, G) - R_x] e^{\phi} \square_t \quad (1.6)$$

Dónde V, es la productividad de la explotación agrícola, PLE variable proxy de V, ingreso neto por hectárea, P es el precio de mercado del cultivo y Q es la producción, F es un vector de variables climáticas, Z es un conjunto de variables edáficas, G conjunto de variables económicas tales como acceso a los mercados, R es un vector de precios de insumos y gastos x (distintos de la tierra), (Mendelsohn, Nordhaus y Shaw, 1994).

²⁹ Modelos de Equilibrio General Computable (CGE), en base a los modelos EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator), toman en cuenta los efectos del cambio climático global que permite considerar los cambios en otras regiones tanto del clima como otras variables económicas como la del comercio mundial, permitiendo la movilidad de recursos entre las regiones en base a incentivos económicos.

³⁰ Ibid: pág 9.

³¹ Jorge Gonzales U. y Roberto Velasco H. "Evaluación del cambio climático sobre el valor económico del suelo un sistema agrícolas de Chile" mayo 2007) disponible en web <http://www.inia.cl/at/v68n1/pdf/art6esp.pdf> Bajado 15/02/10

³² Este método también ha sido utilizado en México- explicado por Galindo Luis M. en "la economía del cambio climático en México" Síntesis (2009).

El modelo Ricardiano, de forma reducida, examina cómo un conjunto de variables exógenas, F, Z y G, afectan el valor del establecimiento. El resultado de integración es una función del tipo “campana”, asintótica al eje de las abscisas y con simetría bilateral sobre el valor correspondiente a la media. Si se toman valores que no excedan desvíos estándar a ambos lados de la media, la función puede simplificarse como una parábola invertida, lo que resulta muy conveniente a los fines del cálculo, por lo que el modelo Ricardiano se reduce en la práctica a una formulación cuadrática de las variables climáticas.

$$PLE = \alpha_0 + \alpha_1 F + \alpha_2 F^2 + \alpha_3 Z + \alpha_4 G + \mu \quad (1.7)$$

Dónde μ es el término de error. Se introducen términos lineales y cuadráticos para temperatura y precipitación. La influencia marginal de cada variable climática consecuentemente depende del nivel de temperatura y precipitación:

$$\left[\frac{dPLE}{dF_i} \right] = [\alpha_{1i} + 2 * \alpha_{2i} * F_i] \quad (1.8)$$

El término cuadrático de la ecuación refleja la forma no lineal de la respuesta parcial del ingreso neto a las variables climáticas.

La ventaja en estos modelos, además de relacionar las variables climáticas con las económicas es que toma en cuenta, implícitamente, la adaptabilidad del productor a las condiciones climáticas cambiantes aunque no la velocidad de adaptación; pero la desventaja resaltante es que considera constante los precios (Darwin, 1999). y no todos los factores de producción son tomados en cuenta.

1.2.3 Evidencia empírica:

De la literatura revisada, podemos inferir que la preocupación por incorporar otros factores en los modelos de producción, propios de la agricultura, se inicia en base a los estudios del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA)³³. La primera aplicación

³³ Estudios en base a La Ley 1977 de Conservación de Recursos (RCA) a cargo del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA), evaluar el estado del suelo y el agua recursos. La primera evaluación realizada en 1980

importante de EPIC fue para la segunda evaluación de RCA (Conservación de los recursos agrícolas) de los recursos de la tierra en 1985, para 135 regiones de EE.UU. (Putnam, Williams, y Sawyer, 1988).

Estudios en base a este tipo de modelos de simulación para ver los cambios en diferentes escenarios con y sin cambio climático se han desarrollado en varios países como Díaz, Raúl A y otros (1997)³⁴ Argentina para el trigo, soya y maíz, este último cultivo es el más perjudicado con reducciones en su producción potencial hasta del 10% como efecto del CC .

Los modelos con enfoque propiamente económico, se desarrollan ya en la última década los que se destaca en el siguiente cuadro resumen para diferentes países:

CUADRO 1.4: ESTUDIOS EN BASE A MODELOS AGROECONOMICAS CON ENFASIS EN CAMBIO CLIMATICO - EN EL MUNDO

AUTOR- PAIS	PRODUCTO-METODOLOGIA	CONCLUSION
Yates, y Strzepek (1998) ³⁵ , Egipto	Modelo dinámico del comercio mundial de alimentos, al sector agrícola egipcio con variables socio-económicas y precios del mercado mundial.	El CC beneficiaran a los consumidores más que a los productores por las condiciones del mercado mundial que reducirá la capacidad de generación de ingresos de los exportadores agrícolas egipcios, afectados negativamente por el CC, donde la mayor disponibilidad de agua no compensará en el rendimiento de los cultivos.
Murdiyarso, D. (2000) ³⁶ . Asia	Arroz modelo de equilibrio general MCG-CC	Demostró que la producción de arroz en Asia puede disminuir en un 3,8% el próximo siglo, sin tener en cuenta fenómenos extremos.
Song-Cai You (2001) ³⁷ China	Arroz Simulación - adaptación tierra agrícola al CC para resistir la escasez de agua	El resultado del análisis coste-beneficio muestra que el cambio del uso del suelo, de arroz a otros cultivos es muy eficaz, dado el supuesto que el arroz consume niveles altos de agua.
Mohamed A. y otros (2002) ³⁸ , Sahel , Nigeria	Mijo Método estadístico ANOVA con variables climáticas temperaturas	Para el año 2025 la producción del mijo disminuirá en 13%. Preocupante por la zona de estudio conformada por pequeños agricultores

RCA reveló una significativa necesidad de una mejor tecnología para evaluar los impactos de la erosión del suelo en la productividad (Putnam, Williams, y Sawyer, 1988)

³⁴ Ibid

³⁵ Yates, David N., and Kenneth M. Strzepek. 1998. "An Assessment of Integrated Climate Change Impacts on the Agricultural Economy of Egypt," *Climatic Change*, Vol. 38, No. 3, March, pp. 261-287

³⁶ Murdiyarso, D. 2000. "Adaptation to Climatic Variability and Change: Asian Perspectives on Agriculture and Food Security," *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 61, No. 1, March, pp. 123-131.

³⁷ Song-cai You(2001) "Agricultural adaptation to climate change in China" -*Journal of Environmental Sciences*-Volume 13, Number 2/2001 pag 192-197- Monday, January 01, 2001.

³⁸ Mohamed A. Ben, Duivenbouden N.Van and Abdoussallam S (2002) "Impact of climate change on agricultural production in the sahel – part 1. Methodological approach and case study for millet in Niger- *Climatic Change* 54: 327–348.

	del aire y superficie del mar, número de días de lluvia y factor de erosión del viento;	de escasos recursos. Recomienda el cambio tecnológico a sistemas de riego y utilización de fertilizantes que permitan mantener la humedad de las plantas.
Jones y Thornton(2003) ³⁹ Africa y America Latina	Producción del Maíz al 2055 métodos de alta resolución en un modelo de simulación detallada	Indican una reducción global de 10% en la producción de maíz para 2055, equivalente a las pérdidas de \$ 2 mil millones/ año, consecuencias mayores para familias más pobres, vulnerables por su dependencia de la actividad agrícola.
Cline (2007), Varios países y regiones	Modelos integrados de la agronomía y economía de impacto sobre cultivos para predecir su rendimiento.	Muestra que aumentos de temperatura por CG incidirá en la productividad agrícola. Para 2080, la disminución del potencial agrícola será importante, mucho más en los países en desarrollo como Latinoamérica, caídas de 24% sin CF y 13% con CF.

Los estudios más recientes desde el punto de vista económico están basados en el modelo Ricardiano explicado anteriormente, liderado por Mendelson R. desde 1994 para diferentes países y productos.

Un estudio tipo más reciente que realiza Mendelson conjuntamente con Nigol Seo, y Munasinghe (2005)⁴⁰, para Sri Lanka, considera cuatro cultivos importantes, y las predicciones para el año 2100, según escenarios climáticos de temperatura y lluvia, obteniendo pérdidas de 20% a beneficios hasta de 72% del valor de la producción agrícola, según sea el caso.

Otro estudio muy interesante es el de Kurukulasuriya y Robert Mendelsohn (2006)⁴¹, para África, que estima la elección de riego como variable endógenos y como exógenos los flujos de superficie, tipos de suelo, el clima y los subsidios. Un aumento del 10% de temperatura dará lugar en promedio a una pérdida en los ingresos netos por ha del 8,2%. Determinan que la agricultura de regadío es más resistente a los cambios de temperatura con márgenes leves en productividad. Las tierras secas, en general, corresponde al segmento más pobre de la comunidad son sensibles a la precipitación (elasticidad de 0,28). También

³⁹ Jones, Peter G., and Philip K. Thornton. 2003. "The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055," *Global Environmental Change*, Vol. 13, No. 1, pp. 51 - 59.

S, Mendelsohn R y ⁴⁰ Seo Niggol Munasinghe M (2005) "Climate change and agriculture in Sri Lanka: A Ricardian Valuation"- *Environment and Development Economics* 10: 581-596 c _ 2005 Cambridge University Press doi:10.1017/S1355770X05002044 Printed in the United Kingdom.

⁴¹ Kurukulasuriya and Robert Mendelsohn (2006): ENDOGENOUS IRRIGATION: THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON FARMERS IN AFRICA- CEEPA Discussion Paper No. 18- Special Series on Climate Change and Agriculture in Africa ISBN 1-920160-01-9-Discussion Paper ISBN 1-920160-18-3, July 2006

encontraron que el riego es una adaptación eficaz contra la pérdida de las precipitaciones y mayor temperatura, siempre que haya suficiente agua disponible. Estudios en base al modelo Ricardiano para América latina son varios especialmente para Argentina, Chile y México lo que se presenta a continuación en el cuadro 1.5:

CUADRO N°1.5: INVESTIGACIONES DE PRODUCCION AGRICOLA Y CAMBIO CLIMATICO EN BASE A MODELO RICARDIANO - AMERICA LATINA

AUTOR- PAIS	PRODUCTO-METODOLOGIA	CONCLUSION
Jorge Lozanoff y Eugenio Cap (2006) ⁴² , Argentina	Muestran que existe una fuerte correlación entre el ingreso neto y las variables climáticas, en especial queda en evidencia la fuerte dependencia que tienen sobre la variable temperatura invernal y las precipitaciones estivales	Temperaturas óptimas de 15°C para los productores mayores, en tanto que el mismo es a 17,5°C para los productores menores. Los pequeños productores presentan una mayor elasticidad ante el cambio de las variables climáticas, pero que sus óptimos se encuentran desplazados respecto de las medias, lo cual indica una menor capacidad de adaptación a dicho cambio.
Gonzales (2007) ⁴³ , Chile	relación de las variables climáticas con las variables económicas en diferentes realidades para los cultivos de papa, trigo y maíz	Obtiene que el valor del suelo es explicado por las variables climáticas en un 37,6%, justificando el resultado por una modelo de corte transversal y por los valores F = 10,08, y las variables temperatura de otoño reporta un signo positivo mientras que las temperaturas de primavera e invierno y pendiente del suelo se reportan con signo negativo.
Galindo ⁴⁴ (2009) México	Productos agrícolas en general.	Concluyen principalmente que “Los rendimientos y la producción agrícola dependen del clima con impactos heterogéneos por regiones, no lineales y crecientes en el tiempo. Asimismo, se observa que cada ciclo productivo y cada producto tienen diferentes sensibilidades de respuesta a la temperatura y la precipitación, incluso por región.

Estudios más recientes de Ramírez D. y otros (2010)⁴⁵, enfocan los efectos del cambio climático, temperatura y lluvia en la agricultura mediante la función de producción y del modelo Ricardiano para la región de Centroamérica. Para el caso de Belice se estimaron

⁴² Lozanoff Jorge y CAP Eugenio (2006): “El Impacto Del Cambio Climático Sobre La Agricultura Argentina: Un Estudio”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Instituto de Economía y Sociología. Buenos Aires, Argentina

⁴³ Gonzales U Jorge. y Velasco H Roberto (2007). “Evaluación del cambio climático sobre el valor económico del suelo un sistema agrícolas de Chile” mayo 2007)-Proyecto SACPR-Universidad de Yale USA-IICA PROCISUR.

⁴⁴ Galindo Luis M. en “La Economía del cambio climático en México” síntesis (2009).pág. 23.

⁴⁵ Diana Ramírez y otros (2010): “Belice: Efectos del cambio climático Sobre la agricultura” CEPAL-CCAD-DEFID-NACIONES UNIDAS – MEXICO .junio 2010.

- “Istmo Centroamericano: Efectos del cambio climático sobre la Agricultura” – México -Enero 2010.

modelos de producción agrícola para cultivos y producción pecuaria; en el caso de los cultivos se afirma que la temperatura máxima de 33 °C registrado en Belice es ligeramente mayor a la óptima requerida. Las proyecciones hechas hasta el año 2100, indican que de seguir incrementado la temperatura las pérdidas acumuladas en su conjunto podrían ser alrededor de 35% del PBI 2007 y que los efectos de las lluvias serán los más perjudiciales. Llama la atención que en este estudio consideran una fruta en su análisis porque en casi todos los otros estudios son principalmente para cereales.

Para el caso del Istmo de Centroamérica, el estudio para Guatemala y Costa Rica; los cultivos estudiados son el maíz, frijol y arroz, en base a los dos métodos, función de producción y método Ricardiano y en Panel data. Concluyen que las pérdidas serán considerables por el cambio climático hasta del 19% del PBI del 2007 hacia el año 2100, en un escenario A2 y que el cultivo más afectado en estas regiones será el frejol.

En el presente estudio, de los cultivos elegidos el mango, limón y café son permanentes. El plátano es semi-permanente, pues las plantaciones se renuevan en base a las ya existentes, es decir son cultivos de larga maduración y ciclo de vida. Aparente para ver su comportamiento en el tiempo.

En base a los enfoques desarrollados y la evidencia empírica revisada; y teniendo en cuenta la característica fundamental de los cultivos en estudio, mango, limón, café y plátano (cultivos permanentes o semipermanentes) aparentes para ver su comportamiento en el tiempo; es indicado **utilizar el modelo de producción del enfoque estructural, para lograrlo se hará las estimaciones para cada cultivo relacionando con las variables climáticas en que se manifiesta el CC (temperaturas, precipitación pluvial y eventos extremos)**. Se es consciente de las desventajas del modelo expuestas anteriormente, además de las limitaciones en la información, se hacen los esfuerzos y en la medida de lo posible se estima los modelos adecuados para cada cultivo, lo que permitirá lograr el objetivo trazado de calcular el impacto del cambio climático en el rendimiento de los cultivos propuestos.

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA REGIÓN PIURA.

Piura, está localizada en la costa norte del territorio nacional, al sur de la línea ecuatorial, abarca una superficie de 35,892.49 km² equivalente al 2.8% del territorio nacional, es la franja costera más ancha del Perú y alcanza 200 km. del mar hasta los contrafuertes de la cordillera occidental de los andes. Las Coordenadas Geográficas son: Latitud Sur 4°04'50" y 60°22'10" y Longitud Oeste del meridiano de Greenwich 79°13'15" y 81°19'35"⁴⁶.

Cuenta con ocho provincias, cinco se encuentra en la costa: Piura, Sullana, Talara, Paita y Sechura; las otras 3 están en a la sierra: Ayabaca, Huancabamba y Morropón.

2.1.1. Suelo

El suelo de la región Piura es muy variado, con desiertos arenosos en la costa, relieves andinos en la sierra y sillas y desiertos de Amotape.

Los suelos son inestables como resultado de la deforestación indiscriminada y en los periodos lluviosos sufren deslizamiento y derrumbes de masas de tierra que deterioran tramos de carreteras. La superficie boscosa es de 2'165,820.41 has. Y sólo se utiliza en la agricultura el 10% de la superficie total. La tierra es de variada calidad agrícola siendo los valles de San Lorenzo y Chira las de mejor calidad.

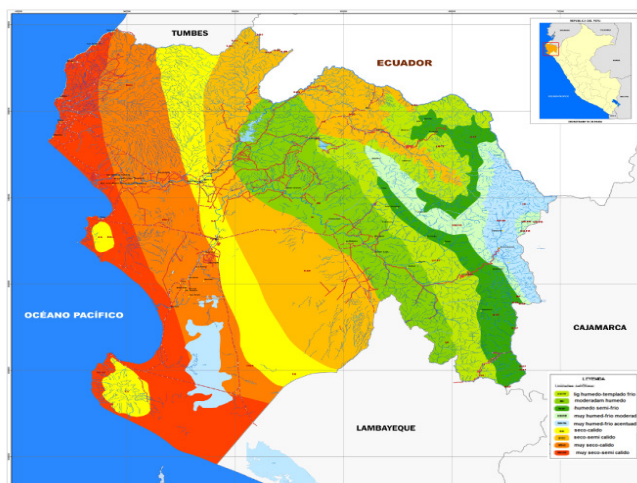
⁴⁶ Región Piura: Plan de desarrollo regional concertado 2007-2011 noviembre del 2011

2.1.2. Clima y Temperatura

El clima de Piura es cálido, desértico y oceánico, y corresponde a una zona subtropical, según la designación de Kopen y al tipo de clima semi-tropical costero de Petterson, caracterizado por pluviosidad moderada y altas temperaturas con pequeñas oscilaciones estacionales.

Las temperaturas máximas llegan a 34,2°C y las mínimas a 15 °C que corresponden a los meses de febrero y junio respectivamente. La humedad promedio anual es del 66%, los vientos siguen una dirección al sur con velocidad promedio de 3m/s. Las precipitaciones pluviales muestran variaciones, entre los 100 y 500 m.s.n.m. oscila entre 10 y 200 mm; entre los 500 y 1500 m de altura, llegan de 200 a 800 mm y en la zona sobre los 1500 m.s.n.m. el promedio de precipitaciones es de 1550 mm.⁴⁷

FIGURA N° 2.1: DISTRIBUCIÓN DE CLIMAS REGIÓN PIURA



Fuente: Gobierno Regional PIURA

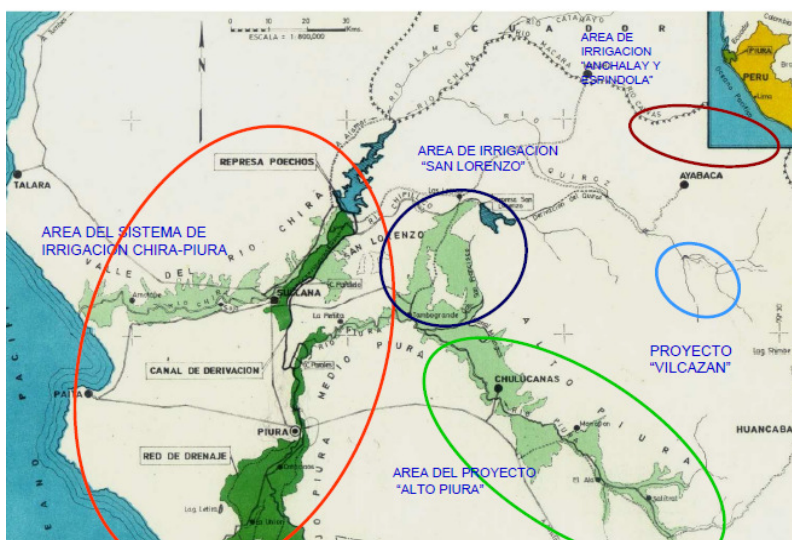
El mapa de la figura 2.1, muestra la variación de la temperatura y humedad en la región, la coloración verde según intensidad señala que el clima es húmedo y frío moderado, el verde y celeste claro, indica que el clima es muy húmedo y muy frío, la coloración de amarillo a rojo intenso, en el orden, muestra el clima va de seco a muy seco y de cálido a semi cálido.

⁴⁷ Boletín "Cuencas Andinas" N° 4/Septiembre 2004 disponible en : [http://images.google.com.pe/imgres?imgurl=http://www.redcapa.org.br/cuencas/imagenes/bol-4-2-img1.gif&imgrefurl=\[bajada el 2/12/09\]](http://images.google.com.pe/imgres?imgurl=http://www.redcapa.org.br/cuencas/imagenes/bol-4-2-img1.gif&imgrefurl=[bajada el 2/12/09])

2.1.3 Recurso hídricos

El agua procede de dos fuentes hidrográficas del río Chira y del río Huancabamba, son ríos vivos de amplio caudal acuífero. También cuenta con dos vasos: el reservorio de Poechos con capacidad para 1,000 millones de m³, afectada en un 43% por sedimentación y la de San Lorenzo con capacidad para 258 millones de m³, las que unidas a las fuentes subterráneas garantizan el preciado líquido para el consumo humano, la agricultura y el resto de las actividades económicas y sociales. En el mapa de la figura 2.2, se aprecia los sistemas de irrigación que abastecen a áreas de cultivo y garantizan su producción.

FIGURA N° 2.2: MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE SISTEMAS DE IRRIGACION DE LA REGIÓN PIURA



Fuente: Gobierno Regional de Piura.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS EXPORTABLES DE LA REGION.

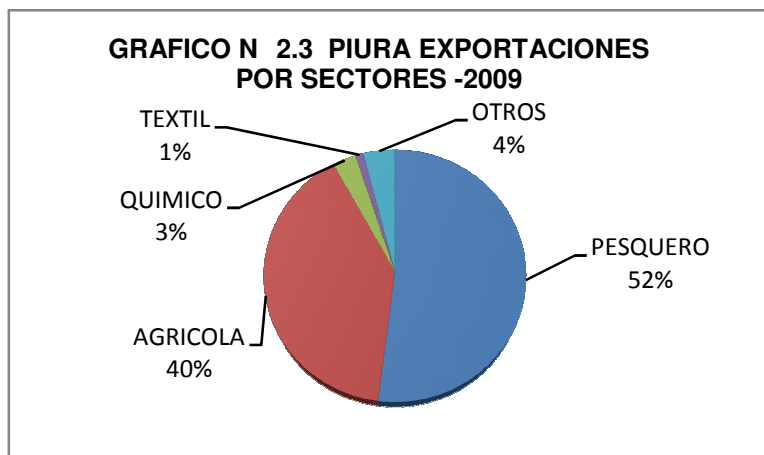
La región Piura, como ya se mencionó es agrícola por excelencia, predomina la agricultura de exportación. Además de ellos, están otros productos representativos no por ser exportables sino por su volumen y superficie cultivada como son el algodón, arroz, camote entre otros, que figuran en el cuadro (2.1) resaltando el café limón y mango en los cultivos

permanentes y en los semipermanentes el plátano; entre los cultivos transitorios sobresalen el arroz y algodón.

CUADRO N° 2.1 PRODUCCION AGRICOLA DE PIURA POR CULTIVO 2005-2009 TM					
CULTIVOS	2005	2006	2007	2008	2009
PERMANENTES	310462	407450	406610	360964	224516
CAFÉ	2048	2621	2177	2929	4778
LIMÓN	138090	156631	170660	140609	110306
MANGO	170324	248198	233773	217426	109432
SEMI- PERMANENTES	191517	235468.61	253957	235134	247871
PAPAYA	937	2002	1326	1263	1585
PLÁTANO	190580	233466.61	252631	233871	246286
ESPÁRRAGO	0	0	0	0	0
TRANSITORIOS	582329	582718.81	614106	703275	746735
ALGODÓN	31886	35162	40369	21980	8657
ARROZ	426374	359384	402128	519465	521462
CAMOTE	11781	32159	22830	17601	
OTROS	112,288	156,014	148,779	144,229	216,616
TOTAL	1,084,308	1,225,637	1,274,673	1,299,373	1,219,122

Fuente: BCRP-Piura

La importancia de la agricultura en la región, además de la superficie cultivada, volumen y participación de mano de obra, radica como componente del comercio exterior, tal como muestra el gráfico N°2.3, los bienes agrícolas son el 40% del total de las exportaciones piuranas.



Fuente: Gobierno Regional Piura.

El cuadro 2.4, detallan los productos agrícolas que exporta Piura, tanto tradicionales como no tradicionales; el primer grupo disminuye su participación para el 2009 y en él sobresale el café 3% de las exportaciones totales y más del 50% del total exportaciones tradicionales agrícolas.

Las exportaciones no tradicionales van incrementado su participación considerablemente son el 96% de las exportaciones agrícolas de las cuales resalta el mango con más de 30%, seguido del plátano más del 20% el limón 2% y también la palta un nuevo producto que cobra importancia relativa con 2%; también el frijol en el rubro de las legumbres con 6%.

CUADRO N°2.2 : EXPORTACIONES AGRICOLAS DE LA REGION PIURA US \$				
PRODUCTOS AGRICOLAS	2008		2009	
	US	%	US \$	%
TRADICIONALES	6 661 416	4.0%	6898674	3.3%
Algodón	766 447	0.5%	0	0.0%
Azúcar	710 631	0.4%	954369	0.5%
Café	5 184 337	3.1%	5944306	2.8%
Lanas	126 967	0.1%	0	0.0%
NO TRADICIONALES	158227 439	96.0%	202209 087	96.7%
Cereales	1898 906	1.2%	3964 451	1.9%
Frutas	124414 063	75.5%	157846 095	75.5%
Bananas o platanos frescos	39961 982	24.2%	44176 803	21.1%
limon(1)	3663 791	2.2%	3738 804	1.8%
mango (2)	64804 332	39.3%	69275 235	33.1%

Paltas	3381 786	2.1%	3941 664	1.9%
Resto de Frutas y otros (3)	12602 171	7.6%	36713 590	17.6%
Legumbres	21042 996	12.8%	26467 105	12.7%
Espárragos	965 965	0.6%	67 297	0.0%
Frijoles	8481 233	5.1%	12911 298	6.2%
Demás hortalizas y legumbres	10755 447	6.5%	13488 509	6.5%
Te, café, cacao y esencias	6591 908	4.0%	6874 499	3.3%
Productos Vegetales diversos	1828 519	1.1%	4697 894	2.2%
Resto de Productos Agrícolas	2451 047	1.5%	2321 333	1.1%
TOTAL EXPORTACIONES AGRICOLAS	164 888 855	100.0	209 107 761	100.0%

(1) Limón frescos o secos y cortezas

(2) Mangos y mangostones frescos, pulpa y puré

(3) Otros incluye Jugos, purés, pastas, jaleas, etc.

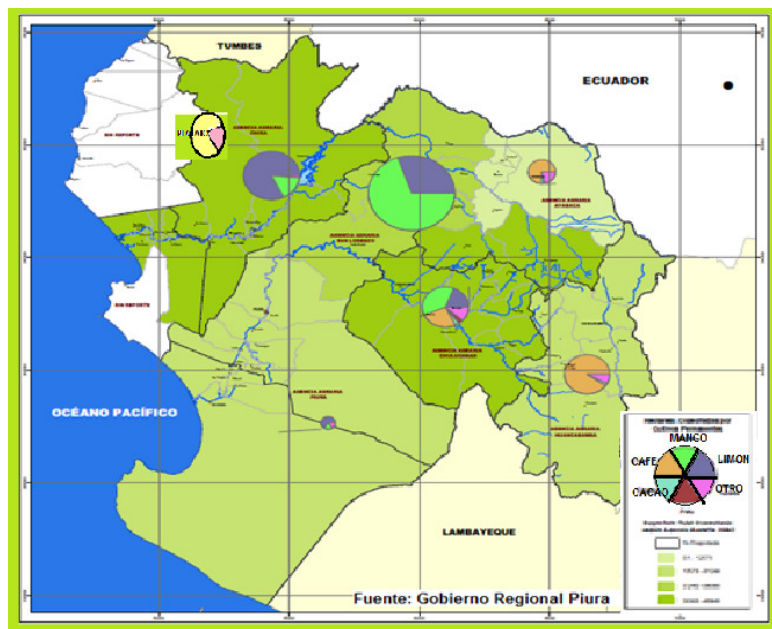
Fuente: Departamento de Estudios Económicos BCRP- Sede Regional Piura- Elaboración propia.

Los datos sustentan la importancia de los cultivos materia de la investigación, mango, plátano, café y limón. Si bien éste último es pequeña su participación en el total exportado; más se exporta como aceite esencial de limón, éste incluido en los productos manufactureros; fuera de ello el limón es un producto de bandera que tiene años de cultivo y mayormente practicada por pequeños agricultores, como también lo es el plátano, mango y café.

La mayor parte de la región es zona agrícola, excepto las provincias de Paita y Talara, la producción de los cultivos se encuentra en zonas específicas, señaladas por el círculo en pie en el mapa, como se aprecia en el gráfico 2.4.

En él se distinguen las principales agencias agrarias en las que se produce el mango y el limón (coloración verde y azul en el gráfico) en las agencias agrarias de Chulucanas, San Lorenzo y del Chira; el café corresponde a las agencias agrarias de Chulucanas, Ayabaca y Huancabamba (zona de sierra). Esto demuestra que los cultivos están focalizados en zonas geográficamente similares.

GRAFICO N° 2.4: MAPA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LA REGIÓN PIURA



La zonificación de los cultivos se debe a que cada uno de ellos requiere de condiciones edafo-climáticas específicas que a continuación remarcamos en la descripción de cada cultivo.

2.2.1 El Mango

El mango es un cultivo que se produce con mayor intensidad en el ámbito de la Costa del departamento de Piura, específicamente en el Valle de San Lorenzo y del Alto Piura. Aproximadamente existen 6000 has, distribuidas en 4000 parcelas, pertenecientes a 3700 productores, agrupados en la Asociación de Productores y Exportadores de Mango (APEM), quienes afirman que la producción genera más de un millón y medio de jornales directos al año y 12000 tn destinados al mercado nacional e internacional.

CUADRO N° 2.3: RESUMEN TÉCNICO DEL MANGO.	
Nombre Científico:	Mangifera indica L.
Origen:	India.
Familia:	Anacardiaceae.
Varietades Importantes:	Haden, Kent, Tommy Atkins, Criollo de Chulucanas, Carne

	de Ica, Subtanjalla, Chato de Ica, Rosado de Ica, Guadalupe N°1 y N° 2, Cambodiano.
Inicio de cosecha del cultivo:	Primera producción a los 5 años después del injerto.
Vida útil:	30- 40 años
Requerimiento de Suelo:	Franco Arenoso y Franco Arcilloso. Ph: 5 - 8. Tolerante a suelos pobres y sequía.
Departamentos Productores:	Piura, Lambayeque, Ica,
Países Productores:	México, Republica Dominicana, USA, Israel, Indonesia, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Sudáfrica.
Épocas de Siembra :	Todo el año. Los injertos se hacen entre Junio- Julio.
Época de Cosecha:	Noviembre a Febrero
Temperatura optima:	24 - 28 °C máxima y mínima de 15 a 22 °C
Época de floración	Abril-junio
Mercados demandantes:	USA, Ecuador, Canadá, Holanda, Unión Europea (Inglaterra, Alemania y Francia).

Fuente: AdexPeru (2006) Boletín informativo 001- Enero 2006 - Elaboración propia.

En el cuadro N°2.3, presenta el resumen técnico con información básica del mango, las variedades más conocidas en Piura son Haden, Kent y Tommy Atkins⁴⁸, en el cuadro también se incluyen las condiciones de siembra y producción. Es importante, *resaltar para propósito de la investigación la temperatura máxima (24-28 °C) y mínima (15-22 °C), que requiere la planta, el primero corresponde a la época de floración y el segundo para la maduración. También se rescata los meses de floración que comienza entre marzo y julio; la cosecha de noviembre a febrero.*

El requerimiento de agua es poco; en terrenos donde las disponibilidades de agua son abundantes, el árbol vegeta muy bien, pero no fructifica. Una vez que el árbol está enraizado aguanta muy bien la sequía; prospera con la cuarta parte del agua que necesita la planta y puede tolerar, según clases de tierra, hasta 400 miligramos de sal por litro de agua.

Es importante mencionar que **cuando el fruto está listo para ser cosechado, las precipitaciones pluviales no le favorecen al fruto, más bien las dañan principalmente si**

⁴⁸ Gerencia de Agro exportaciones Boletín Informativo No 001-Ene-2006
http://www.adexperu.org.pe/agro/boletin/BOLETIN%20MENSUAL%20ENERO_archivos/page0010.htm

es para exportación, porque el fruto adquiere manchas marrones que por muy pequeñas que sean son descartadas para el mercado internacional.

Esta fruta es más susceptible a las **temperaturas** frías y resiste los vientos, prospera muy bien en un clima donde las temperaturas sean en invierno ligeramente frío (temperatura mínima de 10°C); en primavera ligeramente cálida (temperatura mínima superior a 15°C); en verano y otoño cálidos, en general con ligeras variaciones de temperatura entre el día y la noche⁴⁹:

La temperatura mínima para conseguir la apertura de los capullos es de 15 a 22 °C. No obstante, estos problemas, se han intentado en ensayos para ver el efecto de las temperaturas y el manejo del riego en la inducción floral de este cultivo. Dichos ensayos muestran que temperaturas por debajo de 20° C son necesarias para la floración y no pueden ser reemplazadas por los efectos del estrés hídrico sobre la misma (Chaikiattiyos et al, 1994). Más bien para contrarrestar problemas de temperaturas muy bajas que afecten a la floración, se utiliza medios químicos (nitrato cristalizado de manera foliar), pero en la agricultura orgánica no debe practicarse.

Las Plagas y enfermedades más comunes que atacan al mango son los hongos que afectan tanto a la raíz, tallo, hojas y fruto, generando lesiones. **El desarrollo de estas plagas y enfermedades es favorecido por la temperatura alta y la humedad del ambiente**⁵⁰. Su tratamiento es con productos químicos en la mayoría de los agricultores, con excepción de los asociados al cultivo de mango orgánico.

La producción

La producción de mango se concentra en los valles costeros de la zona norte, siendo Piura la principal zona productora, produciendo del total nacional alrededor del 68%, cultivándose principalmente en los valles de San Lorenzo, Chulucanas y Tambogrande.

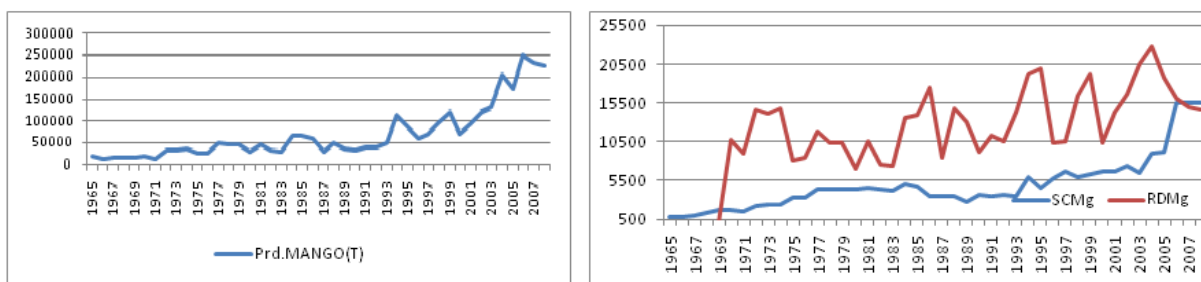
⁴⁹ Perú Rural- web: <http://www.piurarural.com/produccion/pagmango8.htm#inicio>- revisado 16/01/10

⁵⁰ Javier Javier (2005) "Manejo de enfermedades del mango en Piura" – Manual del Productor de Mango de Exportación N°04- Municipalidad Distrital de Tambogrande-la Casa del Agricultor.

Agrobanco (2007) determinó que la participación de la producción del mango de Piura es 78%, respecto del total nacional.

El **rendimiento** del cultivo del mango es muy fluctuante, principalmente en los últimos años. En fenómenos Niños extremo y eventos Niña, le afectan disminuyendo su producción como se observa en el gráfico adjunto. La producción de mango en los últimos años se ha incrementado, explicada en parte por el incremento de la superficie cosechada; pero siempre con recaídas en los años lluviosos (FEN) y en los últimos años la tendencia ha disminuido debido a eventos Niña.

GRÁFICO N°2.5: PRODUCCION SUPERFICIE COSECHADA Y RENDIMIENTO DEL MANGO 1965-2007



Fuente: Ministerio de Agricultura - Elaboración propia

Exportaciones

La mayor producción del mango es exportada a los principales mercados europeos y norteamericano. APEM, que es la asociación peruana de productores y exportadores de mango, canaliza la producción al exterior por medio de las empresas exportadoras socias descritas en el cuadro 2.7 y que resalta SUNSHINE EXPORT S.A.C.

La exportación del mango piurano, tiene su destino a Norte América en más del 40%, seguido de Japón 22,96%, y el resto de las exportaciones hacia países de Europa⁵¹. Siguen

⁵¹ Información de Mincetur, publicada por en la página de Gobierno Regional Piura

una tendencia ligeramente creciente tanto en volumen como en valor en los últimos años, a excepción del 2009, que hubo menor producción. En este año 2010, también las exportaciones disminuyeron debido a los precios muy bajos.

CUADRO N°2.8: EXPORTACIONES DE MANGO -PIURA 2005-2009		
AÑOS	VOLUMEN TN	VALOR MILES US\$
2005	57674	38110
2006	83390	59605
2007	82311	64410
2008	82701	64804
2009	65607	67519

FUENTE: BCRP-PIURA- Elaboración propia

2.2.2 El Limón

El cultivo de limón alude uno de los cultivos permanentes de mayor importancia en Piura, su producción se centra específicamente en el Valle de San Lorenzo con una superficie cultivada de 13,000 has aproximadamente distribuidas en 7,000 parcelas. La producción de las 90,000 toneladas de limón es destinada al mercado nacional e internacional, los productores se encuentran agrupados en Asociaciones, PROLIMON Y Limones Piuranos.

El limón también se produce en las localidades de Chulucanas, Tambogrande, Sullana y Piura (Cieneguillo). Tambogrande es el valle con mejores rendimientos en cuanto a calidad y cantidad, seguido por Cieneguillo, Sullana y Chulucanas; abasteciendo de esta manera a todo el mercado nacional a lo largo y ancho del país.

En el cuadro 2.9, de la información de requerimientos del cultivo, se resalta la temperatura óptima y el tiempo de floración del fruto entre 12-14°C. Además se observa que la producción es todo el año y no existen variedades del limón.

CUADRO N°2.9: RESUMEN TECNICO DEL LIMON	
Nombre científico	Citrus aurantifolia
Origen:	Piura-Perú

Familia	Rutaceae
Variedades importantes:	Sutil.
Período vegetativo	Noviembre – Junio
Época de siembra	todo el año
Época de cosecha	todo el año
Temperatura Optima de floración	12-14 °C (54-57 °F)
Humedad Relativa Optima	90-95%.
Tiempo de floración –fruto	03 meses
Tiempo de vida fruto	40 días
Temperatura de conservación	8 °C
Mercados para exportación	E.E.U.U., Ecuador, Chile, Bolivia, Colombia, Asia y Unión Europea.

Fuente: Limones Piuranos S.A.C.⁵² y otras consultas a especialistas.

En cuanto al **Clima y Suelo**, el limón es la especie de los cítricos **más sensible al frío**, ya que es la planta más tropical y presenta floración casi continua, los períodos de sequía seguidos de precipitaciones juegan un importante papel en la floración; este cítrico presenta una producción bastante aceptable en suelos pobres, pedregosos y poco profundos, aunque es muy sensible a la salinidad.

Las **plagas**⁵³ que afectan a la planta del limón son muy variadas y entre ellas destacan por ejemplo, el **Moho Verde** causado por *Penicillium digitatum*, **Moho Azul** que es causado por *Penicillium italicum*, **Alternaria** es causado por *Alternaria citri*. Existen **estrategias de Control de estas enfermedades** como son la manipulación cuidadosa durante la cosecha y operaciones posteriores para minimizar cortes, rasguños y magulladuras, tratamientos con fungicidas y/o agentes biológicos. Además de **mantener en rangos óptimos la temperatura y la humedad relativa**, y de excluir el etileno durante el transporte y almacenaje, del producto.

Producción

La producción del limón ha ido aumentando en las últimas décadas debido a la mayor superficie sembrada más que por mejoras en el rendimiento.

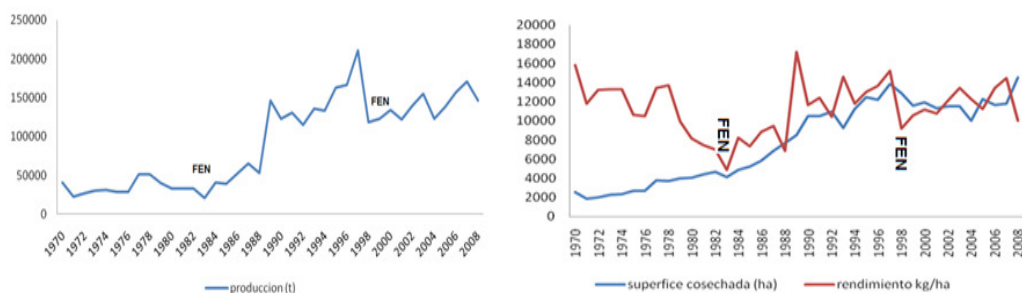
⁵² Limones Piuranos S.A.C. información obtenida de página web: http://www.limonespiuranos.com/limon_es.html. visitada el 22 febrero 2010.

⁵³ INFOAGRO.COM - El Portal líder en agricultura. Según pagina web: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Limon.shtml> visitada el día 9/01/10

Los datos históricos que nos brinda el Ministerio de agricultura se observa que el rendimiento es muy volátil, y los años con fenómeno de El niño son donde cae más el **rendimiento** y la **superficie cosechada** ha sido mayor en cada año.

La producción del limón en su data histórica desde el año 70 ha crecido; pero como a todos los productos los fenómenos climáticos extremos los afecta cada vez más, este es un producto que no es muy vulnerable a los cambios de clima, sobre todo a temperaturas altas ya que es de climas cálidos, pero lo que si las lluvias excesivas son perjudiciales para su producción como se puede constatar en el gráfico adjunto, en el año 1983, presencia del FEN muy fuerte la producción disminuyó considerablemente, lo mismo ocurrió en el año 1998, cayó a casi la mitad de su producción.

GRÁFICO N°2.8: PRODUCCIÓN – SUPERFICIE COSECHADA
LIMÓN 1970- 2008



Fuente: Ministerio de Agricultura - Elaboración propia

Exportaciones

Los limones de primera y segunda calidad son seleccionados para luego ser colocados al mercado nacional e internacional y el resto son para el mercado local y también para ser utilizados en las empresas fabricantes de jugos cítricos; para la exportación existe varias empresas dedicada a esta actividad, entre las que resalta Limones Piuranos que se encuentra ubicada en Cieneguillo, Sullana.

El destino de la exportación de los limones piuranos es Alemania, Dinamarca e Italia, se incrementan considerablemente en los últimos años, más a partir de 2006, donde el incremento en volumen exportados es más del doble y en valor casi 30 veces más (cuadro N° 2.11).

CUADRO N°2.11: EXPORTACIONES DE LIMON PIURA 2005-2009		
AÑOS	VOLUMEN TN	VALOR MILES US\$
2005	412	211
2006	578	2198
2007	777	1986
2008	1173	5184
2009	1070	5944

Fuente: BCRP-sucursal Piura.- Elaboración propia

2.2.3 El Café

El café es un cultivo que se produce en la parte media de la Sierra piurana, en las provincias de Morropón, Huancabamba y Ayabaca, entre los 900 y 1,500 m.s.n.m. La producción es a nivel familiar, en parcelas de 1.50 ha aproximadamente, pertenecientes a más de 1,500 productores, cuya producción procedente de aproximadamente 5,000 has es de 12,000 tn, siendo destinada al mercado nacional e internacional, previa certificación.

La franca cafetalera que tiene Piura se ubica como ya se mencionó en la sierra piurana distribuida en Huancabamba en los distritos de Canchaque, La laquis y San Miguel del Faique; en Morropón en Yamango y en la provincia de Ayabaca los distritos de Jililí Montero y Sicchez. Este cultivo se desarrolla en su mayoría bajo una agricultura orgánica – ecológica, direccionada por la ONG CEPICAFE⁵⁴ y Pidecafe.

A continuación se presenta el cuadro de la ficha técnica del café que resume los requerimientos de suelo y clima, y otras características de la planta y fruto.

CUADRO N°2.12: RESUMEN TECNICO DEL CAFÉ	
Nombre Científico:	<i>Coffea arabica</i>
Origen:	Zonas de Etiopíay Sudán, África.
Variedades Importantes:	En Perú solo se siembra cafés arábigos: Porte alto: Típica, Borbón, Mundo Novo Porte bajo: Catimor, Caturra y Pache
Requerimiento de Suelo:	Suelos profundos, francos y con pH de 5.5 a 6.5

⁵⁴ CEPICAFE; es una organización que tiene a cargo aproximadamente 6,000 a 7,000 ha con unos 3,000 productores asociados, de los cuales el 85% ya utilizan la técnica de generar productos orgánicos.

Departamentos Productores:	Piura, Lambayeque, Ica, Cajamarca.
Principales plagas :	<i>Leucoptera coffella</i> (minador de la hoja) <i>Hypothenemus hampei</i> (broca del café) <i>Coccus viridis</i> (queresa)
Épocas de Siembra :	En época de lluvia.
Época de Cosecha:	entre Marzo a Septiembre
Temperatura optima:	20°C a 26°C, se desarrolla entre 600 y 1600 msnm.
Principales enfermedades	Roya del café o roya amarilla (<i>Hemileia vastatrix</i>) Ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i> (Berk. & Curtis) Sacc) Mal de hilachas o araño (<i>Pellicularia koleroga</i> Cooke) Mancha de hierro (<i>Mycosphaerella coffeicola</i>) Antracnosis (<i>Colletotrichum coffeanum</i>)
Rendimiento	Promedio nacional : 535 Kg./h Promedio Potencial : 600 – 1200 Kg/Ha

Fuente: INIA- Elaboración propia

La **temperatura** media óptima para la producción del café se encuentra entre los 18 y 20°C, la luminosidad es de 150 horas sol / mes, *las lluvias deben ser de 1200 mm/ año* y la época seca debe ser máximo 2 meses.

La primera cosecha de un cafetal nuevo es entre 1,5 y 3 años, dependiendo de la variedad de café sembrado. Los rendimientos dependen principalmente de la edad del cafetal, de su manejo (abonamiento y sombrero) y de variedades del café.

Los agricultores van incorporando técnicas para contrarrestar los problemas ambientales. In situ comprobamos, en el caserío la Capilla, distrito del Faique, los cafetaleros están aprendiendo como utilizar herramientas adecuadas para la producción de este producto como es el riego tecnificado, la siembra bajo sombra, entre otras, para así mejorar el rendimiento y calidad del café⁵⁵.

La siembra bajo sombra consiste en sembrar al costado de una planta de café, un naranjo y otro árbol (falso roble, bastante alto) para que le dé sombra al café y así asegurar que éste dé productos de calidad, debido a que las temperaturas son mucho mayores.

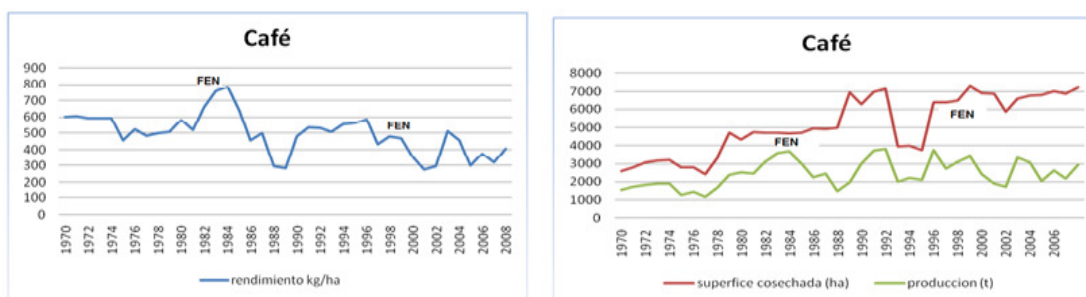
Producción

⁵⁵ El agricultor, Justo Teófilo Reyes Huamán es promotor ambiental del predio la Pampa, Asociación de Pequeños Productores Agropecuarios (APAGROPS), nos explicó en su parcela las prácticas de cultivo utilizando las nuevas técnicas para adaptarse al ambiente.

En cuanto a la **superficie cosechada** de café, tiene muchas fluctuaciones ya que la superficie sembrada es cada vez mayor; ahora cuenta con muchas más hectáreas cultivadas entre 1970 y 2008, como se observa en el cuadro adjunto con tendencia creciente y bajas en los años 1993-1995 y 2002-2003, este es un producto que requiere de lluvia y humedad para su cultivo por lo que solo se cultiva en la sierra piurana, donde en los meses de diciembre a mayo se intensifican las lluvias.

En el Perú se han obtenido producciones entre 25 y 35 qq por hectárea en cafetales ecológicos con 3300 cafetos, 125 lings de sombrío y aplicaciones de 2 Kg. de abono orgánico por cafeto.⁵⁶ En Piura la producción del café es de manera irregular pero como se observa en el gráfico N°2.10 las precipitaciones intensas, como en el fenómeno de El Niño no le afectan porque este producto es de clima húmedo, por eso en el año 83 y 98 que hubieron fenómenos fuertes su producción no disminuyó al contrario aumentó, caso contrario ocurrió entre los años 2003 y 2004 fueron años secos al igual en el año 1988 por lo que se puede observar una disminución de la producción. En conclusión a este producto el cambio climático le afectan si viene acompañado por sequías.

GRÁFICO N° 2.10: RENDIMIENTO SUPERFICIE COSECHADA Y PRODUCCIÓN CAFÉ- 1970-208



Fuente: Ministerio de Agricultura - Elaboración propia

En cuanto al **rendimiento** de kilogramos por hectárea podemos observar que ésta es cada vez menor, tiene una tendencia levemente decreciente, los agricultores manifiestan que el incremento de la temperatura y sequías desfavorecen el crecimiento y la floración adecuada del café.

⁵⁶ Raúl Figueroa Z.(1998) Guía para la caficultura ecológica.

Las principales asociaciones y empresas productoras de café son 8 de las cuales la más importante es la Asociación Central Piurana de Cafetaleros CEPICAFE (69.95 % de participación), organización de segundo nivel, se concentran en las provincias de Ayabaca, Morropón y Huancabamba, 15 distritos, los que destacan son Canchaque en Huancabamba y Montero en Ayabaca.

Exportaciones

El café es otro producto de exportación de Piura, vemos en el cuadro que también se ha incrementado en volumen y valor de las exportaciones en los últimos años.

CUADRO N°2.19: EXPORTACIONES DE CAFE - PIURA 2005-2009		
AÑOS	VOLUMEN TN	VALOR MILES US\$
2005	887	2206
2006	910	2198
2007	645	1986
2008	1912	5184
2009	1797	5944

Fuente: BCRP-Sucursal Piura.- Elaboración propia

2.2.4 El Plátano

El plátano es un producto que se viene cultivando durante mucho tiempo en Piura y también en otros departamentos del Perú; La producción de este producto se localiza en la zona oriental (71.5%) y norte del país (22%), pero el que más se exporta es el de la costa por su cercanía al océano Pacífico. En las regiones de Tumbes, Piura y Lambayeque, existen 3,414 hectáreas certificadas (80% concentradas en Piura), el Valle del Chira es considerado el área con mayor potencial agrícola del departamento de Piura.

CUADRO N° 2.19: RESUMEN TECNICO DEL BANANO ORGÁNICO.

Nombre científico	Musa acuminata, Musa balbisiana
Familia	Musaceae
Variedades	PREMIUM ORGANIC BANANAS CAVENDISH
Origen	Nativo del Sudeste asiático, región situada en la

	India y al este de la península de Malaya: Papúa, Nueva Guinea y Borneo, Filipina.
Suelo	Franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo limoso y franco limoso; con buen drenaje.
Departamentos productores del norte del país	Piura y Tumbes
Temperatura optima	26-35 °C, temperaturas inferiores a 15°C retarda el crecimiento.
Necesidad de riego	100 m ³ por semana
Enfermedades:	sigatoka amarilla (<i>Mychosphaerella musicola</i>), mancha cordana (<i>cordana musae</i>). ahongado del plátano o “punta de cigarro” .
Cosecha	Todo el año-se realiza de forma manual-con técnicas de cuidado de no dañar el fruto.

Fuente: Infoagro- INTA- elaboración propia.

El banano orgánico es un producto diferenciado que se dirige a un nicho específico de mercado como es la Unión Europea en especial Alemania y Holanda, también Estados Unidos y Japón. En el Perú, la producción para la exportación de este producto es una actividad reciente.

El **clima** ideal es el **tropical húmedo**. La temperatura adecuada va desde los 18,5°C a 35,5°C. A temperaturas inferiores de 15,5°C retarda el crecimiento. Con temperaturas de 40°C no se han observado efectos negativos siempre y cuando la provisión de agua sea normal.

La **pluviosidad** necesaria varía de 120 a 150 mm de lluvia mensual o precipitaciones de 44mm, semanales, es necesario realizar el riego porque tiene definido sus estaciones lluviosa y seca. Los requerimientos de agua están en el orden de 1.200-1.300 mm/año. El banano requiere de buena luminosidad y ausencia de vientos fuertes.

El **periodo de cosecha** del banano orgánico se realiza todo el año, pero la mayor producción se concentra en el mes de abril.⁵⁷

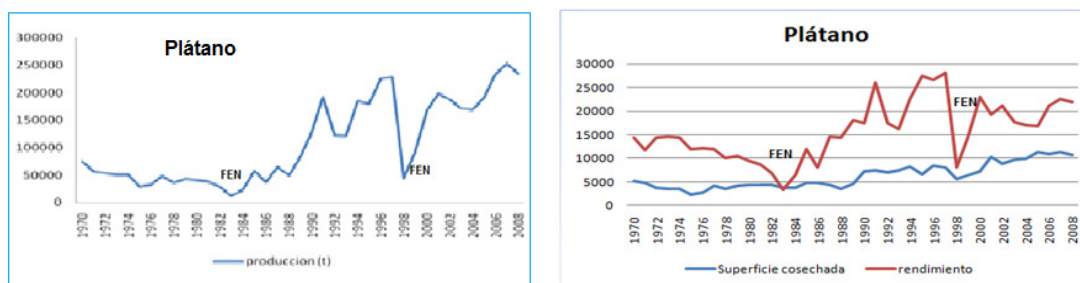
Producción

⁵⁷ Roldán, D., Salazar, M. & González, F. (2002). La Cadena de Banano en Colombia. Observatorio Agrocadenas Colombia-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Documento de Trabajo N° 17.

Considerando que el plátano requiere suelos húmedos y lugares con mucha luminosidad, se puede apreciar en el gráfico que el rendimiento de este producto, en los años 1983 y 1998 descendieron en su producción y rendimiento, años que hubo fenómeno de El Niño, donde arrasó con muchas parcelas, y malogró todos los sembríos. Después del fenómeno las tierras quedan muy fértiles dando así una superficie cosechada muy buena en los próximos años.

La producción del banano ha ido incrementándose en los últimos años (gráfico 2.12), sólo en casos extremos como en el año 1983 y 1998 donde el fenómeno de El niño destruye a las plantaciones, por lo que es necesario tomar medidas para mitigar esta situación.

GRÁFICO N° 2.12: PRODUCCIÓN –SUPERFICIE COSECHADA –RENDIMIENTO PLATANO 1970-2008



Fuente: Ministerio de Agricultura - Elaboración propia

Exportación

Durante los últimos años la exportación del plátano y banano orgánico ha tenido mucho éxito por la formación de importantes asociaciones productivas de banano orgánico. Donde destaca-entre otras-**REPEBAN CJ-PERU** Red de Pequeños Productores de Banano Orgánico Comercio Justo –Perú, organización de derecho privado sin fines de lucro, constituida por personas jurídicas y que desarrollan actividades de banano cultura orgánica.

Entre los años 2001 y 2007 el volumen exportado de banano orgánico peruano se incrementó considerablemente, la empresa que lidera es La Central Piurana de Asociaciones de Pequeños Productores de Banano Orgánico (CEPIBO), que reúne a 1,350 pequeños productores de Piura.

CUADRO N° 2.21: EXPORTACIONES DE PLATANO -PIURA 2005-2009			
AÑOS	VOLUMEN TN	VALOR MILES US\$	Tasa de crecimiento
2005	38046	15590	-
2006	47757	22492	44.3%
2007	53863	26281	16.8%
2008	66448	39962	52.1%
2009	68768	43779	9.6%

Fuente: BCRP-sucursal Piura.- Elaboración propia

Las cifras proporcionadas por el BCRP, sucursal Piura, confirman que las exportaciones de este fruto están aumentando sostenidamente, en promedio 16% por año, en el 2008 la tasa de crecimiento de las exportaciones superó el 20%.

CAPITULO III.- DETERMINACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA.

3.1. FACTORES QUE DETERMINAN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

La agricultura como se entiende desde las primeras funciones de producción especificadas (ecuación 1.1) dependen de los factores capital, trabajo sino también en buena cuenta de variables edáficas (condiciones de suelo) y climáticas (temperatura y precipitaciones pluviales,..); incluidas en los modelos de los enfoques descritos en el capítulo I, enfoque estructural (modelo función de producción) y enfoque espacial (modelo Ricardiano).

Los cultivos estudiados son permanentes y semipermanentes, descritos cada caso en el capítulo II, donde se remarcó que son cultivos muy focalizados geográficamente que no permitiría captar la variabilidad climática en diferentes zonas, conviene entonces en este estudio utilizar el enfoque estructural para relacionar el rendimiento de cada cultivo con las variables climáticas en base a la función de producción de la ecuación (1.5).

$$cultivo_{it} = f(m_{it}, x_{it}, z_{it}); \quad i = 1, \dots, N \text{ cultivos} \quad t = 1 \dots T$$

Para el caso se relaciona el rendimiento por ha de cada cultivo con las variables climáticas que son las temperaturas mínima y máxima para el periodo 1970-2009, según la disponibilidad de datos.

$$cultivo_t = f(m_t, x_t, z_t); \quad t = 1 \dots T \quad (3.1)$$

De la ecuación 3.1, la presente investigación toma en cuenta la incidencia de las variables climáticas (z_t), en el rendimiento de cultivos específicos a través del tiempo. Así como señala Sebastian y Rodriguez(1978) dado que se parte de una función de producción, esta relación se expresan en una forma funcional cuadrática tal como se especifica en el capítulo I ecuación 1.6.

$$Q_i = A + \alpha_1 Temp + \alpha_2 Temp^2 + \alpha_3 lluv + \alpha_4 lluv^2 \quad (1.6)$$

El interés en el presente trabajo es estimar el efecto del cambio climático en los cultivos propuestos. Como se presentó en las manifestaciones del cambio climático, las

variables pertinentes del CC son las temperaturas, los estudios realizados demuestran que aumentó la variabilidad de la temperatura, es decir estas oscilaciones de temperatura máxima y mínima han aumentado en el mundo y por consiguiente también en Piura, tal como lo manifiesta en sus reportes la oficina de Senamhi en Piura.

Otra variable importante es la precipitación pluvial, que también se intensifican por el cambio climático, descrito también en el capítulo primero. Y por último están los Eventos Niño y Niña que según las explicaciones vertidas en el primer capítulo estas serán más frecuentes y más intensas; cuyos efectos para la región Piura se preveen considerables por su ubicación geográfica.

Es necesario remarcar que estas variables climáticas afectan al rendimiento agrícola primero de manera positiva a niveles bajos, luego si pasan el umbral disminuyen su rendimiento, esto es explicado por las funciones de producción no lineales (ecuación 1.6)

En cuanto a las variables edáficas, que corresponden a calidad de suelo y manejo de riego, no son consideradas en el modelo, primero porque no son variables propiamente climáticas y segundo porque el tipo de cultivos propuestos están zonificados tal como se mostró en el capítulo II (mapa de la Fig. 2.3) lo que respalda el supuesto que el tipo de suelo y las condiciones de riego no varían considerablemente de una parcela a otra, además que existen fertilizantes y otras técnicas para suplir algunas deficiencias que existiera.

Tampoco se considera las características de los agricultores, porque es una información que se obtiene en datos de corte transversal y no como en este caso que son de series de tiempo.

En base a lo anterior y tomando en cuenta sólo consideraciones climáticas para cada cultivo se especificará el modelo a estimar en cada caso como se explica en el siguiente ítem.

3.2. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

Para tener en cuenta las variables a considerar en cada cultivo, en base a la

información del capítulo II, se resumen los requerimientos climáticos por producto en cuanto a época de floración y maduración, además de necesidad de agua que dependa de las precipitaciones.

Cuadro N° 3.1: RESUMEN DE REQUERIMIENTOS CLIMATICOS DE LOS CULTIVOS			
CULTIVO	Requerimiento Temperatura mínima (meses de floración)	Requerimiento Temp. máxima (meses maduración)	Precipitación
Mango	15-22 °C promedio de meses: abril-junio Mayo-julio	23-30 °C Promedio de meses Agosto-setiembre Octubre- diciembre	Perjudicial Enero a febrero Requerido Marzo abril
Limón	12-22 °C Promedio anual	25-30 °C Promedio anual	No le afecta si no son intensas como el FENO
Café	18-20 °C Promedio	26°C Meses abril - setiembre	Es importante mantener la humedad del suelo Precipitación Total enero a mayo 1200 mm
Plátano	Promedio anual 18,5 °C < a 15,5 °C retarda su crecimiento	35,5 °C >40 °C No le afecta	120 a 150 mm. mensual(44mm sem) Requieren agua 1.200-1300 mm/año

Fuente: Elaboración propia.

La especificación de cada cultivo es:

$$Rdc_t^i = \alpha_0 + \alpha_1 Tmin_t + \alpha_2 Tmin_t^2 + \alpha_3 Tmax_t + \alpha_4 Tmax_t^2 + \alpha_5 Pplv_t + \alpha_6 Ev_t + \mu_t \quad (3.3)$$

Donde:

Rdc_t^i = rendimiento por hectarea de cultivo i , en el periodo t

$Tmin_t$ = Promedio de Temperatura mínima en el periodo t

$Tmax_t$ = Promedio de Temperatura máxima en el periodo t

$Pplv_t$ = Total precipitacion pluvial en el periodo t

Ev_t = Indicadores ENSO:

$Evño_t$ = evento Niño (variable dummy; 0 = no evento Niño y 1 = si evento Niño)

$Evña_t$ = evento Niña (variable dummy; 0 = no evento Niña y 1 = si evento Niña)

μ_t = Término de error en el periodo t

El periodo de análisis abarca 1970-2009, datos de series de tiempo anuales, se tienen datos del rendimiento por hectárea de cada cultivo (tn/ha), proporcionados principalmente por el Ministerio de Agricultura, por el lado de las variables climáticas tenemos las temperaturas mínimas y máximas mensuales de cada año (°C), las precipitaciones pluviales (mm) obtenidas del Ministerio de Agricultura, Estación de Servicios de Meteorología de Miraflores- UNP, BCRP-Piura, Gobierno Regional y la página web del Senamhi.

Es necesario enfatizar que para estas variables se toman los promedios de los meses pertinentes que el cultivo requiere para el caso del mango y para los otros cultivos limón y plátano no estacional se utiliza el promedio anual; al igual que el café que el periodo de floración y producción es amplio.

Para considerar los eventos extremos se utiliza la información del cuadro 1.1 y gráfico 1.3 para designar los eventos Niño y Niña respectivamente. Estas variables dummy toman el valor de 1 si el evento se produce y 0 cuando no se produce.

Para el caso del café y del plátano no es posible considerar el periodo desde 1970, porque no se dispone de de datos de estas variables climáticas de años anteriores a 1987, esto debido a que como es el caso del café se produce en los distritos de las provincias de Huancabamba y Ayabaca, y en estos lugares los centros meteorológicos no están en funcionamiento o no cuentan con información de esos periodos. Sucede lo mismo con el caso del plátano, la estación que más información tiene es Mallares porque no hay data más amplia en otros centros meteorológicos de la zona.

Las especificaciones por cada cultivo:

Para el mango:

Las temperaturas mínimas relevantes son las correspondientes al promedio de los meses pertinentes de floración de abril a junio. Y la temperatura máxima relevantes son las correspondientes al promedio de los meses de setiembre a noviembre, que corresponde al periodo de maduración.

$$RdMg_t = \alpha_0 + \alpha_1 TminAJn_t + \alpha_2 TminmAJn_t^2 + \alpha_3 TmaxSN_t + \alpha_4 TmaXSN_t^2 + \alpha_5 Plv_t + \alpha_6 Evño_t + \mu_t \quad (3.4)$$

Se espera α_1 sea positivo, decir a menor temperatura menor rendimiento, α_2 sea negativo, α_3 sea positivo, porque mayor temperatura en los meses indicados acelera la maduración aumentando la producción en el año; α_4 sea negativo, α_5 sea negativo, porque la precipitación pluvial en el año (enero y febrero) daña la producción por la aparición de manchas en el fruto.

Para el limón:

$$RdLm_t = \alpha_0 + \alpha_1 PTmin_t + \alpha_2 PTmin_t^2 + \alpha_3 PTmax_t + \alpha_4 PTmax_t^2 + \alpha_5 Pplv_t + \alpha_6 Ev_t + \mu_t \quad (3.5)$$

Donde $RdLm_t$ nos indica que es el rendimiento del limón. Se espera que α_1 y α_3 sean positivos, si están en los rangos indicados en el cuadro resumen, de lo contrario serán negativos. Se espera que α_2 sea negativo, α_4 sea negativo, α_5 sea negativo porque la humedad daña al producto.

Para el Café:

$$RdCF_t = \alpha_0 + \alpha_1 Tmin_t + \alpha_2 Tmin_t^2 + \alpha_3 PTmax_t + \alpha_4 PTmax_t^2 + \alpha_5 Pplv_t + \alpha_6 Ev_t + \alpha_7 Sq + \mu_t \quad (3.6)$$

Donde $RdCF_t$, es el rendimiento del café en el periodo t, se espera que α_1 sea positivo, lo mismo ocurre con α_3 , se espera que α_2 sea negativo, α_4 sea negativo y α_5 se espera que sea positivo. Las precipitaciones pluviales son positivas hasta un nivel de 1200 mm si supera ese límite se tornan negativas. Los eventos Niño no son perjudiciales, aunque muchas lluvias disminuye la fertilidad del suelo por arrastrar las avenidas los nutrientes, pero mantienen la humedad del suelo requerida por la planta; pero más perjudiciales son las sequias (sq) porque se pierde la humedad, significa entonces α_7 , debe ser negativo.

Para el plátano:

$$Rdc_t = \alpha_0 + \alpha_1 PTmin_t + \alpha_2 Tmin_t^2 + \alpha_3 PTmax_t + \alpha_4 PTmaX_t^2 + \alpha_5 Plv_t + \alpha_6 Plv_t^2 + \alpha_7 Ev_t + \mu_t$$

(3.7)

Se espera que α_1 sea negativo, temperaturas bajas no le favorece, lo opuesto ocurre con α_3 temperaturas mayores es recomendable por ser un producto de zona tropical, α_2 y α_4 es opuesto a sus similares α_1 y α_2 respectivamente. α_5 se espera que sea positivo porque la humedad le favorece al plátano, más no los ENSO.

3.4 Metodología

La metodología a seguir, será estimar para cada cultivo el rendimiento en función de las variables climáticas; primero por separado la temperatura mínima y luego por la temperatura máxima, para comparar el efecto individual de cada variable. Seguidamente la estimación conjunta de las variables temperatura máxima y mínima, para completar se agrega las precipitaciones pluviales y al final se incluye los eventos extremos fenómeno del niño (FENO) y de la Niña (FENA) e incluso sequía en el caso del café.

Seguir esta secuencia de estimaciones permitirá ver el efecto de cada variable en el modelo y al final comparar cada uno y elegir el mejor modelo según los criterios estadísticos y econométricos.

3.3 Correlación de las variables y Test de Cointegración

En el Anexo 2 están calculadas las matrices correlaciones de las variables que se incluyen en los modelos de cada uno de los cultivos, como podrá concluirse del análisis de estas matrices hay una alta y casi perfecta correlación entre las variables y los cuadrados de ellas mismas, lo que al momento de incorporarlas en los modelos da lugar al así llamado problema de multicolinealidad que ocasiona no significancia individual de los parámetros aunque siempre hay significancia conjunta. Por otro lado, aun en la presencia de alta colinealidad esta no altera los signos esperados de los coeficientes y por lo tanto el efecto de las variables que medirían el cambio climático puede todavía analizarse.

Se ha realizado el test de cointegración de Johansen para evaluar la cointegración de las variables que se incluyen en los modelos de cada uno de los cultivos para evitar el riesgo de regresión espuria, como puede apreciarse en el Anexo Estadístico 3 las variables incluidas

en cada modelo de cada cultivo cointegran y muchas veces tienen más de un vector de cointegración (dos vectores cointegrantes), lo que indica que hay una relación estable de largo plazo entre ellas por lo que las estimaciones presentadas son pertinentes, y la evaluación realizada de las estimaciones son válidas y pueden utilizarse para pronosticar. Solo en el Test de cointegración para el modelo del mango hay contradicción entre los resultados que arroja el estadístico de la traza, que indica 2 ecuaciones cointegrantes, y el estadístico del valor propio máximo, que indica que no hay cointegración, por lo que en tal caso la recomendación a seguir es examinar el vector cointegrante estimado y basarse en la elección sobre la interpretación de las relaciones cointegrantes.

Por otro lado, se realizó las pruebas de raíz unitaria correspondiente para cada una de las variables y casi la totalidad son estacionarias según el test de Dickey Fuller aumentado y muy pocas integradas de orden uno. Como puede observarse en el Anexo 4 para cada una de las variables y para cada uno de los cultivos se ha evaluado el orden de integración. En algunos casos los test de raíz unitaria individual muestran que algunas de las series son integradas, pero el test de cointegración indica que la matriz pertinente tiene rango completo, esta aparente contradicción puede deberse al tamaño de la muestra pequeño.

3.4 ESTIMACION POR CULTIVO

Ahora se describe los resultados de las estimaciones de cada cultivo con sus correspondientes variables climáticas, especificadas en los modelos correspondientes y siguiendo el mismo orden de desarrollo desde el principio.

El mango:

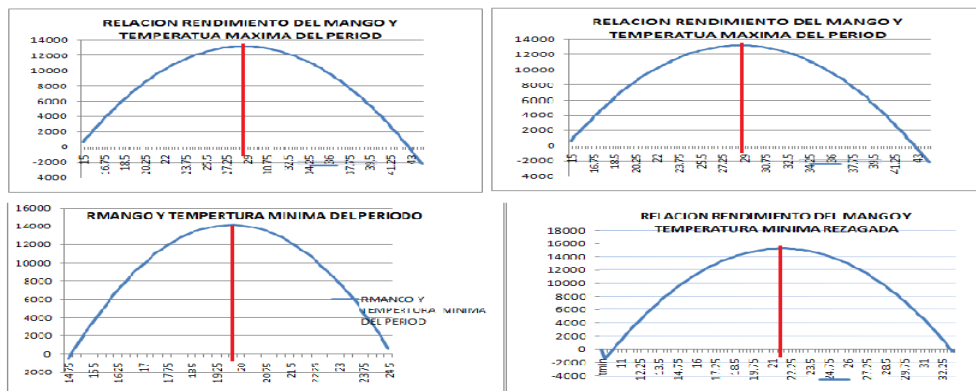
En principio se realiza 2 estimaciones que se muestra para relacionar sólo variables de temperatura mínima y máxima de los meses pertinentes a floración (abril – junio) y maduración (agosto-setiembre), que corresponden a periodos corrientes y a periodos rezagados.

El Cuadro N°3.2 se resume 6 estimaciones, las dos primeras para las temperaturas mínimas y máximas, los resultados son los esperados, a mayor temperatura mínima mayor

es el rendimiento del mango y a más alta temperatura máxima menor es el rendimiento del mango. Con respecto a las mismas variables al cuadrado, el signo es el esperado a medida que aumenta la temperatura mínima, la disminución en el rendimiento es cada vez menor; por otro lado, a medida que aumenta la temperatura máxima la caída en el rendimiento es cada vez mayor. De los dos modelos, el que mejor explica el rendimiento del mango es el que toma en cuenta la temperatura mínima, pues el valor de AKAIKE (AK) es de 19.80047 menor que todos los otros modelos y el valor de Schwarz (SCH) es de 19.92335, menor. Ambos criterios de selección indican que la temperatura mínima es la que mejor explica el rendimiento del mango, también los t estadísticos de sus coeficientes son altos, reforzando el resultado.

En base a estas 2 primeras estimaciones, se realizan los gráficos para ver el óptimo de temperatura que requiere el cultivo.

GRAFICO N° 3.1: Temperatura máxima y mínima óptima para el mango.



Fuente: elaboración propia

Los valores óptimos de temperatura mínima y máxima que requiere el mango, en base a las 2 primeras estimaciones.

$$\frac{\partial R_{dmg}}{\partial T_{minAj}} = \alpha_1 + 2 \alpha_2 T_{minAj} = 0 \implies 23490.38 + 2 * (-595.6913) PT_{minm} = 0$$

$$\frac{\partial R_{dmg}}{\partial T_{minAj}} = \alpha_1 + 2 \alpha_2 T_{maxAS} = 0 \implies -20638.27 + 2 * 320.3526 T_{máxAS} = 0$$

De lo anterior resulta que la temperatura mínima óptima para el mango es 19.71 del periodo y 21.09 de temperatura mínima rezagada. En las temperaturas máximas óptima es 32.21 para el periodo y 30.21 del periodo rezagado, lo que se aprecia en el gráfico, utilizando

la misma estimación en cada caso.

Luego se agrega las otras variables que influyen en el cambio climático, lluvia, fenómeno de El Niño y la Niña. Se va incluyendo cada variable y se selecciona las variables que tienen mayor importancia y significancia, en resumen las estimaciones se muestran en el cuadro N° 3.2.

Cuadro N°3.2: RESULTADO DE ESTIMACIONES PARA EL MANGO

Variables	Estimación 01	Estimación 02	Estimación 03	Estimación 04	Estimación 05	Estimación 06
Constante	-21413.8 (-1.5746)	-342144.7 (0.531150)	6838.861 (0.012024)	-624587.1 (-1.60627)	665910.0 (1.921967)	710219.9 (2.165583)
$TminAJ_t$	23490.38 (4.099827)		2233.0 (3.75039)*	4886.164 (0.965692)		
$TminAJ_t^2$	-595.6913 (-4.00452)		-565.6159 (-3.660401)*	-139.7529 (-1.080483)		
$TminAJ_{t-1}$					868.8167 (0.19268)	-132.0364 (-0.030780)
$TminAJ_{t-1}^2$					-2.54987 (-0.022047)	25.50266 (0.231186)
$TmaxAS_t$		-20638.27 (-0.479740)	-1.3442.41 (-0.35588)	39347.66 (1.524167)		
$TmaxAS^2$		320.3526 (0.446147)	210.6112 (0.33820)	-649.5158 (-1.514048)		
$TmaxAS_{t-1}$					-44381.46 (-1.92341)**	-46602.50 (-2.132990)*
$TmaxAS_{t-1}^2$					735.4586 (1.91357)**	771.9392 (2.122495)*
Plv_t				0.697771 (0.575831)		
$Evño_t$				1379.822 (0.953347)		-998.0556 (-0.741175)
$Evña_t$				-244.1950 (-0.100209)		
$Evña_{t-1}$						-4242.232 (-1.928061)
R^2	0.3126	0.05351	0.32987	0.598239	0.627778	0.661213
R^2 Ajsutado			0.25933	0.503707	0.577477	0.593455
AK	19.80047	20.12039	19.86812	19.54256	19.32666	19.32556
SCH	19.92335	20.24326	20.07291	19.91118	19.57241	19.65323
H-Q			19.94364	19.67849	19.41728	19.44639

En paréntesis el valor del estimador estadístico t.

*significativo al 5% .

**significativo al 10%.

En la tercera estimación, resalta que las temperaturas mínimas son más significativas, (5% de significancia), ahí se ve la importancia de la temperatura mínima para este cultivo. En la cuarta estimación se agrega además de las temperaturas, los eventos extremos y la lluvia,

se ve que cada variable no es significativa; aunque si ayudan a explicar el modelo en su conjunto.

Al incorporar las demás variables climáticas al modelo 4, resulta, tal como se observa en la cuarta estimación, donde en conjunto el ajuste es el mejor, el R^2 de 66.12%; de nuevo el modelo tiene un buen ajuste en conjunto aunque la significancia individual se ve afectada por el problema de multicolinealidad, el evento niña tiene el signo correcto y es significativo al 10%.

En razón a que este cultivo es más complejo, porque la campaña de producción comprende dos años y los datos de producción disponibles son anuales, en el quinto y sexto modelo se trata de incorporar este hecho por lo que se estima con las variables rezagadas, y el resultado muestra que la temperatura mínima del año anterior es menos significativa que del año corriente, y más bien cobra significancia la temperatura máxima del año anterior. En conjunto el modelo tiene un mejor ajuste aunque la significancia individual se ve afectada por el problema de multicolinealidad que se genera al especificar el modelo cuadrático de las mismas variables para sustentar la función de producción.

El mejor modelo desde el punto de vista de AK es el modelo N°6; pero a pesar de que el $AK=19.32556$ del modelo 6 es menor que el $AK= 19.32666$ del modelo 5, se debe tener en cuenta lo que indica el criterio de Schwarz, pues el $SCH=19.57241$ del modelo 5 es menor al $SCH= 19.65323$ del modelo 6, por lo que dado que el Schwarz es un criterio de selección más robusto seleccionaríamos como mejor modelo, el modelo 5, lo mismo indica el criterio de Hannan Quinn (H-Q).

En conclusión, de acuerdo a los resultados de las estimaciones, podemos afirmar que las variables de temperatura si afectan el rendimiento del mango. A medida que aumenta la temperatura mínima el rendimiento del mango aumenta, estos aumentos en el rendimiento del mango ante aumentos en la temperatura mínima son cada vez menores e incluso llevarían a una disminución en el rendimiento si los aumentos en la temperatura mínima sobrepasan el umbral u optimo correspondiente. Lo mismo podemos señalar con respecto a la temperatura máxima. Los eventos Niños y Niña son perjudiciales para el rendimiento del mango.

El limón

Se consideran las temperaturas mínimas y máximas promedio anual, por ser un cultivo que todo el año produce y las variables climáticas inciden en el mismo año de producción.

La secuencia de las estimaciones son las mismas que en el caso del mango; con la diferencia que este cultivo es permanente, y sus variables climáticas corresponden al promedio del periodo de producción. Primero relacionamos las variables de las temperaturas mínimas y máximas por separado, luego la estimación conjunta de ambas temperaturas y además el evento Niño y la precipitación pluvial.

En el Cuadro N°3.3 se reporta las estimaciones para el cultivo del limón. Las primeras estimaciones, se realizan para las temperaturas mínimas y máxima por separado. Se observa que la temperatura mínima no tiene impacto sobre el rendimiento del limón observando la significancia de sus parámetros. La temperatura máxima si tienen importancia sobre el rendimiento del limón pues hay un alto ajuste global aunque no hay significancia individual, esto último es debido al problema de multicolinealidad.

Cuadro N°3.3: RESULTADO DE ESTIMACIONES PARA EL LIMON

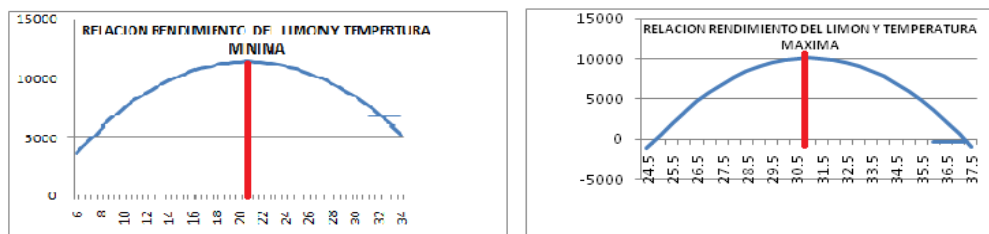
Variables	Estimación 01	Estimación 02	Estimación 03	Estimación 04	Estimación 05
<i>Constante</i>	-3756.838 (-0.037269)	-243982.6 (-0.384261)	-1361008. -1.438168	-1309841.0 (-1.46936)	-1477295. -1.625384
$Tmin_t$	1465.721 (0.140604)		13727.10 1.549415	10080.70 (1.194755)	10254.26 1.186291
$Tmin_t^2$	-35.28512 (-0.131228)		-318.0663 -1.336509	-212.1587 (-0.933283)	-216.9674 -0.931638
$Tmax_t$		16375.95 (0.402275)	81197.45 1.319439	80085.46 (1.378794)	90888.29 1.536062
$Tmax_t^2$		-263.8484 (-0.404485)	-1343.287 -1.355157	-1328.453 (-1.419567)	-1503.823 -1.577611
Plv_{t-1}				2.258387 (1.742857)**	
$Evño_t$				-4410.041 (-2.183374)*	-4481.953 -2.166265*
R ²	0.037078	0.545884	0.403422	0.502473	0.464691
R ajustado	-0.043166	0.514202	0.346605	0.427844	0.399409
AK	18.82228	19.14245	19.45786	19.36141	19.39205
SCH	18.99117	19.29991	19.65468	19.63696	19.62824
H-Q			19.53193	19.46510	19.48093

(*) Estimadores significativos estadísticamente al 5 %

(**) Estimadores significativos estadísticamente al 10%

En base a las dos primeras estimaciones se procede hacer los gráficos y los cálculos para ver la temperatura óptima.

GRAFICO N° 3.2: Temperatura máxima y mínima óptima para el limón.



Fuente: elaboración propia

$$\frac{\partial RdLm}{\partial PTmin} = \alpha_1 + \alpha_2 PTmin = 0 \quad 1465.721 - 2*(35.28512) PTmin = 0$$

$$\frac{\partial RdLm}{\partial PTmax} = \alpha_1 + \alpha_2 PTmax = 0 \quad 16375.95 + 2*(-263.8484) PTmax = 0$$

Resulta que el requerimiento óptimo de la temperatura mínima para este cultivo es 20,76°C y en el caso de la temperatura máxima es 31,03°C, resultados muy aproximados a la teoría resaltada en el cuadro resumen 3.1, quiere decir que a grados mayores de temperatura mínima y/o máxima, el rendimiento del limón disminuye,

La tercera estimación combina las dos variables de temperatura mínima y máxima y además las precipitaciones pluviales y el evento niño, muestra que el ajuste de la estimación es adecuado y los coeficientes de los estimadores mejoran y son significativos el de la lluvia y el evento Niño, el primero le afecta positivamente, pero el fenómeno del niño es perjudicial. Es decir el rendimiento del limón se ve favorecido si en el periodo previo llovió pero se perjudica

con mucha precipitación, como sería ante un Fenómeno del Niño.

Dentro de los criterios de selección de modelos tenemos los criterios de Hannan Quinn (H-Q), AK y SCH, seleccionamos la estimación N°4 como el mejor; si se tomara en cuenta sólo AK y SCH deberíamos seleccionar la estimación 5. En la estimación N°4 tanto AK y H-Q indican que esta estimación es mejor que las otras, mientras que SCH indica que la mejor estimación es la N°5.

El café

El modelo general para el café es considerado en la ecuación 3.6 descrita anteriormente, se sigue la metodología de los cultivos anteriores, primero se estima para las temperaturas mínimas y máximas por separado para obtener los óptimos de estas variables y luego se precede a estimar el modelo completo.

El café es un cultivo que produce en la sierra de Piura, en las provincias de Ayabaca y Huancabamba en los distritos señalados en el capítulo 2 (La Laquiz Jilili, Canchaque, etc.). En los distritos que se siembra el café no existen estación de meteorología que aporten una data continua de variables climáticas, razón por el cual se utiliza los datos proporcionados por las estaciones de las capitales de provincias, que no son las mismas que las zonas de cultivo, éstas variables climáticas están colgados en la página web del Senamhi, por día, siendo una ardua tarea obtener el promedio mensual y luego anual.

Después de estimar cada modelo en base a la data disponible de cada provincia, al final se elige la que más explica el modelo; tal como se resume en el cuadro 3.4 siguiente.

Cuadro N° 3.4 RESUMEN DE ESTIMACIONES DEL CULTIVO DEL CAFÉ				
Variables	Estimación 01	Estimación 02	Estimación 03 Huancabamba(1)	Estimación 04 Ayabaca(2)
<i>Constante</i>	16852.85 (1.081558)	-5442.17 (-1.1184485)	-76856.54 (-1.122694)	662.7130 (7.551269)*
$Tmin_t$	-2504.000 (-1.058738)		52.28082 (0.020053)	-563.5030 (-1.014033)
$Tmin_t^2$	95.40918 (1.063760)		-2.080841 (-0.021030)	25.84560 (0.921576)

$Tmax_t$		4429.804 (1.098192)	6304.043 (1.278564)	179.7712 (0.688413)
$Tmax_t^2$		-89.32953 (-1.068951)	-128.6018 (-1.258103)	-0.787837 (-0.112042)
Plv_t			-0.954613 (-1.542683)	-0.325018 (-0.568817)
Plv_t^2			0.000850 (1.457604)	0.000130 (0.557845)
Sq_t (a)			-38.99744 (-0.551907)	41.71485 (0.538198)
R^2	0.055363	0.290443	0.409936	0.581182
R^2 ajustado	-0.039100	0.219488	0.134572	0.385734
AK	12.43392	12.14776	12.39814	12.05534
SCH	12.58203	12.29587	12.79309	12.45030
H-Q	12.47117	12.18501	12.49747	12.15467

(**) Son estimadores estadísticamente significativos.

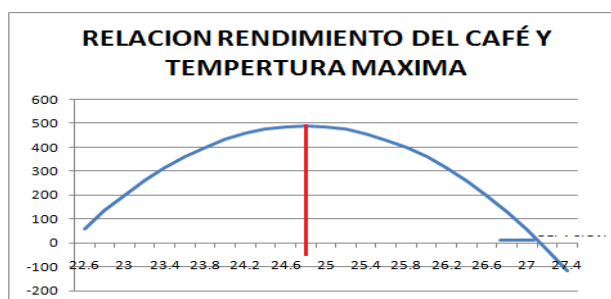
(a) Sq_t , es la variable sequía, año 1988, 2003 y 2004.

(1) Los datos climáticos son de la estación meteorológica de la provincia de Huancabamba

(2) Los datos climáticos son de la estación meteorológica de la provincia de Ayabaca

Las primeras estimaciones son para obtener la relación del cultivo con cada temperatura, y se ve que la temperatura mínima es menos relevante que la máxima, esta última al graficarla muestra que la temperatura óptima requerida es superior a 24.6 °C

GRAFICO N° 3.3: Temperatura máxima óptima para el café.



Fuente: elaboración propia

$$\frac{\partial Rdcf}{\partial PTmin_t} = \alpha_1 + \alpha_2 PTmin = 0$$

$$-2504.000 + 2*(95.40918) PTmin = 0$$

$$\frac{\partial Rdcf}{\partial PTmax_t} = \alpha_1 + \alpha_2 PTmax = 0$$

$$4429.8004 + 2*(-89.32953) PTmax = 0$$

Desarrollando los resultados de dos primeras estimaciones, se obtiene que la temperatura mínima óptima para el café es 13.26 °C, y la temperatura máxima óptima es 24.79 °C que difiere con la teoría que es 18-20 °C en la mínima y 26 en la máxima.

En las estimaciones 03 y 04, se incorporan ambas temperaturas, además de las precipitaciones pluviales y la sequía, distinguiendo entre las dos la información de la estación de Ayabaca y de Huancabamba, zonas donde se cultiva el café.

Los resultados permiten ver que la estimación 04, es mejor que la 03, tanto por el ajuste global como siguiendo los criterios de selección de variables, tanto AK, SCH y H-Q indican que la estimación 04 es la mejor, aunque la significancia de las variables, se ve afectada por la multicolinealidad. El signo de las variables de las temperaturas y la sequía son las esperadas; aunque en el caso de la lluvia debiera ser positivo el coeficiente de plv (precipitación pluvial no cuadrática); sin embargo la explicación que se podría ser es que se requiere de suficientes cantidades de lluvia para mejorar la producción, explicada esto por el signo positivo de la variable al cuadrado.

El plátano

El plátano es un cultivo no estacional, es decir da todo el año, el tiempo de floración a obtener el fruto es de seis meses, por tanto se estima el modelo con datos promedios anuales con rezago de un periodo (con variables del mismo periodo los resultados son inferiores en todo sentido). En el cuadro 3.5, se resumen las estimaciones, siguiendo el proceso de los casos anteriores.

Cuadro N° 3.5: RESUMEN DE ESTIMACIONES DEL CULTIVO DEL PLATANO

Variables	Estimación 01	Estimación 02	Estimación 03	Estimación 04	Estimación 05
<i>Constante</i>	-2364.1 (-2.087386)*	-57357.85 (-0.146985)	289832.0 (0.869632)	170011.8 (0.411994)	321731.0 (0.842013)
$Tmin_{t-1}$	29069.58 (2.376386)*		20609.12 (0.824079)	5667.602 (0.186573)	19936.23 (0.767006)
$Tmin_{t-1}^2$	-816.2455 (-2.477957)*		-652.1077 (-1.021194)	-260.2566 (-0.330352)	-630.9875 (-0.946240)
$Tmax_{t-1}$		4861.524 (0.177254)	-332348.37 (-0.985829)	-14749.09 (-0.382994)	-34216.06 (-0.972350)

$Tmax_{t-1}^2$		-76.82552 (-0.160918)	598.6307 (1.076554)	305.3870 (0.468703)	631.0232 (1.056237)
f_{eno}					-822.4937 (-0.189805)
f_{ena}					
p_{mll}				-10.38356 (-0.870728)	
p_{mll}^2				0.004413 (0.595054)	
R^2	0.299141	0.021365	0.480876	0.518092	0.482043
Adjustment R^2	0.225367	0.081650	0.358730	0.322529	0.320181
AK	20.05669	20.39054	19.93834	20.04577	20.02700
SCH	20.20546	20.53932	20.18630	20.39292	20.32456
H-Q	20.09173	20.42559	19.99675	20.12755	20.09709

(*) Estimadores estadísticamente significativos al 5% de significancia

Con las primeras dos estimaciones obtenemos las temperaturas óptimas para este cultivo:

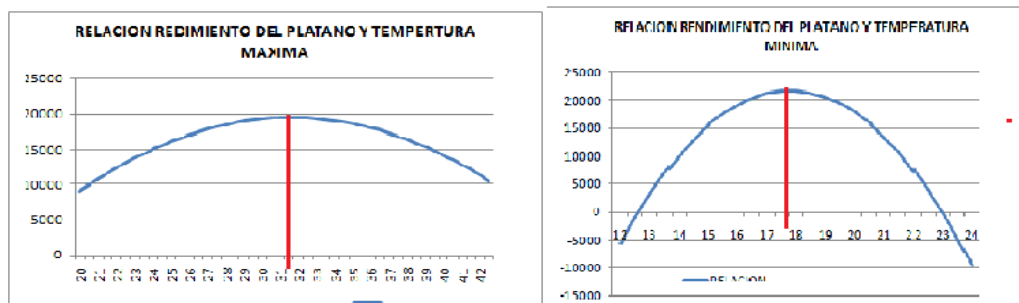
$$\frac{\partial Rdpl}{\partial PTmin_t} = \alpha_1 + \alpha_2 PTmin = 0 \quad -29069.58 + 2*(-816.2455) PTmin = 0$$

$$\frac{\partial Rdpl}{\partial PTmin_t} = \alpha_1 + \alpha_2 PTmax = 0 \quad 4861.52 + 2*(-76.82552) PTmax = 0$$

El resultado para la temperatura mínima es 17,8°C y para la temperatura máxima es de 31,64°C. También difiere con la teoría que plantea 18.5 °C y 35°C.

En las estimaciones para el caso del plátano se observa que en el primer modelo el ajuste es de 29.91% y los estimadores de los coeficientes de temperatura mínima son significativos al 5% y positivo es decir a mayor temperatura mayor es el rendimiento; a diferencia de la segunda estimación que toman en cuenta la temperatura máxima, tanto el R^2 y la significancia de los estimadores es menor, los criterios de selección de modelos indicaría, hasta aquí, que la estimación 1 es mejor que la estimación 2. Esto nos indica que la temperatura mínima es relevante para este cultivo y como se observa en el gráfico esta temperatura mínima en el óptimo debe de ser 17.8°C. En la temperatura máxima es de 31.65°C.

GRAFICO N° 3.4: Temperatura máxima y mínima óptima para el plátano.



Elaboración propia.

En la estimación 03, se unen las dos temperaturas mínima y máxima, mejora el ajuste global pero no la significancia de los coeficientes, esto debido fundamentalmente a la presencia de multicolinealidad debido a la inclusión de las variables y sus cuadrados; los criterios de modelos comparando las estimaciones 1,2 y 3 indicarían la selección de la estimación 3 como el mejor modelo. Al agregar las otras variables precipitación pluvial y fenómeno del Niño, si bien mejora el R^2 ajustado, los criterios de selección de modelos siguen indicando que el modelo 3 es el mejor, además los coeficientes de los estimadores son no significativos, por último el signo de la variable más importante, temperatura máxima no es el esperado.

En razón a todo lo anterior, la estimación no tiene buenos resultados, principalmente porque el signo de la temperatura máxima no es el esperado, una razón debe ser por el número de observaciones que son menores a 30, por ello se estiman los modelos en base a datos mensuales para el periodo 1990 – 2009, teniendo en cuenta que este cultivo es continuo, es decir da todo el año.

En la estimación 01, que toma en cuenta el periodo de 1990-2009, del cuadro 3.7, se presenta un ajuste del 45% y significancia conjunta de todas las variables incluidas, pero los coeficientes en forma individual tienen poca significancia e importancia en el modelo.

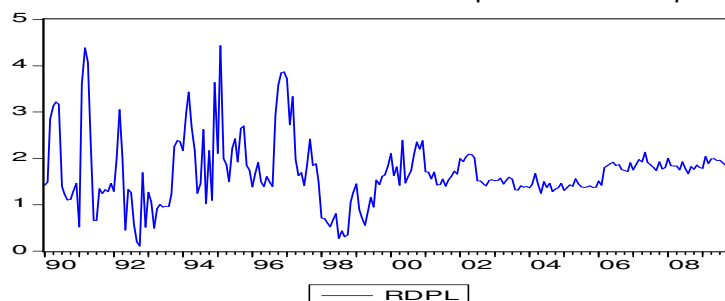
Cuadro N° 3.6: RESUMEN DE ESTIMACIONES DEL CULTIVO DEL PLATANO(data mensual 1990-2009)

Variables	Estimación 01	Estimación 02
Constante	2.367698 (0.289257)	-1.414963 (-0.085171)
$Tmin_t$	-0.188871	-1.055168

	(-0.50176)	(-1.332125)
$Tmin_t^2$	0.005507 (0.593631)	0.027837 (1.416966)
$Tmax_t$	0.028671 (0.053830)	0.733378 (0.636139)
$Tmax_t^2$	1.20E-05 (0.001430)	-0.010141 (-0560053)
$feno$	-0.278780 (-1.006161)	-0.923444 (-1.631117)
R^2	0.4504290.	0.470372
Adjustment R^2	0.436154	0.442000
F	0.00000	0.000000

La estimación mensual a pesar de los indicadores, tiene buen ajuste y significancia conjunta; preocupa porque no tiene significancia individual, y los coeficientes son muy pequeños, esto lleva a analizar los datos que se muestra en el gráfico 3.5.

GRAFICO N° 3.5: Rendimiento mensual de la producción del plátano 1990-2009.

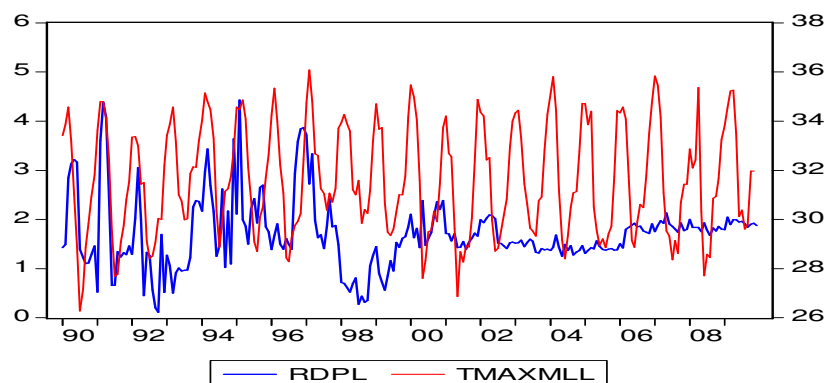


Fuente: BCRP-Piura
Elaboración propia.

En este gráfico, se observa que el rendimiento de este cultivo es muy volátil hasta año 2000, disminuyendo esta volatilidad en la siguiente década, la sospecha es que la volatilidad debe coincidir por la variabilidad climática, y es lo que observamos en el grafico 3.6, que indica la misma dirección y fluctuación conjunta de la temperatura máxima con el rendimiento del plátano, al parecer en la segunda década una no sigue a la otra, las fluctuaciones no son las mismas; el rendimiento del plátano se hace más estable. Esto nos

llevó a consultar con los especialistas del tema⁵⁸ los cuales afirman que en los últimos años se practican nuevas técnicas de manejo de cultivo como el embolsado, uso de protectores del fruto, producción orgánica, entre otros; todo ello permite que la producción sea más estable y menos dependiente de las variaciones del clima.

GRAFICO N° 3.6: Temperatura Máxima y Rendimiento mensual de la producción del plátano (1990-2009)



Haciendo la estimación para el periodo 1990-1999, donde se ve que el rendimiento va en la misma dirección y fluctuación que la variable temperatura máxima, los resultados son mejores tanto en la significancia e importancia de los coeficientes, además de los indicadores R^2 , R ajustado y F estadístico; esto se muestra en el cuadro 3.7 en la estimación 2.

Esto significa que en la medida que la producción del plátano no incorpore la nueva tecnología en el manejo de prácticas de cultivo, la temperatura si influye en su producción, puede decirse que la incorporación de cambios tecnológicos para el manejo del cultivo del plátano hace menos dependiente a este cultivo de las variables climáticas. Por lo que los efectos del cambio climático serían contrarrestados por el uso de nueva tecnología.

3.5. Análisis de los resultados

⁵⁸ Ing. Sandoval Victor: Especialista Frutícola-Profesor Principal –Facultad de Agronomía UNP-Piura.

Explica que se dan mejoras en el manejo del cultivo desde la selección de los hijuelos. Y más en la etapa de la floración y fructificación, practicando el embolsado, que permite mejorar la producción en cuanto a calidad y cantidad, protegiendo el fruto de factores externos, disminuyendo las lesiones y enfermedades bacterias y amortiguar los cambios del clima.

Los resultados obtenidos en las estimaciones hechas para cada cultivo, nos indican que las variables climáticas explican el rendimiento de los cultivos en cerca o más del 50%, por otro lado los estimadores obtenidos son significativos conjuntamente, en su mayoría; la significancia individual se ve afectada por el problema de multicolinealidad.

El comportamiento de las variables no es igual para todos los cultivos, como en un inicio se esperaba, por los requerimientos de temperatura, humedad y riego que cada uno de ellos necesita, además los periodos de floración y producción son diferentes, es decir la estacionalidad a la que está sujeta cada uno de ellos.

La temperatura máxima afecta negativamente el rendimiento del mango para la producción del año siguiente, aunque le es favorable si estas temperaturas aumentan en el mismo año que corresponde a setiembre a noviembre, lo que es bueno incluso para exportar. El rendimiento del limón es afectado positivamente por la temperatura máxima; pero no olvidar que el calor permite su pronta maduración, ante una mayor temperatura el fruto no perdura lo que hace disminuir al final su rendimiento. En el caso del café y el plátano las temperaturas máximas le son favorables.

El evento Niño es desfavorable para los cultivos mango, limón y plátano; en los dos primeros por la humedad que afecta al fruto, mientras que para el caso del plátano los efectos de un niño arrasa con las cosechas que elimina el efecto positivo que trae el aumento de humedad en las plantas. En el caso del café el Niño no le es desfavorable, al contrario mejora la producción debido a la mayor humedad.

3.6. ANÁLISIS DE LA PREDICCIÓN AL 2030

3.6.1 Predicciones en el rendimiento por cultivo

Según la publicación “Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030 (Enero, 2010)⁵⁹, **Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica Oficina General de**

⁵⁹ RESUMEN TÉCNICO, SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO del Ministerio del Medio Ambiente a través del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) en el Proyecto de

Estadística e Informática SENAMHI, haciendo uso de técnicas de regionalización dinámica y estadística para el escenario de emisión A2 (altas emisiones), los pronósticos para la zona donde se desarrollan los cultivos estudiados son como sigue: la **Variación de Temperatura Mínima Anual para el año 2030** está en el rango de 0,8 a 1,2, la **Variación de Temperatura Máxima Anual para el año 2030** está en el rango de 0,4 a 0,8, y la **Variación porcentual de la precipitación Anual para el año 2030** está en el rango de 20% a 30% .

Con los datos anteriores se realizaron los pronósticos acerca de los rendimientos de cada cultivo, que los consideramos muy preliminares, teniendo en cuenta los modelos seleccionados en cada uno de ellos, en relación a los rendimientos del año 2008.

Para el caso del Mango, se seleccionó la estimación 5 que esta reportada en el Cuadro N° 3.2, se realizó el pronóstico considerando los valores bajos y altos de los pronósticos climáticos señalados anteriormente, el pronóstico del rendimiento del mango reporta una caída de 7,48% en el nivel bajo de pronóstico y 7,0% en el nivel alto; la caída en el rendimiento del mango es independiente de si tomamos el valor bajo o alto del rango de pronóstico de clima.

Con respecto al Limón, se efectuó el pronóstico tomando en cuenta la estimación número 4 que esta reportada en el Cuadro N° 3.3, de nuevo tomando en cuenta los pronósticos climáticos para el 2030, si bien el pronóstico reporta un aumento en el rendimiento del limón; este es diferenciado, pues un aumento en el rendimiento es de 52.74% para el valor bajo y es de 51,90% para el valor alto del rango de pronóstico de la temperatura; es decir el aumento en el rendimiento del limón es mayor cuando se toma en cuenta el valor bajo del pronóstico climático, lo que podría estar indicando que de hecho está llegando al óptimo de temperatura requerido (según la estimación está por debajo de 31 °C); pero temperaturas más altas por el calentamiento global, si perjudicarían el rendimiento del limón al sobrepasar el umbral térmico de la planta; es decir más de 31 °C comienza a afectar la producción.

En relación al café, se utilizó la estimación N° 4 reportada en el Cuadro N°3.4, el pronóstico muestra un aumento en el rendimiento del café. Este aumento varía de acuerdo a los valores bajos o altos del rango, para el primero es de 18.20% y para el segundo es de 41.10%. Esto puede tener un sesgo por la fuente de datos disponibles en centros meteorológicos no muy próximos a los lugares propiamente del cultivo; sin embargo un clima más cálido pero con buena humedad lleva a que el rendimiento aumente, como en el presente año que se dieron incluso 2 cosechas.

En cuanto al pronóstico del rendimiento del plátano tomando en cuenta los pronósticos climáticos para el 2030, usamos la estimación 3 mostrada en el Cuadro N° 3.5, los resultados del pronóstico indican que el rendimiento del plátano caerá 39,86 % cuando se toman en cuenta los valores altos del rango y disminuyen 38,51 % cuando se toman en cuenta los valores bajos del rango. Este resultado indican que el calentamiento global si afecta el rendimiento del plátano, tiene sentido porque si bien es un producto de altas temperaturas, éste requiere de humedad, entonces mayor temperatura debe ser compensado por suficiente riego que permita contrarrestar la mayor evapotranspiración de la planta.

Las nuevas prácticas de manejo de cultivo están disminuyendo la variación del rendimiento respecto de la variabilidad climática, esto se explica por el comportamiento del rendimiento en los últimos años como se aprecia en el gráfico N° 3.6 y se comprueba en los resultados de las estimaciones del cuadro N°3.6.

En todos los pronósticos no se considera los eventos extremos Niño y/o Niña, por los que los efectos negativos, serian aún más negativos y los positivos deben hacerse menos positivos como el caso del limón que en un eventual FEN su incremento en el rendimiento sólo es del 8% .

3.6.2 Variación en el ingreso por cultivo:

Las variables climáticas tienen incidencia en el rendimiento de los cultivos, como lo indican las estimaciones, en unos cultivos más que en otros, los cálculos de la variación en el rendimiento de cada cultivo por ha es respecto al año 2008, porque los pronósticos de las variables climáticas son en base a este año.

La caída del rendimiento por ha se multiplica por el total de has sembradas, el resultado es la variación total de producción por cultivo en la región; se utiliza los precios de cada cultivo para obtener al final el cambio en el valor del ingreso por cultivo a precios de chacra del año 2009. Es decir nos indica cual será el cambio en los ingresos de los agricultores para el año 2030.

Cuadro N° 3.7: Pronóstico de Variación del Rendimiento e Ingresos Por Cultivo PARA VALORES BAJOS DE PRONÓSTICO AL 2030

CULTIVO	VARIACION RENDIMIENTO (Valores bajos)		TOTAL ha Sembradas	PRECIOS(Kg) En chacra	VARIACION INGRESO N S/.	VARIACION DEL INGRESO US\$.
	%	Kg/ha	AÑO: 2008	AÑO: 2009	AÑO 2030	AÑO 2030
MANGO	-7.48	-1092.454	15598	0.95	-16,188,092.62	-5,396,030.87
LIMON	52.74	5295.6234	14522	0.31	23,839,943.33	7,946,647.78
CAFÉ	18.2	73.892	7206	6.33	3,370,508.21	1,123,502.74
PLATANO	-38.51	-8438.69	10670	0.47	-42,319,218.07	14,106,406.02
TOTAL					-31,296,859.15	-10,432,286.38

Fuente: elaboración propia

Pronóstico al 2030 en base al año 2008: Tmin +0.8 y Tmax + 0.4

Los precios proporcionados por el BCRP-Piura

La pérdida económica del mango es mucho mayor que el resto, a pesar que la caída del rendimiento por ha es pequeña respecto a la variación de otros cultivos, esta pérdida significativa se debe a la importancia en el área sembrada y por los precios que son más altos.

En el caso del limón y el café el cambio del ingreso es positivo, pero no supera la pérdida que se ocasiona en el mango; sin embargo el limón y más el café es agricultura a pequeña escala realizada por pequeños agricultores, quienes son más reacios a adoptar tecnologías nuevas y obtener financiamiento para hacer frente a alguna eventualidad. En el caso del mango es principalmente lo opuesto, es de mayor escala su producción y son agricultores que tienen mayor información, acceso a créditos y más predispuestos a adoptar cambios.

Con respecto al pronóstico de los valores altos, los incrementos en las temperaturas mínima y máxima es de 1.2 y 0.8 respectivamente y de la lluvia de 30%; y sin tomar en cuenta las incidencias de Eventos Niño y/ Niña. Y los resultados se resumen en el cuadro siguiente,

para luego obtener los cambios en valor del ingreso de los agricultores por cultivo.

Cuadro N° 3.8: Pronóstico de Variación del Rendimiento e Ingresos Por Cultivo PARA VALORES ALTOS DE PRONOSTICO AL 2030

CULTIVO	VARIACION RENDIMIENTO (Valores altos)		TOTAL ha Sembradas	PRECIOS(Kg) En chacra	VARIACION INGRESOS En N S/.	VARIACION INGRESOS US \$.
	%	kg/ha	AÑO: 2008	AÑO: 2008	2030	2030
MANGO	-7.0	-1022.35	15598	0.95	-15,149,284.54	-5049761.51
LIMON	51.9	5211.279	14522	0.31	23,460,240.03	7820080.01
CAFÉ	41.1	166.866	7206	6.33	7,611,422.39	2537140.80
PLATANO	-39.86	-8734.522	10670	0.47	-43,802,753.37	-14600917.79
TOTAL					-27,880,375.50	-9,293,458.5

Fuente: elaboración propia

Pronóstico al 2030 en base al año 2008: Tmin +0.4 y Tmax + 0.8

Los precios proporcionados por el BCRP-Piura

En los resultados se ve que la caída en el ingreso total de los agricultores es de US\$ 9.293.548,5; La caída en el mango es menor que en el caso anterior, debido a que a mayor temperatura mínima mayor floración que contrarresta la caída del rendimiento por el valor de temperatura máxima y por ende la pérdida de los ingresos del agricultor también.

En el caso del limón, el aumento en el rendimiento es considerable y por ende en los ingresos de los agricultores, pero el incremento respecto a las caídas del mango y el plátano no contrarrestan suficientemente en la pérdida total de la agricultura de exportación.

No se debe olvidar que el limón es un fruto que tiende a malograrse rápido por las enfermedades y plagas que aumentan con las temperaturas altas; si no se cosecha y almacena oportunamente y en forma adecuada el incremento de la producción se pierde.

El café es el más beneficiado con estos valores de predicción, esto se explica porque el pronóstico de la temperatura máxima es óptima para el café pero resaltando que debe ser compensado por lluvias o mayor riego para mantener la humedad de la planta. Además se cultiva el café bajo sombra para amortiguar el efecto de la disminución de la humedad debido al mayor calor.

Si bien el plátano es otro cultivo perjudicado, esta predicción es la que debe sostenerse con más cuidado por los indicadores en la estimación; además no olvidar que con

las nuevas técnicas practicadas actualmente es menos vulnerable a la variación de la temperatura, lo importante es no descuidar el riego; aunque un FEN es devastador.

3.6.3 Medidas a adoptar

De acuerdo a los resultados, se observa que los cultivos tienen diferente respuesta a los cambios en las variables climáticas. Por lo que las medidas no necesariamente deben ser de forma general.

Es así que para el caso del mango se debe enfatizar en técnicas que permitan mitigar los efectos de las bajas temperaturas, debemos entonces incidir en investigación para lograr minimizar los efectos de friaje como los eventos de la Niña que son de temperatura muy baja y prolongado. Es importante que las investigaciones se oriente a técnicas que permitan la utilización de medios orgánicos para mejorar la calidad y la demanda del producto.

En el caso del limón, si bien en las estimaciones nos explican que aumenta la producción de este fruto, pero cabe señalar que en temperaturas altas estos frutos tienden a malograrse rápido tanto en la planta como ya cosechadas, conviene entonces que los estudios se orienten a obtener variedades más resistentes al calor o uso de fertilizantes y pesticidas sobretodo orgánicos que minimicen los efectos; por otro lado incidir en mejorar las técnicas de cosecha y almacenaje. Convendría instalar almacenes adecuados para acopiar el producto y reducir su pudrición temprana.

En cuanto al café, nos sorprende porque su rendimiento aumenta considerablemente en los dos tipos de pronóstico alto y bajo; pero en las parcelas visitadas los agricultores temen las temperaturas muy altas si estas no son compensadas por suficiente riego de lluvia. Esto porque la planta requiere de bastante humedad, al ver a los agricultores in situ, muchos ya practican cultivos en sombra, fertilización, desinfección orgánica y riego tecnificado; sin embargo requieren de financiamiento para mejorar la infraestructura de riego como canales y canaletas y pequeños sistemas de almacenaje de agua. Con un financiamiento adecuado y supervisado, esto podría ser incorporado en sus parcelas lo que permitiría los incrementos de rendimiento explicados.

Las acciones de las ONGs como CEPICAFE, deben ser reforzados con programas

complementarios de asistencia técnica por parte del estado (Ministerio de Agricultura) e implementación de sistemas de riego (Gobierno Regional) para lograr mejores rendimientos de este cultivo, que tiene mucha demanda nacional e internacional.

El plátano es ahora un cultivo muy tecnificado, como se explicó anteriormente, pero también es necesario garantizar el riego porque si bien las altas temperaturas le favorecen, esto es siempre y cuando se mantenga la suficiente humedad de la planta. Estos cultivos se desarrollan en el área de irrigación del Chira, ver mapas del capítulo 2 (figuras 2.3 y 2.4), cuentan con agua para el riego, pero podría disminuir la oferta del agua proveniente del proyecto Chira Piura, lo que pondrían en peligro la producción; convendría la instalación de riego tecnificado que permita controlar y sustituir la pérdida de humedad de la planta.

Por otro lado los eventos Niño desfavorecen al cultivo del plátano porque los plantones no son muy profundos y exceso de agua arrasan con ellos, por lo que se sugiere incidir en este punto en las plantaciones y mejorar los sistemas de drenaje de las parcelas para disminuir las inundaciones debido a este fenómeno.

Si bien es cierto que los agricultores se están organizando en asociaciones para lograr mejores resultados (CEPIBO), también el estado debe cumplir su parte en garantizar el sistema de riego e implementar sistemas de drenaje.

En general, el CC conduce a que clima sea más variable como se explicó en el capítulo I, temperaturas muy altas o muy bajas, sequías prolongadas o lluvias con mayor intensidad y frecuencia. Por lo tanto nada está dicho y el riesgo en la agricultura es alto, se sugiere entonces para la agricultura en general, que se implemente asistencia agro-meteorológica y sistemas de alerta temprana en las estaciones cercanas a los cultivos y con acceso y orientación a ellos, se carece mucho, no es suficiente con que la información este en la web, porque para empezar se debe conocer el manejo del sistema, complicado incluso para el investigador.

También es necesario implementar un seguro al agricultor de acuerdo a sus posibilidades y necesidades que disminuya la vulnerabilidad de sus ingresos debido a estos

factores no controlables.

Por último programas de financiamiento asistido por parte del gobierno a los agricultores, principalmente a los pequeños con la finalidad que implementen sistemas de riego y nuevas prácticas de manejo de cultivo.

Sobre todo se debe promover y financiar la investigación orientada a mejorar la tecnología que permita hacer frente a los efectos señalados y tener una agricultura menos vulnerable al clima.

CONCLUSIONES.

Los resultados del análisis nos muestran que las variables climáticas si afectan el rendimiento de los cultivos, según la bondad de ajuste de los modelos, estos explican incluso más del 50% del rendimiento de los cultivos.

De los resultados, vemos que cada cultivo tiene un umbral diferente de temperatura mínima y máxima que están dentro del rango que la teoría sostiene. Estos óptimos están en el límite de las temperaturas ya observadas. Tanto en el caso de las mínimas para el mango, limón y plátano de 24 °C observados y lo óptimo de estos cultivos no es más de 20°C, con la temperatura máxima ocurre algo similar. Sólo en el caso del café los óptimos tienen un margen para no ser afectados por las temperaturas observadas.

La posibilidad de realizar pronósticos con respecto al efecto del cambio climático sobre los cultivos analizados se ve limitada por la escasa información disponible con respecto a las variables que medirían el cambio climático.

De lo anterior y dadas las proyecciones de las temperaturas obtenidas en la web por el Senamhi, se tiene que de los cultivos estudiados, el mango y el plátano son afectados negativamente en los dos niveles bajo y alto de pronóstico. Esto se debe a que las temperaturas actuales de los cultivos se encuentran en el umbral requerido por la planta.

En el caso del limón aumentos de temperatura mejoran el rendimiento, se explica por

el margen en el umbral hacia la temperatura mínima y en la máxima está muy cercana, es por ello que en el pronóstico de valor alto el incremento es menor.

En cuanto al café, aumentos en la temperatura mínima mejora el rendimiento, también ocurre con mayor temperatura máxima, esto, porque en ambos las temperaturas actuales y las pronosticadas están por debajo del óptimo, lo que permite el incremento del rendimiento a mayores temperaturas; pero no olvidar que esta planta necesita mucha humedad, que disminuye si la temperatura aumenta.

El plátano es un cultivo de temperaturas altas, es decir clima tropical, que requiere de mucha agua, es por ello que si el rendimiento de este cultivo debido al cambio climático le perjudica, éste puede mitigarse con aumentos de riego; también es necesario considerar los evento Niño que sí lo afectan considerablemente por la pérdida de áreas de cultivo.

Es decir que frente a un cambio climático, no necesariamente la agricultura de exportación se verá totalmente disminuida. Claro está es necesario tomar en cuenta los eventos extremos, que éstos sí afectan a toda la agricultura de la región norte.

RECOMENDACIONES.

- El Senamhi debe proporcionar información y pronósticos oportunos y adecuados para que los agricultores tomen las medidas del caso para mitigar los efectos de las variables climáticas.
- Los programas de asistencia a los agricultores de estos cultivos debe ser priorizado para el caso del mango y plátano, cultivos que será más afectado según el presente estudio.
- La asistencia técnica es muy importante para hacer frente a estos problemas, lo que requiere es invertir en investigación, difusión e implementación.
- Si bien la región cuenta con importante infraestructura de almacenamiento de agua y riego, también se debe tener suficiente presupuesto para mantener la infraestructura en buen estado y garantizar la capacidad de riego de los cultivos.

- Se debe fortalecer los programas de información y sensibilización para la adaptación al cambio climático, con la participación del sector público y privado.
- Los organismos públicos responsables deben priorizar la investigación y programas que implementen acciones para mitigar y hacer frente a estos cambios; principalmente en lo referente a medidas que permitan reducir los impactos de los eventos extremos que trae pérdidas en la infraestructura de riego.
- También los mismos agricultores deben tomar conciencia sobre este tema para organizarse por cultivo o en forma conjunta, formando un frente común para afrontar y protegerse, creando un fondo o resguardándose con un seguro.
- Las autoridades deben liderar programas en favor del medio ambiente, con acciones integrales de reforestación, uso adecuado del agua y prácticas agrícolas orgánicas.
- Se recomienda también realizar estudios similares que involucren a otros cultivos y/o nuevas metodologías que permitan conocer sobre los efectos que ocasionará el CC climático que poco se hace para reducir su realización; sirve para la discusión y las medidas anticipadas que debería tomarse para contrarrestar sus efectos en bien de los agricultores y de la economía de la región.

BIBLIOGRAFIA:

- Agroexportaciones

- 2009 Boletín Informativo No 001-Ene-2006
http://www.adexperu.org.pe/agro/boletin/BOLETIN%20MENSUAL%20ENERO_archivos/paige0010.htm. [visitado el 12/11/2009]
- Barreira Sandra y Segura María Elena
- 2001 “Pronostico Climático de Temperatura Y Precipitación Basado en el Estado de las Temperaturas del Mar en el Pacífico Ecuatorial”- Boletín del Servicio de Hidrografía Naval- Año IV – N° 1 – 2001
- BCRP
- 2009: Síntesis Económica de Piura Enero de 2009
<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Piura/2009/Sintesis-Piura-01-2009.pdf>
- Dixon B. L., Hollinger S.T, Garcia P. and Tirupattur V.
- 1994 “Estimating Corn Yield Response Models to Predict Impacts of Climate Change”
Journal of Agricultural and Resource Economics, 19(1): 58-68 Copyright 1994 Western Agricultural Economics Association.
- Carnero C. Vanesa
- 2004 “Comunidad internacional y Cambio Climático Global. A propósito de nuevas tendencias y escenarios” (CAEI). <http://www.caei.com.ar/ebooks/ebook14.pdf>
- Corporación Andina de Fomento
- EL FENOMENO EL NIÑO 1997- 1998 MEMORIA, RETOS Y SOLUCIONES”- VOLUMEN V:PERU disponible pág. web: <http://www.unisdr.org/eng/library/Literature/8766.pdf> - [visitado 12/03/10]
- Cline Willim.R.
 - a. 2007 “Global warming and agricultural: impact estimates by country” center for global development an Peterson Institute for international economics, Washington, D.C.
 - b. 2008 “Calentamiento mundial y agricultura” en Finanzas y Desarrollo” Marzo.
- Collier Paul, Conway Gordon, and Tony Venables
- 2008 “Climate Change and Africa.
Oxford Review of Economic Policy, Vol. 24, No. 2, pp. 337-353, 2008
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1297158.
- Darwin Roy ; Tsigas M; Lewandrowski J; Ranases Anton
- 1995 “World Agriculture and Climate Change Economic Adaptations” ERS Agricultural Economic Report Number 703 United States *An Economic Research Service Report* Department of Agriculture.
- Easterling, W. E., Mearns LO, Hays C.J, and Marx D.
- 2001 "Comparison of Agricultural Impacts of Climate Change Calculated from High and Low Resolution Climate Change Scenarios: Part II. Accounting for Adaptation and CO2 Direct Effects," *Climatic Change*, Vol. 51, No. 2, November, pp. 173-197.
- Fairlie R. A.
- 2008 “Asociaciones de pequeños productores y exportaciones de banano orgánico en el Valle del Chira”- Programa Comercio Y Pobreza En Latino América-Copla- CIES. informe final marzo 2008.
- Figueroa Z. Raúl
- 1998 “ Guía para la caficultura ecológica”
http://www.google.com.pe/#hl=es&q=Figueroa+Z.+Ra%C3%BAI+caficultura&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=c412c4cfe8480ddd
- Franco Temple E.

- 1998 “El Niño en el Peru” Viejos Y Nuevos Temas- Desastres y Sociedad N°9-*Especial: El Niño en América Latina* Año 6, N° 9, Enero – Diciembre.
- Galindo Luis M
- 2009: “La Economía del cambio climático en México” Síntesis.
<http://www.cepal.org/dmaah/noticias/paginas/2/35382/Sintesis2009.pdf>
- Gamarra Ángel
- 2005 “Nutrición Mineral del Mango” – Manual del Productor de Mango de Exportación N°03- Municipalidad Distrital de Tambogrande-la Casa del Agricultor.
- García M y Montserrat V
2009. “The economic relevance of climate variables in agriculture: The case of Spain”- Economía Agraria y Recursos Naturales. ISSN: 1578-0732. Vol. 9, 1.
- Gassman Philip W., otros
- 2005 “Historical Development and Applications of theEPIC and APEX Models- *Working Paper 05-WP 397* June 2005- Center for Agricultural and Rural development Iowa State University-www.card.iastate.edu.
- Gerencia de Agro exportaciones
- 2006 Boletín Informativo No 001-Ene-2006
http://www.adexperu.org.pe/agro/boletin/BOLETIN%20MENSUAL%20ENERO_archivos/page0010.htm [visitado el 10/12/09]
- Gonzales U. Jorge y Velasco H. Roberto
- 2007 “Evaluación del cambio climático sobre el valor económico del suelo un sistema agrícolas de Chile” mayo 2007) disponible en web
<http://www.inia.cl/at/v68n1/pdf/art6esp.pdf>- [visitado el 15/02/10]
- Gutiérrez B Luz A; Juárez Efrén y otros
- 2009 : Progama Veracruzano ante el cambio climático- Universidad Veracruzana-Embajada Britanica de Mexico- Unam.
- Hassan R y Nhemachena Ch.
- 2008 “Determinants of African farmers’ strategies for adapting to climate change: Multinomial choice analysis” AfJARE Vol 2 No 1 March 2008.
- Herte T W; Burke Marshall B y Lobell David B.
- 2010 “ The Poverty Implications of Climate-Induced Crop Yield Changes by 2030” GTAP Working Paper No. 59 2010Ulrich Reyé, Administración y Desarrollo Regional ESAP. Bogotá 1973.
- Hilhorst S.
- 1970 “Teoría de desarrollo Regional”, en cuadernos de la sociedad venezolana de planificación-Caracas.
- Javier, Javier
- 2005 “Manejo de enfermedades del mango en Piura” – Manual del Productor de Mango de Exportación N°04- Municipalidad Distrital de Tambogrande-la Casa del Agricultor.
- Mercau J.L, Dardanelli J.L. y otros
- 2006 : “A. Irigoyen e, E.H. Satorre Predicting on-farm soybean yields in the pampas using CROPGRO-soybean-Field Crops Research 100 (2007) 200–209-ELSEVIER jun-2006.
- Jones, Peter G., and Philip K. Thornton
2003. "The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055," *Global Environmental Change*, Vol. 13, No. 1, pp. 51 - 59.
- Kurukulasuriya Pradeep y Mendelsohn Robert
- 2008 “Crop switching as a strategy for adapting to climate change” AfJARE Vol 2 No 1 March 2008.

- Lozanoff Jorge y Cap Eugenio
2006 “El Impacto Del Cambio Climático Sobre La Agricultura Argentina: Un Estudio”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Instituto de Economía y Sociología. Buenos Aires, Argentina
- Mitchell John
2005 “Climate change and the greenhouse effect”-A briefing from the Hadley Center -Met office Hadley Center.
- Mohamed A. Ben, Duivenbooden N.Van y Abdoussallam S
2002 “Impact of climate change on agricultural production in the Sahel – part 1. Methodological approach and case study for millet in Niger- *Climatic Change* **54**: 327–348.
- Monfreda Chad – Ramankutty Navin - Hertel Thomas W.
2008 “Global Agricultural Land Use Data for Climate Change Analysis” GTAP Working Paper No. 40.
- Murdiyarso, D.
2000 "Adaptation to Climatic Variability and Change: Asian Perspectives on Agriculture and Food Security," Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 61, No. 1, March, pp. 123-131.
- Potter Thomas d.- Colman Bradley R.
2003 Handbook of Weather, Climate, And Water Dynamics, Climate, Physical Meteorology, Weather Systems, and Measurements- John Wiley and Sons; Inc.
- Ramírez Diana y otros
2010:
 - a. “Istmo centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura” CEPAL-CCAD-DEFID-NACIONES UNIDAS – MEXICO enero 2010.
 - b. “Belice: Efectos del cambio climático Sobre la agricultura” CEPAL-CCAD-DEFID-NACIONES UNIDAS – MEXICO ,junio 2010.
- Retana José A.
1997 “Posibles efectos de la fase cálida de el Niño Oscilaciones sur (ENSO) en la agricultura de Costa Rica. Un análisis cualitativo de las estadísticas de producción agropecuarias. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de desarrollo. Apdo: 5583-1000 san José CR Costa Rica
- Rodríguez Vargas Adrián
1991” Cambio climático, agua y agricultura” COMUNIICA: Desarrollo Rural Sostenible-*Edición Nº 1, II Etapa, enero-abril, 2007.*
- Roldán, D., Salazar, M. & González, F.
2002 La Cadena de Banano en Colombia. Observatorio Agrocadenas Colombia-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Documento de Trabajo Nº 17.
- Salinger M. James
2004 “Increasing Climate Variability and Change: Reducing the Vulnerability”. Guest Editorial- Reprinted from Climatic Change Volume 70, Nos. 1–2, 2005.
- Salguero Cubides Jorge
2006 “Enfoques sobre teorías referente al Desarrollo Regional” Bogotá.
- Sebastián Ramón A. y Rodríguez B. José E.
1978 “Análisis Económico de las funciones de producción agrícola. Una aplicación al cultivo del trigo”. Universidad politécnica de Madrid.
- Schlenker/ Wolfram and Roberts Michael J.
2006: “Estimating the impact of climate change on crop yields:The importance of non-linear

- temperature effects”.
- Song- Cai You
 - 2001 “Agricultural adaptation to climate change in China” -Journal of Environmental Sciences- Volume 13, Number 2/2001 pag 192-197- Monday, January 01, 2001.
 - Tobey James, Reilly John y Kane Sally
 - 1992 “Economic Implications of Global Climate Change for World Agriculture” *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 17(1): 195-204 Copyright 1992 Western Agricultural Economics Association.
 - Woodman Pollitt Ronald
 - 1998 “El Fenómeno del Niño y el Clima en el Perú” Publicado por el Congreso de la República en “El Perú en los Albores del Siglo XXI/2”; Ciclo de Conferencias 1997-1998”, Ediciones del Congreso del Perú, Lima-Perú, 201-242.
 - Yates, David N., and Kenneth M. Strzepek.
 - 1998. "An Assessment of Integrated Climate Change Impacts on the Agricultural Economy of Egypt," *Climatic Change*, Vol. 38, No. 3, March, pp. 261-287
 - Autoridad Autónoma Cuenca Hidrográfica Chira –
 - 2007 Comité Interinstitucional “Plan de Defensas Ribereñas Y Encauzamiento de Ríos”- Resumen del diagnostico situacional Piura – agosto 2007. Disponible: http://www.google.com/search?hl=en&q=e+%E2%80%9CEstudio+de+base+del+Valle+C+hira+Defensas+e+Inundaciones%E2%80%9D+&btnG=Search&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=
 - Adaptación al cambio climático para pequeños productores (ADAPTCC), Un caso piloto del sector del café en Piura / Perú, Sector Adaptación al Cambio Climático en Agricultura / Proyecto de Cooperación Pública-Privada. (PPP) disponible en la pagina web, http://www.adapcc.org/download/gtz_Topicsheet-Peru_es.pdf - [visitada 11/01/10]
 - Boletín " Cuencas Andinas" N° 4/Septiembre 2004 disponible en : <http://images.google.com.pe/imgres?imgurl=http://www.redcapa.org.br/cuencas/imagenes/bol-4-2-img1.gif&imgrefurl=> [visitado el 2/12/09]
 - Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Naciones Unidas. (1992). Art. I, Definiciones. Inc. 2
 - INFOAGRO.COM - El Portal líder en agricultura. Según pagina web: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Limon.shtml> [visitada el 9/01/10]
 - INTA; Estación Experimental de Cultivos Tropicales – INTA Yuto – Jujuy disponible en: <http://www.inta.gov.ar/yuto/info/documentos/tropicales/Microsoft%20Word%20-%20ficha%20banana%20completa.pdf>. [visitado el 12/11/2009]
 - Limones Piuranos S.A.C. información obtenida de página web: http://www.limonespiuranos.com/limon_es.html. [visitada el 22/02/ 2010]
 - Ministerio del Ambiente-Región Piura-GTZ (2010) “Piura una Región que se adapta al cambio Climático” <http://www.congreso.gob.pe/biblio/depositolegal/2010/Deposito-Legal-02.2010.pdf>
 - SENAMHI : http://www.google.com.pe/#hl=es&q=SENAMHI&aq=f&aqi=q10&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=5e16e5495201bf33.
 - Ministerio de Agricultura : http://www.google.com.pe/#hl=es&q=ministerio+de+agricultura&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=5e16e5495201bf33.

ANEXOS.

ANEXO 1: DATOS DE VARIABLES

01: ESTACION DE MIRAFLORES-PIURA: TEMPERATURAS MAXIMA - MINIMAS Y PRECIPITACION

Año	TEMPERATURA MINIMA			TEMPERATURA MAXIMA			
	PROM.ANUAL	PR AB-JN	PR MAY-	PROM.ANUAL	PEN-MAR	PSET-NOV	POCT-DIC
			JUL				
PMIN	MNAJ	MINMYJN	PMAX				
1962	17.30	17.43	15.87	31.28	34.433	30.700	31.700
1963	16.20	16.30	14.90	31.70	35.267	30.200	30.167
1964	17.00	16.27	15.23	31.10	32.300	30.733	31.567
1965	19.40	21.00	19.60	32.40	35.133	30.000	30.867
1966	16.70	16.80	14.87	31.70	35.067	30.300	30.867
1967	15.30	15.13	13.53	31.30	34.633	29.800	30.500
1968	16.60	15.07	15.03	31.30	33.967	30.533	31.233
1969	19.40	21.03	19.23	32.40	34.967	30.800	31.567
1970	17.90	18.47	16.47	31.40	34.467	29.800	30.633
1971	18.10	18.07	17.33	30.30	33.533	28.400	29.100
1972	20.30	21.00	20.37	30.30	32.500	29.900	31.200
1973	18.00	18.23	16.30	30.10	34.133	28.067	28.867
1974	17.70	18.37	17.47	30.50	33.200	29.300	30.400
1975	17.90	19.00	17.40	29.90	32.600	28.633	29.633
1976	19.30	19.93	18.83	31.10	33.633	29.700	30.867
1977	17.00	16.57	15.00	30.80	34.133	29.067	30.300
1978	18.10	17.97	16.43	31.00	33.833	29.767	30.933
1979	18.10	17.80	16.23	31.10	33.767	29.867	30.833
1980	17.30	17.47	15.70	31.50	34.367	29.967	31.067
1981	17.50	17.87	16.23	30.50	34.300	29.533	30.867
1982	18.70	17.50	16.87	31.60	34.367	31.167	32.533
1983	21.50	23.80	22.70	31.60	34.267	29.533	30.567
1984	18.00	18.40	17.00	29.90	34.067	29.167	30.567
1985	17.50	16.77	15.47	30.50	33.867	29.567	30.733
1986	18.20	17.53	16.07	30.90	34.233	29.867	31.167
1987	20.20	20.77	19.13	31.50	34.600	29.967	30.967
1988	18.30	18.37	16.80	31.00	35.500	29.867	31.300
1989	18.70	18.40	16.83	30.90	34.433	30.167	31.400
1990	19.00	19.73	18.33	31.40	34.733	29.600	31.567

1991	19.60	20.07	18.60	31.90	35.367	30.267	31.467
1992	19.83	21.03	18.31	31.10	33.667	29.900	31.003
1993	20.31	20.31	19.17	31.46	11.233	30.420	31.346
1994	18.20	18.20	16.77	31.44	34.263	31.383	31.213
1995	19.13	18.72	17.72	31.12	34.417	30.153	30.887
1996	18.32	17.89	16.56	30.35	34.200	29.077	30.113
1997	22.12	22.27	21.93	32.73	33.973	32.360	32.640
1998	20.69	22.21	20.27	30.47	33.250	28.737	29.630
1999	18.90	18.78	17.41	29.88	33.163	29.127	30.323
2000	19.25	19.77	18.34	30.37	33.987	29.330	30.200
2001	19.29	19.30	18.01	29.71	33.597	28.390	29.570
2002	19.97	19.97	18.16	30.68	33.920	29.483	30.550
2003	19.43	19.01	17.76	30.77	33.843	29.313	30.713
2004	19.43	18.83	17.59	31.07	34.583	30.090	31.153
2005	19.14	19.28	17.93	30.47	33.797	28.723	30.003
2006	19.92	19.09	18.36	30.84	34.150	30.010	31.110
2007	19.01	18.58	17.11	30.32	34.347	28.337	29.203
2008	19.98	19.90	18.92	30.10	33.444	29.175	30.141
2009	18.74	20.29	12.97	30.52	33.6099846	29.161	29.975

Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA-BCRP- Piura- Universidad Nacional de Piura- SENAMHI.

02: PRODUCCION SUPERFICIE COSECHADA(SP) Y RENDIMIENTO POR ha, PRINCIPALES PRODUCTOS EXPORTABLES TN.

año	MANGO			PLATANO			LIMON			CAFÉ		
	PDMg	SCMg	RDMg	PDPIT	SCPIT	RDPIT	PDLm	SCLm	RDLm	PDCf	SCCf	RDCf
1966	14100	836	16.87	79672	6050	13.17	35233	1867	18.87	1091	2493	0.44
1967	15805	902	17.52	69330	6450	10.75	36771	1906	19.29	1160	2487	0.47
1968	16968	1416	11.98	100955	7050	14.32	34529	2240	15.41	1143	2940	0.39
1969	17589	1665	10.56	79700	5600	14.23	39610	2560	15.47	1500	3000	0.50
1970	18266	1712	10669	74880	5200	14400	40574	2560	15849	1560	2600	600
1971	14346	1593	9006	56100	4750	11811	21890	1858	11781	1709	2820	606
1972	32457	2213	14667	54000	3750	14400	26331	1990	13232	1826	3080	593
1973	33871	2390	14172	50900	3470	14669	29837	2242	13308	1895	3200	592
1974	36204	2435	14868	50448	3490	14455	31152	2335	13341	1907	3220	592
1975	26437	3305	7999	28851	2405	11996	28478	2668	10674	1273	2790	456
1976	28170	3315	8498	32550	2700	12056	27980	2670	10479	1462	2790	524
1977	51229	4345	11790	48509	4085	11875	50904	3776	13481	1164	2410	483
1978	45459	4361	10424	36026	3559	10123	50959	3717	13710	1685	3370	500
1979	45443	4383	10368	42723	4093	10438	39760	3987	9972	2399	4730	507
1980	30805	4403	6996	41214	4308	9567	32948	4018	8200	2532	4345	583
1981	48500	4578	10594	37918	4358	8701	32723	4363	7500	2458	4735	519
1982	32863	4384	7496	29071	4263	6819	32459	4637	7000	3100	4712	658
1983	31188	4228	7377	12427	3652	3403	20287	4149	4890	3569	4712	757
1984	68299	5014	13622	23829	3747	6359	40408	4899	8248	3688	4698	785
1985	66564	4758	13990	57905	4821	12011	38666	5236	7385	3019	4712	641
1986	59252	3397	17442	37575	4697	8000	51851	5852	8860	2257	4952	456
1987	28662	3433	8349	64341	4405	14606	64576	6822	9466	2460	4938	498
1988	50298	3388	14846	49700	3481	14278	52715	7683	6861	1465	4985	294
1989	35540	2713	13100	83921	4640	18086	146075	8483	17220	1965	6934	283
1990	32632	3547	9200	126510	7292	17349	122496	10501	11665	3015	6300	479
1991	39920	3539	11280	191639	7390	25932	130801	10501	12456	3723	6962	535
1992	38705	3641	10630	122506	7030	17426	114977	10986	10466	3800	7163	531
1993	50161	3496	14348	121742	7520	16189	135349	9268	14604	2000	3950	506
1994	114226	5946	19211	183560	8152	22517	133233	11264	11828	2204	3970	555
1995	88723	4442	19974	179988	6559	27441	162664	12496	13017	2106	3753	561

1996	60474	5834	10366	225091	8465	26591	166386	12170	13672	3735	6379	586
1997	70557	6732	10481	227852	8091	28161	210810	13840	15232	2747	6379	431
1998	96510	5896	16369	44421	5527	8037	118310	12869	9193	3103	6492	478
1999	120985	6309	19177	92847	6430	14440	122336	11576	10568	3417	7292	469
2000	69656	6660	10459	166275	7213	23052	133774	11932	11211	2404	6898	349
2001	93513	6580	14212	198306	10246	19354	121816	11303	10777	1891	6877	275
2002	122515	7359	16648	188099	38891	4837	139545	11488	12147	1726	5873	294
2003	132502	6487	20426	171968	9723	17687	155060	11519	13461	3376	6592	512
2004	205269	9027	22739	168591	9893	17041	122329	9975	12264	3088	6778	456
2005	170324	9080	18758	190581	11311	16849	138090	12233	11288	2048	6801	301
2006	248205	15495	16018	233467	11000	21224	156631	11627	13471	2621	7020	373
2007	233773	15594	14991	252740	11237	22492	170335	11778	14462	2186	6871	318
2008	227810	15598	14605	233813	10670	21913	145812	14522	10041	2929	7206	406

Fuente: Ministerio de Agricultura-Región Piura

Anexo 2: Matrices de correlación**MANGO**

	RDMG	MINMYJL	MINMYJL2	MAXSN	MAXSN2	PPLV	TPROMIMA
RDMG	1.000000	-0.075814	-0.095298	-0.055067	-0.055658	0.038114	-0.019666
MINMYJL	-0.075814	1.000000	0.997899	0.231877	0.236602	-0.150695	0.823848
MINMYJL2	-0.095298	0.997899	1.000000	0.242017	0.246998	-0.148277	0.826632
MAXSN	-0.055067	0.231877	0.242017	1.000000	0.999705	-0.219434	0.627932
MAXSN2	-0.055658	0.236602	0.246998	0.999705	1.000000	-0.213796	0.632177
PPLV	0.038114	-0.150695	-0.148277	-0.219434	-0.213796	1.000000	-0.150811
TPROMIMA	-0.019666	0.823848	0.826632	0.627932	0.632177	-0.150811	1.000000

CAFÉ

	RDCF	MAXAYAB	MAXAYAB2	MINAYAB	MINAYAB2	LLAYB	LLAYB2	SQ
RDCF	1.000000	0.327999	0.329463	-0.382326	-0.382986	-0.150645	-0.072478	-0.047073
MAXAYAB	0.327999	1.000000	0.999910	0.371802	0.357511	-0.401078	-0.399224	-0.158060
MAXAYAB2	0.329463	0.999910	1.000000	0.364855	0.350646	-0.394530	-0.391791	-0.160876
MINAYAB	-0.382326	0.371802	0.364855	1.000000	0.998932	-0.316607	-0.394203	0.277652
MINAYAB2	-0.382986	0.357511	0.350646	0.998932	1.000000	-0.315484	-0.391340	0.281358
LLAYB	-0.150645	-0.401078	-0.394530	-0.316607	-0.315484	1.000000	0.989167	-0.342773
LLAYB2	-0.072478	-0.399224	-0.391791	-0.394203	-0.391340	0.989167	1.000000	-0.316864
SQ	-0.047073	-0.158060	-0.160876	0.277652	0.281358	-0.342773	-0.316864	1.000000

LIMON

	RDLM	PMIN	PMIN2	PMAX	PMAX2	PPLV	FENO
RDLM	1.000000	0.071526	0.276614	0.085053	0.086304	-0.088128	-0.410549
PMIN	0.071526	1.000000	0.322544	0.354983	0.359798	-0.122685	0.291784
PMIN2	0.276614	0.322544	1.000000	-0.163199	-0.161611	-0.146782	-0.122752
PMAX	0.085053	0.354983	-0.163199	1.000000	0.999891	-0.116553	0.032707
PMAX2	0.086304	0.359798	-0.161611	0.999891	1.000000	-0.116274	0.033928
PPLV	-0.088128	-0.122685	-0.146782	-0.116553	-0.116274	1.000000	-0.018000
FENO	-0.410549	0.291784	-0.122752	0.032707	0.033928	-0.018000	1.000000

PLATANO

	RDPLT	TMINMLL	TMINMLL2	TMXMLL	TMXMLL2	FENA	FENO	PLMLL
RDPLT	1.000000	-0.023276	-0.016910	0.092895	0.102178	0.094539	-0.262958	-0.469139
TMINMLL	-0.023276	1.000000	0.990726	0.810469	0.816434	0.270358	0.075966	0.323076
TMINMLL2	-0.016910	0.990726	1.000000	0.745037	0.755465	0.274243	0.073407	0.365064
TMXMLL	0.092895	0.810469	0.745037	1.000000	0.998605	0.289838	0.157660	-0.014370
TMXMLL2	0.102178	0.816434	0.755465	0.998605	1.000000	0.290484	0.160555	-0.004583
FENA	0.094539	0.270358	0.274243	0.289838	0.290484	1.000000	0.471405	0.288630
FENO	-0.262958	0.075966	0.073407	0.157660	0.160555	0.471405	1.000000	0.501605
PLMLL	-0.469139	0.323076	0.365064	-0.014370	-0.004583	0.288630	0.501605	1.000000

Anexo 3: TEST DE RAIZ UNITARIA

01: TEST DE RAIZ UNITARIA PARA LAS VARIABLES DEL MODELO DEL MANGO

	MINAJN	RDMG	MAXSN2	MINAJN2	MAXSN
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.484201	-3.768075	-6.357335	-5.907627	-3.429379
Test critical values:					
1% level	-4.186481	-4.192337	-3.592462	-3.592462	-3.592462
5% level	-3.518090	-3.520787	-2.931404	-2.931404	-2.931404
10% level	-3.189732	-3.191277	-2.603944	-2.603944	-2.603944

TODAS LAS VARIABLES SON ESTACIONARIAS,

02: TEST DE RAIZ UNITARIA PARA LAS VARIABLES DEL MODELO DEL LIMON

	RDLM	PMAX	PMIN	PPLV	PMAX2	PMIN2	FENO
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.006998	-5.037401	-6.467262	-6.982087	-4.959064	-4.280539	-5.101599
Test critical values:							
1% level	-3.577723	-3.577723	-4.165756	-3.577723	-3.577723	-4.175640	-3.581152
5% level	-2.925169	-2.925169	-3.508508	-2.925169	-2.925169	-3.513075	-2.926622
10% level	-2.600658	-2.600658	-3.184230	-2.600658	-2.600658	-3.186854	-2.601424

TODAS LAS VARIABLES SON ESTACIONARIAS

03: TEST DE RAIZ UNITARIA PARA LAS VARIABLES DEL MODELO DEL CAFE

	RDCF	MINAYAB	MAXAYAB	MINAYAB2	MINAYAB2	LLAYAB	LLAYAB2
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.429202	-1.609285	-3.987499	-2.159318	-4.781924	-3.868726	-3.818880
Test critical values:							
1% level	-3.752946	-4.440739	-3.769597	-4.467895	-3.788030	-3.752946	-3.769597
5% level	-2.998064	-3.632896	-3.004861	-3.644963	-3.012363	-2.998064	-3.004861
10% level	-2.638752	-3.254671	-2.642242	-3.261452	-2.646119	-2.638752	-2.642242

Las variables RDCF, MINAYAB, Y MINAYAB2, son integradas de orden uno, es decir $I(1)$, mientras que las restantes son $I(0)$, es decir estacionarias.

04: TEST DE RAIZ UNITARIA PARA LAS VARIABLES DEL MODELO DEL PLATANO

	RDPLT	TMIMLL	TMXMLL	TMIMLL2	TMXMLL2	PLMLL2	PLMLL2
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.883468	-4.100939	-2.107357	-4.583662	-2.042512	-4.648174	-4.648174
Test critical values:							
1% level	-3.752946	-3.769597	-3.808546	-4.440739	-3.808546	-3.769597	-3.581152
5% level	-2.998064	-3.004861	-3.020686	-3.632896	-3.020686	-3.004861	-2.926622
10% level	-2.638752	-2.642242	-2.650413	-3.254671	-2.650413	-2.642242	-2.601424

Todas las variables son estacionarias, es decir $I(0)$, excepto las variables TMXMLL, Y TMXMLL2 que son integradas de orden uno, $I(1)$.

Anexo 4: Estimaciones de los modelos

Estimación N° 01 del Mango a periodos corrientes

Dependent Variable: RDMG
Method: Least Squares
Date: 07/29/10 Time: 13:13

Sample: 1966 2008
Included observations: 43

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-217413.8	54990.28	-3.953678	0.0003
MINAJN	23490.38	5729.602	4.099827	0.0002
MINAJN2	-595.6913	148.7545	-4.004527	0.0003
R-squared	0.312650	Mean dependent var	12005.16	
Adjusted R-squared	0.278282	S.D. dependent var	5490.376	
S.E. of regression	4664.292	Akaike info criterion	19.80047	
Sum squared resid	8.70E+08	Schwarz criterion	19.92335	
Log likelihood	-422.7102	F-statistic	9.097245	
Durbin-Watson stat	1.278591	Prob(F-statistic)	0.000554	

Estimación N° 02 del Mango a periodos corrientes

Dependent Variable: RDMG
Method: Least Squares
Date: 07/29/10 Time: 12:56
Sample: 1966 2008
Included observations: 43

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	342144.7	644158.7	0.531150	0.5983
MAXSN	-20638.27	43019.69	-0.479740	0.6340
MAXSN2	320.3526	718.0426	0.446147	0.6579
R-squared	0.053510	Mean dependent var	12005.16	
Adjusted R-squared	0.006186	S.D. dependent var	5490.376	
S.E. of regression	5473.368	Akaike info criterion	20.12039	
Sum squared resid	1.20E+09	Schwarz criterion	20.24326	
Log likelihood	-429.5884	F-statistic	1.130711	
Durbin-Watson stat	0.761775	Prob(F-statistic)	0.332903	

Estimación N° 03 del Mango temperaturas a periodos corrientes

Dependent Variable: RDMG
Method: Least Squares
Date: 10/26/10 Time: 17:07
Sample: 1966 2008
Included observations: 43

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6838.861	568785.5	0.012024	0.9905
MINAJN	22338.09	5942.499	3.759039	0.0006
MINAJN2	-565.6159	154.5229	-3.660401	0.0008
MAXSN	-13442.41	37782.12	-0.355788	0.7240
MAXSN2	210.6112	630.9128	0.333820	0.7404
R-squared	0.329872	Mean dependent var	12005.16	
Adjusted R-squared	0.259332	S.D. dependent var	5490.376	
S.E. of regression	4725.131	Akaike info criterion	19.86812	
Sum squared resid	8.48E+08	Schwarz criterion	20.07291	
Log likelihood	-422.1646	F-statistic	4.676392	
Durbin-Watson stat	1.314478	Prob(F-statistic)	0.003617	

Estimación N°04 del Mango temperaturas a periodos corrientes, incluidas otras variables climáticas

Dependent Variable: RDMG
 Method: Least Squares
 Date: 10/26/10 Time: 17:03
 Sample: 1966 2008
 Included observations: 43
 Convergence achieved after 12 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-624587.1	388843.0	-1.606271	0.1175
MINAJN	4886.164	5059.752	0.965692	0.3410
MINAJN2	-139.7529	129.3430	-1.080483	0.2875
MAXSN	39347.66	25815.84	1.524167	0.1367
MAXSN2	-649.5158	428.9928	-1.514048	0.1393
FENO	1379.822	1447.345	0.953347	0.3471
FENA	-244.1950	2436.850	-0.100209	0.9208
PPLV	0.697771	1.211763	0.575831	0.5685
AR(1)	0.748394	0.109968	6.805548	0.0000

R-squared	0.598239	Mean dependent var	12005.16
Adjusted R-squared	0.503707	S.D. dependent var	5490.376
S.E. of regression	3867.863	Akaike info criterion	19.54256
Sum squared resid	5.09E+08	Schwarz criterion	19.91118
Log likelihood	-411.1650	F-statistic	6.328434
Durbin-Watson stat	2.193211	Prob(F-statistic)	0.000051

Estimación N° 05 del Mango con temperaturas rezagadas en un periodo.

Dependent Variable: RDMG
 Method: Least Squares
 Date: 10/26/10 Time: 17:21
 Sample: 1966 2008
 Included observations: 43
 Convergence achieved after 12 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	665910.0	346473.2	1.921967	0.0623
MINAJN(-1)	868.8167	4509.127	0.192680	0.8483
MINAJN(-1)^2	-2.549870	115.6574	-0.022047	0.9825
MAXSN(-1)	-44381.46	23074.27	-1.923418	0.0621
MAXSN2(-1)	735.4586	384.3372	1.913576	0.0634
AR(1)	0.688520	0.112169	6.138240	0.0000

R-squared	0.627778	Mean dependent var	12005.16
Adjusted R-squared	0.577477	S.D. dependent var	5490.376
S.E. of regression	3568.840	Akaike info criterion	19.32666
Sum squared resid	4.71E+08	Schwarz criterion	19.57241
Log likelihood	-409.5231	F-statistic	12.48059
Durbin-Watson stat	2.056878	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots .69

Estimación N° 06 del Mango Con temperaturas rezagadas en un periodo e incluidas otras variables climáticas.

Dependent Variable: RDMG
Method: Least Squares
Date: 01/27/11 Time: 10:23
Sample (adjusted): 1966 2008
Included observations: 43 after adjustments
Convergence achieved after 14 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	710219.9	327957.9	2.165583	0.0372
MINAJN(-1)	-132.0362	4289.727	-0.030780	0.9756
MINAJN2(-1)	25.50265	110.3121	0.231186	0.8185
MAXSN(-1)	-46602.50	21848.43	-2.132990	0.0400
MAXSN2(-1)	771.9392	363.6942	2.122495	0.0409
FENA(-1)	-4242.232	2200.258	-1.928061	0.0620
FENO	-998.0556	1346.587	-0.741174	0.4635
AR(1)	0.776571	0.099214	7.827272	0.0000

R-squared	0.661213	Mean dependent var	12005.16
Adjusted R-squared	0.593455	S.D. dependent var	5490.376
S.E. of regression	3500.710	Akaike info criterion	19.32556
Sum squared resid	4.29E+08	Schwarz criterion	19.65323
Log likelihood	-407.4995	F-statistic	9.758528
Durbin-Watson stat	2.225511	Prob(F-statistic)	0.000001

Inverted AR Roots .78

Estimaciones para el limón.

Estimación N°01 del cultivo del Limón.

Dependent Variable: RDLM
Method: Least Squares
Date: 10/13/10 Time: 18:16
Sample: 1970 2009
Included observations: 40
Convergence achieved after 12 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3756.838	100803.3	-0.037269	0.9705
PMIN	1465.721	10424.50	0.140604	0.8890
PMIN^2	-35.28512	268.8848	-0.131228	0.8963
AR(1)	0.146796	0.142510	1.030075	0.3098
R-squared	0.037078	Mean dependent var		11271.90
Adjusted R-squared	-0.043166	S.D. dependent var		2762.112
S.E. of regression	2821.097	Akaike info criterion		18.82228
Sum squared resid	2.87E+08	Schwarz criterion		18.99117
Log likelihood	-372.4456	F-statistic		0.462066
Durbin-Watson stat	1.384676	Prob(F-statistic)		0.710514
Inverted AR Roots	.15			

Estimación N°02 del cultivo del Limón.

Dependent Variable: RDLM
Method: Least Squares
Date: 10/26/10 Time: 17:28
Sample (adjusted): 1963 2009
Included observations: 47 after adjustments
Convergence achieved after 8 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-243982.6	634939.9	-0.384261	0.7027
PMAX	16375.95	40708.33	0.402275	0.6895
PMAX^2	-263.8488	652.3074	-0.404485	0.6879
AR(1)	0.708131	0.100096	7.074547	0.0000
R-squared	0.545884	Mean dependent var		9595.904
Adjusted R-squared	0.514202	S.D. dependent var		4782.096
S.E. of regression	3333.085	Akaike info criterion		19.14245
Sum squared resid	4.78E+08	Schwarz criterion		19.29991
Log likelihood	-445.8476	F-statistic		17.22982
Durbin-Watson stat	2.382900	Prob(F-statistic)		0.000000
Inverted AR Roots	.71			

Estimación N°03 del cultivo del Limón.

Dependent Variable: RDLM
Method: Least Squares
Date: 10/13/10 Time: 18:16
Sample (adjusted): 1963 2009
Included observations: 47 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1309841.	892301.4	-1.467936	0.1499

PMAX	80085.46	58083.70	1.378794	0.1756
PMAX^2	-1328.453	935.8154	-1.419567	0.1635
FENO	-4410.041	2019.829	-2.183374	0.0349
PMIN	10080.70	8437.458	1.194755	0.2392
PMIN^2	-212.1587	227.3251	-0.933283	0.3563
PPLV(-1)	2.258387	1.295796	1.742857	0.0890
R-squared	0.502473	Mean dependent var		9595.904
Adjusted R-squared	0.427844	S.D. dependent var		4782.096
S.E. of regression	3617.226	Akaike info criterion		19.36141
Sum squared resid	5.23E+08	Schwarz criterion		19.63696
Log likelihood	-447.9931	F-statistic		6.732931
Durbin-Watson stat	1.554476	Prob(F-statistic)		0.000055

Estimación N°04 del cultivo del Limón.

Dependent Variable: RDLM

Method: Least Squares

Date: 11/30/10 Time: 19:25

Sample (adjusted): 1963 2009

Included observations: 47 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1309841.	892301.4	-1.467936	0.1499
PMAX	80085.46	58083.70	1.378794	0.1756
PMAX^2	-1328.453	935.8154	-1.419567	0.1635
FENO	-4410.041	2019.829	-2.183374	0.0349
PMIN	10080.70	8437.458	1.194755	0.2392
PMIN^2	-212.1587	227.3251	-0.933283	0.3563
PPLV(-1)	2.258387	1.295796	1.742857	0.0890
R-squared	0.502473	Mean dependent var		9595.904
Adjusted R-squared	0.427844	S.D. dependent var		4782.096
S.E. of regression	3617.226	Akaike info criterion		19.36141
Sum squared resid	5.23E+08	Schwarz criterion		19.63696
Log likelihood	-447.9931	F-statistic		6.732931
Durbin-Watson stat	1.554476	Prob(F-statistic)		0.000055

Estimación N°05 del cultivo del Limón.

Dependent Variable: RDLM

Method: Least Squares

Date: 11/30/10 Time: 19:08

Sample: 1963 2009

Included observations: 47

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1477295.	908889.4	-1.625384	0.1117

PMAX	90888.29	59169.66	1.536062	0.1322
PMAX^2	-1503.823	953.2283	-1.577611	0.1223
FENO	-4481.953	2068.977	-2.166265	0.0362
PMIN	10254.26	8643.969	1.186291	0.2423
PMIN^2	-216.9674	232.8880	-0.931638	0.3570
<hr/>				
R-squared	0.464691	Mean dependent var	9595.904	
Adjusted R-squared	0.399409	S.D. dependent var	4782.096	
S.E. of regression	3706.018	Akaike info criterion	19.39205	
Sum squared resid	5.63E+08	Schwarz criterion	19.62824	
Log likelihood	-449.7131	F-statistic	7.118256	
Durbin-Watson stat	1.567264	Prob(F-statistic)	0.000071	

Estimaciones para el café.

Estimación N°01 del cultivo del Café.

Dependent Variable: RDCF

Method: Least Squares

Date: 01/27/11 Time: 13:36

Sample (adjusted): 1987 2009

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16852.85	15582.02	1.081558	0.2923
TMINHAC	-2504.000	2365.080	-1.058738	0.3023
TMINHAC^2	95.40918	89.69051	1.063760	0.3001
<hr/>				
R-squared	0.055363	Mean dependent var	441.4348	
Adjusted R-squared	-0.039100	S.D. dependent var	111.9768	
S.E. of regression	114.1450	Akaike info criterion	12.43392	
Sum squared resid	260581.4	Schwarz criterion	12.58203	
Log likelihood	-139.9901	F-statistic	0.586082	
Durbin-Watson stat	1.088292	Prob(F-statistic)	0.565780	

Estimación N°02 del cultivo del Café.

Dependent Variable: RDCF

Method: Least Squares

Date: 07/29/10 Time: 22:59

Sample (adjusted): 1987 2009

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-54429.17	48663.31	-1.118485	0.2766
TMAXHAC	4429.804	4033.724	1.098192	0.2852

TMAXHAC^2 -89.32953 83.56744 -1.068951 0.2978

R-squared	0.290443	Mean dependent var	441.4348
Adjusted R-squared	0.219488	S.D. dependent var	111.9768
S.E. of regression	98.92771	Akaike info criterion	12.14776
Sum squared resid	195733.8	Schwarz criterion	12.29587
Log likelihood	-136.6993	F-statistic	4.093304
Durbin-Watson stat	1.401914	Prob(F-statistic)	0.032350

Estimación N°03 del cultivo del Café.

Dependent Variable: RDCF

Method: Least Squares

Date: 10/26/10 Time: 17:33

Sample (adjusted): 1987 2009

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-76856.54	68457.25	-1.122694	0.2792
TMAXHAC	6304.043	4930.564	1.278564	0.2205
TMINHAC	52.28082	2607.167	0.020053	0.9843
TMAXHAC^2	-128.6018	102.2188	-1.258103	0.2276
TMINHAC^2	-2.080841	98.94630	-0.021030	0.9835
PPVLHAC	-0.954613	0.618801	-1.542683	0.1437
PPVLHAC^2	0.000850	0.000583	1.457604	0.1656
SQ	-38.99744	70.65941	-0.551907	0.5891

R-squared	0.409936	Mean dependent var	441.4348
Adjusted R-squared	0.134572	S.D. dependent var	111.9768
S.E. of regression	104.1702	Akaike info criterion	12.39814
Sum squared resid	162771.4	Schwarz criterion	12.79309
Log likelihood	-134.5786	F-statistic	1.488707
Durbin-Watson stat	1.524648	Prob(F-statistic)	0.244359

Estimación N°04 del cultivo del Café.

Dependent Variable: RDCF

Method: Least Squares

Date: 11/30/10 Time: 19:59

Sample (adjusted): 1987 2009

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	662.7130	87.76180	7.551269	0.0000
MAXAYAB^2	-0.787837	7.031631	-0.112042	0.9123
MINAYAB^2	25.84560	28.04500	0.921576	0.3713
LLAYB^2	0.000130	0.000234	0.557845	0.5852
LLAYB	-0.325018	0.571394	-0.568817	0.5779

MAXAYAB	179.7712	261.1388	0.688413	0.5017
MINAYAB	-563.5030	555.7046	-1.014033	0.3266
SQ	41.71485	77.50836	0.538198	0.5983
<hr/>				
R-squared	0.581182	Mean dependent var	441.4348	
Adjusted R-squared	0.385734	S.D. dependent var	111.9768	
S.E. of regression	87.76193	Akaike info criterion	12.05534	
Sum squared resid	115532.3	Schwarz criterion	12.45030	
Log likelihood	-130.6364	F-statistic	2.973588	
Durbin-Watson stat	1.071595	Prob(F-statistic)	0.036248	

Estimaciones para del Plátano.

Estimación N°01 del cultivo del Plátano.

Dependent Variable: RDPLT
 Method: Least Squares
 Date: 07/29/10 Time: 19:30
 Sample (adjusted): 1988 2009
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-236846.1	113465.4	-2.087386	0.0506
TMINMLL(-1)	29063.58	12230.16	2.376386	0.0282
TMINMLL(-1)^2	-816.2455	329.4026	-2.477957	0.0228
<hr/>				
R-squared	0.299141	Mean dependent var	19271.73	
Adjusted R-squared	0.225367	S.D. dependent var	5848.994	
S.E. of regression	5147.890	Akaike info criterion	20.05669	
Sum squared resid	5.04E+08	Schwarz criterion	20.20546	
Log likelihood	-217.6235	F-statistic	4.054802	
Durbin-Watson stat	1.361834	Prob(F-statistic)	0.034158	

Estimación N°02 del cultivo del Plátano.

Dependent Variable: RDPLT
 Method: Least Squares
 Date: 07/29/10 Time: 19:32
 Sample (adjusted): 1988 2009
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-57357.85	390228.7	-0.146985	0.8847
TMXMLL(-1)	4861.524	27426.86	0.177254	0.8612
TMXMLL(-1)^2	-76.82552	477.4211	-0.160918	0.8739
<hr/>				
R-squared	0.021365	Mean dependent var	19271.73	
Adjusted R-squared	-0.081650	S.D. dependent var	5848.994	

S.E. of regression	6083.094	Akaike info criterion	20.39054
Sum squared resid	7.03E+08	Schwarz criterion	20.53932
Log likelihood	-221.2959	F-statistic	0.207394
Durbin-Watson stat	1.553033	Prob(F-statistic)	0.814515

Estimación N°03 del cultivo del Plátano.

Dependent Variable: RDPLT

Method: Least Squares

Date: 07/29/10 Time: 19:33

Sample (adjusted): 1988 2009

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	289832.0	333281.0	0.869632	0.3966
TMINMLL(-1)	20609.12	25008.66	0.824079	0.4213
TMINMLL(-1)^2	-652.1077	638.5739	-1.021194	0.3215
TMXMLL(-1)	-32348.37	32813.36	-0.985829	0.3380
TMXMLL(-1)^2	598.6307	556.0618	1.076554	0.2967

R-squared	0.480876	Mean dependent var	19271.73
Adjusted R-squared	0.358730	S.D. dependent var	5848.994
S.E. of regression	4683.837	Akaike info criterion	19.93834
Sum squared resid	3.73E+08	Schwarz criterion	20.18630
Log likelihood	-214.3217	F-statistic	3.936875
Durbin-Watson stat	1.621481	Prob(F-statistic)	0.019333

Estimación N°04 del cultivo del Plátano.

Dependent Variable: RDPLT

Method: Least Squares

Date: 07/29/10 Time: 19:42

Sample (adjusted): 1988 2009

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	170011.8	412655.6	0.411994	0.6862
TMINMLL(-1)	5667.602	30377.46	0.186573	0.8545
TMINMLL(-1)^2	-260.2566	787.8173	-0.330352	0.7457
TMXMLL(-1)	-14749.09	38510.01	-0.382994	0.7071
TMXMLL(-1)^2	305.3870	651.5582	0.468703	0.6460
PLMLL	-10.38356	11.92515	-0.870728	0.3976
PLMLL^2	0.004423	0.007433	0.595054	0.5607

R-squared	0.518092	Mean dependent var	19271.73
Adjusted R-squared	0.325329	S.D. dependent var	5848.994
S.E. of regression	4804.267	Akaike info criterion	20.04577
Sum squared resid	3.46E+08	Schwarz criterion	20.39292
Log likelihood	-213.5034	F-statistic	2.687715
Durbin-Watson stat	1.367214	Prob(F-statistic)	0.056322

Estimación N°05 del cultivo del Plátano.

Dependent Variable: RDPLT

Method: Least Squares

Date: 07/29/10 Time: 19:36

Sample (adjusted): 1988 2009

Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	328701.0	393379.7	0.835582	0.4165
TMINMLL(-1)	19299.06	26785.48	0.720505	0.4823
TMINMLL(-1)^2	-620.6487	686.2990	-0.904341	0.3801
TMXMLL(-1)	-34352.86	36186.78	-0.949321	0.3575
TMXMLL(-1)^2	637.2130	614.5687	1.036846	0.3162
FENO	-86.15878	4896.819	-0.017595	0.9862
FENA	-969.7032	2674.039	-0.362636	0.7219
R-squared	0.486544	Mean dependent var	19271.73	
Adjusted R-squared	0.281162	S.D. dependent var	5848.994	
S.E. of regression	4959.031	Akaike info criterion	20.10918	
Sum squared resid	3.69E+08	Schwarz criterion	20.45633	
Log likelihood	-214.2010	F-statistic	2.368967	
Durbin-Watson stat	1.581235	Prob(F-statistic)	0.082214	

Estimaciones N°01 del cultivo del Plátano (mensual 1990-2009)

Dependent Variable: RDPL

Method: Least Squares

Date: 10/02/10 Time: 17:18

Sample (adjusted): 1990M02 2009M11

Included observations: 238 after adjustments

Convergence achieved after 9 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.367698	8.185437	0.289257	0.7726
TMAXMLL	0.028671	0.532619	0.053830	0.9571
TMAXMLL^2	1.20E-05	0.008380	0.001430	0.9989
TMINMLL	-0.188871	0.376417	-0.501760	0.6163
TMINMLL^2	0.005507	0.009277	0.593631	0.5533
FENO	-0.278780	0.277073	-1.006161	0.3154
AR(1)	0.647924	0.050482	12.83484	0.0000
R-squared	0.450429	Mean dependent var	1.704338	
Adjusted R-squared	0.436154	S.D. dependent var	0.714574	
S.E. of regression	0.536571	Akaike info criterion	1.621735	
Sum squared resid	66.50684	Schwarz criterion	1.723860	

Log likelihood	-185.9864	F-statistic	31.55462
Durbin-Watson stat	2.188775	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.65
-------------------	-----

Estimaciones N°02 del cultivo del Plátano (mensual 1990-2009)

Dependent Variable: RDPL

Method: Least Squares

Date: 10/02/10 Time: 17:18

Sample (adjusted): 1990M02 1999M12

Included observations: 119 after adjustments

Convergence achieved after 12 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.414963	16.61327	-0.085171	0.9323
TMAXMLL	0.733378	1.152858	0.636139	0.5260
TMAXMLL^2	-0.010141	0.018107	-0.560053	0.5766
TMINMLL	-1.055168	0.792094	-1.332125	0.1855
TMINMLL^2	0.027837	0.019645	1.416966	0.1593
FENO	-0.923444	0.566142	-1.631117	0.1057
AR(1)	0.617274	0.076123	8.108930	0.0000

R-squared	0.470372	Mean dependent var	1.714611
Adjusted R-squared	0.442000	S.D. dependent var	0.978497
S.E. of regression	0.730931	Akaike info criterion	2.268028
Sum squared resid	59.83721	Schwarz criterion	2.431506
Log likelihood	-127.9477	F-statistic	16.57823
Durbin-Watson stat	2.224346	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.62
-------------------	-----
